

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



**UN “MICROUNIVERSO” EN LA PALMA DE LA MANO.
LA EXACTITUD DEL TIEMPO Y EL ESPACIO EN LA MEDICIÓN DEL MUNDO DESDE LA
NUEVA ESPAÑA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN HISTORIA INTERNACIONAL**

PRESENTA

Ana Laura Zúñiga Loreto

DIRECTORA DE LA TESIS: Dra. Clara García Ayuardo

*A mi abuelita Hermelinda:
Tu historia es mi historia
y espero honrarla siempre.*

ABREVIATURAS

AGI	Archivo General de Indias (Sevilla)
AGN	Archivo General de la Nación (México)
AHCM	Archivo Histórico de la Ciudad de México (México)
PARES	Portal de Archivos Españoles

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se llevó a cabo durante la pandemia de la COVID-19, por lo que su realización no hubiera sido posible sin todo el cariño, amor, comprensión y apoyo de las personas que tanto personal como virtualmente me acompañaron a lo largo de estos dos años. En primer lugar, quiero agradecerle a la Dra. Clara García, quien tan amablemente aceptó dirigir este trabajo. Le estaré eternamente agradecida por todas sus enseñanzas y por la paciencia que siempre tuvo. “El bordado fino” es una frase que siempre acompañará mis investigaciones históricas esté donde esté. También, quisiera expresar mi agradecimiento a la Dra. Cath Andrews: su curso de Historia del Feminismo cambió por completo la forma en cómo veo al mundo y quiero hacer historia.

Al Dr. Michael Sauter quien, con su estimulante trabajo sobre la “reformulación espacial” a raíz de la re-introducción de los textos de Euclides en Europa, inspiró a que este trabajo virara hacia la historia intelectual y al análisis de los conceptos de tiempo y espacio en la Nueva España. A la Dra. María de la Paz Ramos por su lectura atenta y comentarios puntuales. Es un honor tenerlos a ambos como lectores y enriquecer esta investigación.

A mis amados padres, Carmen y Arturo, por siempre creer en mí y apoyarme en este nuevo proyecto. Gracias por todas las comidas, las pláticas y la compañía durante estos dos años que pudimos disfrutar juntos. Monse, hermanita querida, agradezco todas esas escapadas por un café, pláticas, apapachos y salidas nocturnas que fueron mi salvavidas. Eres mi más grande inspiración. A mi tía Silvia, por acompañarme y emocionarse siempre conmigo.

A Jonatan por acompañarme en este último trámite y hacer que todo sea más bonito. A todos mis compañeros de la maestría en Historia Internacional. Gracias por su amistad y la calidez que incluso a la distancia se sintió. En especial quisiera agradecer a Vio, Sandy y Val por todas esas pláticas sororas e inspiradoras. A Iván y Ruth, mis amigos de más de media vida, porque cada que nos vemos el tiempo y el espacio parecen comprimirse. A José Carlos por ser como una especie de “hermano mayor” académico y convertirse, en el camino, en mi amigo y a Andrés porque siempre sus preguntas fueron inspiradoras. A Nemian y Ricardo porque nuestra amistad trascendió a un paro y ahora también a una pandemia. A Carlos, por todas las llamadas y salidas que hicieron la pandemia más llevadera.

Al CIDE por darme la oportunidad de cumplir mi sueño de ser historiadora y a todos los profesores que conocí ahí. A Verónica Flores por la revisión exhaustiva del estilo de la tesis. Por último, quiero agradecer al CONACYT por el apoyo económico que hizo posible cursar la maestría aún en los tiempos más inciertos.

RESUMEN

Un microuniverso en la palma de la mano es una historia sobre las ideas de tiempo y espacio desarrolladas en la Nueva España durante la segunda mitad del siglo XVIII a raíz de la búsqueda de la “verdadera” posición de la Ciudad de México. También es una historia de cómo el fervor por la precisión y la medición exacta del tiempo a partir del uso de relojes en el Mundo Hispánico estuvo presente en distintos momentos y en varios niveles: desde lo “imperial”, lo “virreinal” y lo “cotidiano”. Por último, es una historia sobre las implicaciones filosóficas y sociales que acompañaron al uso de relojes de bolsillo: los “microuniversos” que dan nombre a esta investigación.

La presente tesis tiene como propósito analizar los conceptos de espacio y tiempo que plasmaron los novohispanos José Antonio Alzate (1737-1799), José Ignacio Bartolache (1739-1790) y Diego de Guadalaxara en sus publicaciones periódicas que vieron la luz entre 1768 y 1777. Lejos de aceptar pasivamente *todas* las ideas sobre tiempo y espacio provenientes de Europa, estos tres personajes las sometieron a un análisis riguroso, sobre todo aquellas de corte geográfico y natural, y las compararon con las obtenidas por los cosmógrafos y matemáticos novohispanos o que hicieron sus observaciones desde la Nueva España durante los siglos XVI y XVII. Así, con intención de comprender sus ideas espaciotemporales de Alzate, Bartolache y Guadalaxara, y con esto las de la red intelectual a la que pertenecieron, tres son los episodios clave que guían esta investigación. El primero relacionado con la observación de los eclipses lunares de 1577 y 1584 en la capital novohispana que tenían como encargo el cálculo de la posición geográfica de las posesiones de la Monarquía Hispánica en América y Asia. El segundo se centra en la institucionalización del saber cosmográfico y geográfico en la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México en 1637 y cuyo estudio perduró a lo largo de todo el siglo XVIII. El último enfocado en el contexto intelectual que posibilitó la aparición y contenido de las publicaciones periódicas de interés.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
I. En búsqueda de la longitud: el dominio sobre los mares, el tiempo y el espacio	21
I.1 Las tres caras del “problema de la longitud” y la construcción de “la imagen hispánica del mundo”	23
I.1.1 El <i>Tratado de Tordesillas</i> : la longitud como un problema político	24
I.1.2 La disputa por las islas Molucas: la longitud como un problema espacial.....	27
I.1.3 El desarrollo de la cosmografía y la navegación: la longitud como un problema temporal.....	32
I.2 Los cuestionarios de Indias y la sistematización del conocimiento: resolver el problema de la longitud en tierra	36
I.2.1 Observar con instrucción: los eclipses de luna de 1577 y 1578 desde las Indias.....	40
I.2.2 El “instrumento de Indias”: medir la longitud con ayuda de una sombra	41
I.2.3 La “universalización” del eclipse lunar: la sistematización de la información cosmográfica.....	45
I.3 El eclipse lunar de 1584: la imagen de una cosmografía novohispana	46
I.3.1 Observar desde las Casas Reales de la Nueva España: la “universalización” del lenguaje cartográfico	47
I.3.2 Posicionarse desde todos los rincones: el establecimiento de una cosmografía de tradición novohispana	49
I.4 Reflexiones finales	51
II. Cuestiono, luego me posiciono: la longitud, el tiempo y el espacio desde la Nueva España	53
II.1 La Cátedra de Astrología y Matemáticas: institucionalización de la cosmografía novohispana	54
II.1.1 Los inicios: la astrología y las matemáticas al servicio de la cosmografía, 1637-1773	56
II.1.2 Posicionarse bajo los propios términos: la era de Sigüenza y Góngora, 1672-1693.....	60
II.1.3 Continuidades: la construcción de una comunidad intelectual, 1700-1773	63
II.2 “¿Es por ventura poco?”: La participación novohispana en las misiones astronómicas de escala global	65
II.2.1 Las dos caras de un mismo fenómeno: el tránsito de Venus de 1769 y. la defensa de la capacidad intelectual novohispana.....	66
II.3 La observación del eclipse de Luna de 1769: una excusa para hablar de la exactitud reloj de Catedral	74

II.4	Cuestiono, luego existo: la exactitud y la precisión del tiempo y el espacio en las publicaciones periódicas de Alzate y Bartolache, 1768-1772	79
II.4.1	Una “buena física” exacta y precisa: el newtonianismo como medio para encontrarse en el Universo	80
II.5	Reflexiones finales.....	88
III.	<i>Un “microuniverso” en la palma de la mano: Las Reflexiones sobre la medición exacta del tiempo de un relojero novohispano</i>	91
III.1	La medición del tiempo en las publicaciones periódicas novohispanas, 1768-1772.....	92
III.2	Las Advertencias y reflexiones varias: una publicación periódica sobre la exactitud y la precisión en la cotidianidad	94
III.2.1	Un relojero novohispano interesado en el comercio de la exactitud	95
III.2.2	Presentación. La relojería como un arte liberal	98
III.2.3	El reloj de bolsillo: vínculo preciso entre el “mundo” público y el privado	100
III.3	Una “Sociedad civil” interesada en la exactitud de su tiempo.....	104
III.3.1	La relojería “científica”: la única exacta	107
III.4	El gran teatro del Universo en las Advertencias y reflexiones varias.....	113
III.4.1	Un autómato que imita la naturaleza: el reloj de bolsillo como un “microuniverso”.....	113
III.4.2	Distintas clases de relojes, diferentes exactitudes	118
III.4.3	Matematizar: un medio para llegar a la exactitud.....	120
III.5	Reflexiones finales.....	123
	<i>Conclusión</i>	125
	<i>Anexo I.....</i>	129
	<i>Anexo II</i>	131
	<i>Anexo III.....</i>	135
	<i>Referencias.....</i>	141

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Planisfério de Cantino creado en 1502 donde se observa la línea establecida por el Tratado de Tordesillas.26
- Figura 2.** Portada de la Suma de geographia donde se observa la esfera terrestre dividida en el sistema de líneas imaginarias propuesta por Ptolomeo. Asimismo, se representa a la Tierra como el centro del universo, donde el Sol, la Luna y las estrellas, ubicadas en la parte superior, giran alrededor de esta.....31
- Figura 3.** Diagrama del primer instrumento descrito por Juan López de Velasco con la finalidad de determinar la latitud del lugar desde donde se realizó la observación.....44
- Figura 4.** Diagrama del segundo instrumento descrito por Juan López de Velasco con la finalidad de determinar la longitud del lugar desde donde se realizó la observación.44
- Figura 5.** Retrato de Doña Melchora Cano de Moctezuma y Rojas, Señora de Tacuba (1805). A la izquierda, se observa un reloj de “faltriquera” atado a la cintura con un chatelaine. 135
- Figura 6.** Retrato de Doña Ana María de la Campa Cos Zeballos, condesa de San Matheo de Valparaíso y marquesa de Jaral de Berrio. A la derecha, se observa un reloj de bolsillo o “faltriquera” atado a la cintura con un chatelaine..... 136
- Figura 7.** Retrato de María Manuela Esquivel y Serruto (1794). En la parte central, se observan dos relojes de bolsillo o “faltriquera” atados a la cintura por medios de dos chatelaine. 137
- Figura 8.** Retrato de un caballero no identificado perteneciente a la familia Sánchez Navarro (ca. 1760). En la mano derecha, el hombre sostiene un reloj de bolsillo. 138
- Figura 9.** Retrato de un caballero no identificado. En la mano derecha, el hombre sostiene un reloj de bolsillo, A la izquierda, se observa un reloj de mesa, el cual, bajo la definición de Diego de Guadalaxara, sería considerado como un “reloj privado”..... 139

-[...] En el Apocalipsis, el ángel jura que ya no existirá el tiempo.

-Lo sé, lo sé. Lo que allá se dice es verdad. Exacto e inteligible. Cuando la humanidad alcance la felicidad no existirá el tiempo, porque ya no será necesario. Es un pensamiento verdadero.

-¿Dónde lo meterán?

-No lo meterán en ningún sitio. El tiempo no es un objeto, sino una idea. Desaparecerá de la mente.

-Los viejos lugares comunes de la filosofía. Han sido los mismos desde el principio de los siglos.¹

¹ Conversación entre Nikolai Vsévolodovich y Alekséi Kiríllon en *Los Demonios* (1872) de Fiódor Dostoyevski.

INTRODUCCIÓN

Un microuniverso en la palma de la mano es una historia sobre las ideas de tiempo y espacio desarrolladas en la Nueva España durante la segunda mitad del siglo XVIII a raíz de la búsqueda de la “verdadera” posición de la Ciudad de México. También es una historia de cómo el fervor por la precisión y la medición exacta del tiempo a partir del uso de relojes en el Mundo Hispánico estuvo presente en distintos momentos y en varios niveles: desde lo “imperial”, lo “virreinal” y lo “cotidiano”. Por último, es una historia sobre las implicaciones filosóficas y sociales que acompañaron al uso de relojes de bolsillo: los “microuniversos” que dan nombre a esta investigación.

La presente tesis tiene como propósito analizar los conceptos de espacio y tiempo que plasmaron los novohispanos José Antonio Alzate (1737-1799),² José Ignacio Bartolache (1739-1790)³ y Diego de Guadalupe⁴ en sus publicaciones periódicas que vieron la luz entre 1768 y 1777. Si bien parte de su contenido se ha entendido a partir de los cambios provocados por las Reformas Borbónicas,⁵ en este trabajo se propone que sus nociones espaciales y temporales también estuvieron influenciadas por la creación de instrumentos y metodologías más precisas para la medición del tiempo y el espacio auspiciadas por algunas potencias europeas, como los

² Nació en 1737 de una familia criollo que radicada en Ozumba. Estaba emparentado con la escritora Juana Inés de Asbaje. Fue el primer editor de periódicos dedicados exclusivamente a la divulgación científica. Obtuvo estudios de bachiller en la Pontificia Universidad de México. Muere en la Ciudad de México en 1799. Para más información véase Alberto Saladino García, *El sabio: José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana* (Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 2001).

³ Nacido en Guanajuato en 1739 y finado en la Ciudad de México en 1790. Fue un matemático novohispano formado en la Universidad de México. La pobreza que vivió durante su juventud lo motivan a escribir el *Mercurio Volante*. Tradujo varias de sus obras al náhuatl. Para más información, véase Hugo Mendieta Zerón, “Dr. José Ignacio Bartolache. Semblanza”, *CIENCIA ergo-sum* 12, núm. 2 (el 12 de marzo de 2015): 213–18.

⁴ Se desconoce el lugar y fecha de nacimiento, así como de su defunción. Se tiene información de su persona a partir del año 1768, cuando ya es un celebrado relojero. En 1777 publicó las *Advertencias y reflexiones varias*. Mantuvo una relación estrecha con el también astrónomo Antonio de León y Gama. En 1784 es nombrado perito facultativo de minas por el Tribunal de Minería. Edmunda Inés Rojas Herrera y María Elena Rojas Herrera, “Diego de Guadalupe Tello, director de matemáticas de la Real Academia de San Carlos de Nueva España (1790-1804)”, en *Memoria electrónica del Congreso Nacional de Investigación Educativa* (San Luis Potosí: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 2017), 1–12.

⁵ Las Reformas Borbónicas fueron una serie de reformas político-administrativo llevadas a cabo por la Casa de Borbón tras su llegada a la Monarquía Hispánica con el objetivo de reformular la sociedad “a todos sus niveles”. Para más información sobre el tema, véase Clara García Ayuardo, ed., *Las reformas borbónicas, 1750-1808*, Historia crítica de las modernizaciones en México I (México: Centro de Investigación y Docencia Económicas/ Fondo de Cultura Económica/ Consejo Nacional de la Cultura y las Artes/ Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México/ Fundación Cultural de la Ciudad de México, 2019).

franceses e ingleses, con el propósito de dar solución a la “problemática de la longitud geográfica”, reconocida por los hispánicos desde finales del siglo XV.

Lejos de aceptar pasivamente *todas* las ideas sobre tiempo y espacio provenientes de Europa, Alzate, Bartolache y Guadalajara las sometieron a un análisis riguroso, sobre todo aquellas de corte geográfico y natural, y las compararon con las obtenidas por los cosmógrafos y matemáticos novohispanos o que hicieron sus observaciones desde la Nueva España durante los siglos XVI y XVII. Estos tres personajes no fueron los únicos realizar este proceso de crítica: eran parte de una comunidad intelectual forjada en la segunda mitad de la centuria dieciochesca que construyó sus antecedentes tanto en las prácticas cosmográficas y geográficas europeas como en las novohispanas. Aunque este trabajo se centra en los tres personajes anteriormente referidos, también enfatiza la importancia que tuvieron otros individuos en la creación de esta red de intelectuales. Entre estos, se identifica a Joaquín Velázquez de León (1732-1786), minero y matemático novohispano que, como se verá en lo largo de los capítulos, mantuvo lazos con los tres editores de publicaciones periódicas.

Velázquez de León, quien fue reconocido por Alzate como uno de los máximos exponentes de la inteligencia novohispana,⁶ cuando escribió sobre “el grave error de la longitud [geográfica] de México” con la intención de dar con la “verdadera situación geográfica del valle de México”,⁷ reconoció la importancia de la observación eclipses por parte de los cosmógrafos que se asentaron en la Nueva España. También, reconoció la labor del matemático novohispano Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700), catedrático de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México en esta materia.

Así, con la intención de comprender la red de conocimiento de Alzate, Bartolache y Guadalajara, y comprender los antecedentes a partir de los cuales construyeron su tradición intelectual, tres son los episodios clave que guían esta investigación. El primero relacionado con la observación de los eclipses lunares de 1577 y 1584 en la capital novohispana que tenían como

⁶ José Antonio de Alzate y Ramírez, “Número 6”, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 6 (el 30 de noviembre de 1772).

⁷ Joaquín Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, en *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México, 1773-1775*, Serie de Historia Novohispana 25 (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 1977), 213–18.

encargo el cálculo de la posición geográfica de las posesiones de la Monarquía Hispánica en América y Asia. El segundo se centra en la institucionalización del saber cosmográfico y geográfico en la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México en 1637 y cuyo estudio perduró a lo largo de todo el siglo XVIII. El último enfocado en el contexto intelectual que posibilitó la aparición y contenido de las publicaciones periódicas de interés.

Aunado a lo anterior, la selección de estos tres momentos también permite mostrar la complejidad de la generación de conocimiento sobre el mundo natural, al que se denomina “científico”, y su medición bajo el régimen de la Monarquía Hispánica. Primeramente, explorar las motivaciones detrás de las expediciones llevadas a cabo por los cosmógrafos hispánicos de la Casa de Contratación, institución de la que se hablará más a detalle en el capítulo 1, y su interés por metodologías precisas para la obtención de coordenadas geográficas devela cómo la Monarquía Hispánica se apoyó de su estructura política policéntrica para construir e implementar lo que en este trabajo se denomina “imagen hispánica del mundo” dentro y fuera de la Península Ibérica al ser una Monarquía Católica. Así, en este trabajo se interpretaron las misiones cosmográficas como un mecanismo que permitió la *construcción de un imperio* con una visión de la naturaleza particular.⁸

Es importante señalar que, aunque la Monarquía Hispánica a lo largo de todo el siglo XVI promovió la creación de instituciones donde se fomentó la generación de conocimiento cosmográfico, durante el mandato de Felipe II (1556-1598), con la intención de proteger información de importancia política, se limitó su circulación y se prohibió la publicación de manuscritos relativos a los virreinos americanos y las Filipinas. Esto no significó una reducción del apoyo monárquico por parte de Felipe II a los organismos previamente establecidos por su padre Carlos I (1516-1556), dado que fundó otros como la Academia de Matemáticas. No obstante, esta decisión ocasionó que los saberes sobre el mundo natural producidos al interior de los dominios del poder ibérico fueran desestimados por la historiografía de la ciencia contemporánea y la Monarquía Ibérica fuera vista como la “antítesis de modernidad”.⁹

⁸ Esta interpretación se ciñe a la propuesta de Juan Pimentel, “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800”, *Osiris* 15 (2001): 17–30.

⁹ A esta interpretación historiográfica, que posiciona a la Monarquía Hispánica como ignorante, fanática y

Si bien la política de “secretismo”¹⁰ de Felipe II efectivamente redujo los círculos donde se leyeron y discutieron las propuestas epistemológicas de los cosmógrafos hispánicos en otras regiones de Europa y en siglos posteriores, también funcionó como un mecanismo para “atraer hombres versados que conocían los ‘secretos’ técnicos”.¹¹ Por ejemplo, el “premio de la longitud”¹² impulsado por Felipe II en 1567 y posteriormente por Felipe III en 1598 convocó a contendientes de Francia, como Juan Mayllard,¹³ de Florencia, como el mismo Galileo Galilei (1564-1642),¹⁴ y de la región de Flandes, como Michael Florent van Langren (1598-1675), conocido por haber realizado la primera gráfica estadística de la que se tiene registro.¹⁵ Asimismo, aunque el certamen de la longitud orquestado por las Provincias Unidas de los Países Bajos en 1600 no es una reacción directa al hispánico, sus primeros contrincantes se inspiraron en las propuestas sobre la declinación magnética y su relación con la longitud de Francisco Faleiro (¿? – 1574) y Alonso de la Santa Cruz (1505-1567), ambos cosmógrafos de la Casa de Contratación.¹⁶ De esta manera, durante el siglo XVI y la primera mitad del XVII el conocimiento marítimo y cosmográfico se extendió y conectó fuera de la Península Ibérica y los dominios de la Monarquía Hispánica a pesar de las restricciones impuestas.

El segundo momento, por su parte, da cuenta de cómo los conocimientos cosmográficos y los derivados de ella, como la astronomía y la geografía, traídos por los cosmógrafos de la Casa de Contratación en la segunda mitad del siglo XVI, se institucionalizaron en la Real y

atrasada, se le ha denominado “leyenda negra”. Para más información sobre el término, véase Víctor Navarro Brotons y William Eamon, “Spain and the Scientific Revolution: Historiographical Questions and Conjectures”, en *Más allá de la Leyenda Negra: España y la revolución científica* (Valencia: Universitat de València, 2007), 27–40.

¹⁰ Por “secretismo” se entienden las prácticas de propiedad realizadas por distintas potencias europeas durante la Edad Media y la modernidad temprana que tuvieron la finalidad de proteger el conocimiento de robo y monopolizar los procesos de invención y generación de conocimiento. Esta práctica se dio principalmente en contextos donde el conocimiento técnico se produjo y transmitió a través de instituciones, como fue el caso de la Monarquía Hispánica. Para un análisis detallado del término, véase Karel Davids, “Craft Secrecy in Europe in the Early Modern Period: A Comparative View”, *Early Science and Medicine* 10, núm. 3 (2005): 341–48.

¹¹ Davids, 345.

¹² Richard de Grijs, “European Longitude Prizes I: Longitude determination in the Spanish Empire”, *Journal of Astronomical History and Heritage* 23, núm. 3 (2020): 465–94.

¹³ AGI, INDIFERENTE, 428, L.34, F.181V-182R

¹⁴ Grijs, “European Longitude Prizes I: Longitude determination in the Spanish Empire”, 484.

¹⁵ Michael Friendly, Pedro Valero-Mora, y Joaquín Ibáñez Ulargui, “The First (Known) Statistical Graph: Michael Florent van Langren and the ‘Secret’ of Longitude”, *The American Statistician* 64, núm. 2 (2010): 174–84.

¹⁶ Karel Davids, “Dutch and Spanish Global Networks of Knowledge in the Early Modern period: Structures, Connections, Changes”, en *Centres and Cycles of Accumulation in and Around the Netherlands during the Early Modern Period* (Munster: LIT Verlag, 2011), 44.

Pontificia Universidad de México y fueron instrumentalizados por algunos intelectuales novohispanos como símbolos de identidad. Para entender este proceso es necesario enfatizar que el proyecto político de la Monarquía Hispánica consistió en “construir una soberanía universal en la que la verdadera religión triunfara por medio de la fe, la política y el saber”.¹⁷ Debido a este propósito universalista, en los virreinos americanos se replicaron las estructuras sociales de la península, entre ellos el sistema de universidades.¹⁸ Esta estructura policéntrica explica por qué tras el deterioro económico de la Monarquía Hispánica durante la primera mitad del siglo XVII, producto de la guerra de los Treinta Años y la llevada a cabo contra los Países Bajos, las redes americanas de conocimiento persistieron. Es así como en la Cátedra de Astrología y Matemática de la Real y Pontificia Universidad de México se generó lo que Antonio Barrera-Osorio identificó como “comunidades” que utilizaron la historia natural y la cosmografía para “crear sus propias identidades territoriales y culturales”.¹⁹

Por último, analizar las ideas de espacio y tiempo difundidas en los escritos de Alzate, Bartolache y Guadalaxara durante la segunda mitad de la centuria dieciochesca permite dilucidar cómo la exactitud de los datos geográficos fue utilizada como un símbolo de identidad americana y como justificación para cuestionar algunas corrientes de historia natural sobre América producidas en Europa. Aunado a esto, un examen detallado de los cinco números de la publicación periódica de Guadalaxara muestra cómo el desarrollo de instrumentos de precisión para la solución del “problema de la longitud” por parte de relojeros, filósofos y mecánicos franceses e ingleses, particularmente de cronómetros marinos, influyó en el entusiasmo por el uso de relojes de bolsillo precisos entre hombres y mujeres pertenecientes a la élite novohispana. La lectura de estos papeles periódicos a contrapunto de los dos episodios anteriores sugiere que el saber geográfico y cartográfico fue central en la creación de redes locales de conocimiento en la Nueva España (como en su momento lo fue la cosmografía auspiciada por la Casa de Contratación e institucionalizada en la Real y Pontificia Universidad de México). También sugiere que, a pesar de la distancia geográfica y política, los intelectuales novohispanos estaban

¹⁷ Pimentel, “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800”, 26.

¹⁸ Por ejemplo, la Real y Pontificia Universidad de México se fundó con los mismos privilegios y libertades que gozó su análoga en Salamanca. Para más información, véase Enrique González González, “Los Primitivos Estatutos y Ordenanzas de La Real Universidad de México”, en *Universidades Españolas y Americanas. Época Colonial. Prólogo de Mariano Peset* (Valencia: Generalitat Valenciana, 1987), 207–24.

¹⁹ Antonio Barrera-Osorio, *Experiencing Nature: The Spanish American Empire and the Early Scientific Revolution* (Austin: University of Texas Press, 2006), 133.

al tanto de las innovaciones del conocimiento filosófico, natural y técnico de las comunidades de conocimiento europeas.

Este trabajo parte con el establecimiento de la línea de Tordesillas en 1494, al ser el antecedente director del fervor por conocer la ubicación y los márgenes exactos de la Monarquía Hispánica, y termina en 1777, año de publicación de las *Advertencias y reflexiones varias* redactadas por Guadalaxara, al representar un caso específico de la red intelectual de la Nueva España interesada en la precisión. Es importante enfatizar que este interés, como se revela en los párrafos anteriores, tuvo diversas caras, actores y motivaciones. Por lo tanto, los episodios aquí analizados corresponden a distintos procesos que únicamente fueron unidos en esta investigación a partir del fervor por utilizar instrumentos y relojes cada vez más precisos con la finalidad de obtener datos geográficos exactos de la Nueva España como hilo conductor. De esta manera, se genera una narrativa centrada en enfatizar los métodos para precisar la ubicación del virreinato sin perder de vista el contexto particular en el que se produjo.

Otro hilo eje conductor que guía la presente investigación es cómo el conocimiento del mundo natural, principalmente del geográfico, fue utilizado por algunos intelectuales novohispanos para construir su identidad y cuestionar las teorías que establecían a América como un continente donde, por sus condiciones climáticas, los seres humanos se degeneraban.²⁰ David Brading identificó a este proceso identitario como los inicios de un “temprano nacionalismo” al que denominó *patriotismo criollo*.²¹ De acuerdo con el historiador inglés, este “sentimiento” político tuvo como protagonistas a los descendientes de los conquistadores, los denominados criollos, y estuvo caracterizado por una exaltación del pasado indígena, un rechazo a la conquista, un resentimiento en contra de los “gachupines”, es decir los nacidos en la península que habitaban en los virreinos americanos, y la devoción a la virgen de Guadalupe.²² Si bien esta propuesta se centra sobre todo en los aspectos religiosos y políticos del movimiento,

²⁰ Para más información sobre el tema, véase Phillip R. Sloan, “The Idea of Racial Degeneracy in Buffon’s *Histoire Naturelle*”, *Studies in Eighteenth-Century Culture* 3, núm. 1 (1974): 293–321; Nancy G. Slack, “1. America as Degeneracy”, en *Reconstructing America* (Yale University Press, 1997), 19–42; David Allen Harvey, “The Varieties of Man: Racial Theory Between Climate and Heredity”, en *The French Enlightenment and Its Others: The Mandarin, the Savage, and the Invention of the Human Sciences*, Palgrave Studies in Cultural and Intellectual History (New York: Palgrave Macmillan US, 2012), 125–53; Lee Alan Dugatkin, “Buffon, Jefferson and the Theory of New World Degeneracy”, *Evolution: Education and Outreach* 12, núm. 1 (2019): 15; Devin Vartija, “Revisiting Enlightenment Racial Classification: Time and the Question of Human Diversity”, *Intellectual History Review* 31, núm. 4 (2021): 603–25.

²¹ David A. Brading, *Los orígenes del nacionalismo mexicano* (México: Ediciones Era, 1988).

²² Brading, 15.

también mencionó que se nutrió de la indignación que generaron las teorías europeas sobre la degeneración americana entre los novohispanos: “Las teorías climáticas de [Georges-Louis Leclerc de] Buffon y los absurdos que [Cornelius de] Pauw dedujo de ellas era una ofensa para los criollos, puesto que despectivamente eliminaban las bases mismas de un patriotismo celosamente construido”.²³ Es decir, Brading identificó una correlación entre las descripciones de la naturaleza americana con el desarrollo identitario de sus habitantes.

Por su parte, Enrique Florescano apuntó que el patriotismo criollo para contrarrestar un problema de identidad entre este sector de la población novohispana.²⁴ Con la finalidad de reivindicar su derecho a la tierra, también se promovió un acercamiento a la geografía y la “construcción de una imagen positiva de la naturaleza americana, por crear una nueva interpretación del pasado prehispánico y por afirmar las virtudes creativas de los nacidos en América”.²⁵ Los criollos novohispanos resaltaron las particularidades del suelo americano y su capacidad para entenderlas. Florescano mencionó que, para difundir este retrato de América, durante el siglo XVIII, los criollos utilizaron el conocimiento científico y las instituciones donde se producía, lo cual interpretó como la prueba de una “mentalidad ilustrada”.²⁶ Debido a su interés en la edición y redacción de publicaciones periódicas dedicadas a la divulgación del mundo natural americano, el historiador mexicano identificó a Bartolache y Alzate como ejemplos de patriotas criollos ilustrados.

Jorge Cañizares-Esguerra, con la finalidad de explicar las motivaciones que tenían los criollos novohispanos para generar una “nueva historia” de América, propuso la categoría de *epistemología patriótica*, caracterizada por el énfasis de la limitada habilidad de los forasteros por la comprender la historia, tanto humana como natural, del continente.²⁷ En otro texto, el historiador de origen ecuatoriano estableció que el origen de estas *narrativas patrióticas* dieciochescas se encontraba en la “cultura barroca” del siglo XVII, cuando los religiosos criollos buscaron pruebas ocultas en la naturaleza que tuvieran una significación patriótica y

²³ Brading, 37.

²⁴ Enrique Florescano, *Memoria mexicana* (México: Fondo de Cultura Económica, 2002), 470.

²⁵ Florescano, 476.

²⁶ Florescano, 486.

²⁷ Jorge Cañizares-Esguerra, *How to Write the History of the New World: Histories, Epistemologies, and Identities in the Eighteenth-Century Atlantic World* (Stanford: Stanford University Press, 2001), 8.

providencialista.²⁸ Por lo tanto, concluyó que los criollos se interesaron en escribir historias donde alababan la tierra, a ellos mismos y a las instituciones que crearon.²⁹

Si bien los tres autores anteriormente referidos enfatizaron la importancia de la geografía en la generación del “patriotismo criollo”, ninguno de los tres hizo una investigación detallada al respecto (Cañizares-Esguerra se enfocó sobre todo en las historias naturales y en las interpretaciones del pasado prehispánico). Por lo tanto, este trabajo tiene como propósito profundizar en esta área. Es importante aclarar que no se busca hacer una historia de la cosmografía, la geografía o la astronomía en la Nueva España; sino una que, partir de casos demostrativos puntuales, ilustrar cómo la exactitud del dato geográfico fue utilizada por los criollos novohispanos para generar una identidad. El hincapié en los conceptos de tiempo y espacio responde al hecho de que, durante el siglo XVIII, el cálculo de la longitud, que permitiría posicionar unívocamente cualquier lugar en una retícula, a partir del uso de relojes y cronómetros marinos se convirtió en una de las problemáticas centrales del saber geográfico de ese momento. Es decir, el objetivo central de la geografía se enfocó en generar instrumentos que fueran cada vez más preciosos y que permitieran corregir las mediciones realizadas en siglos anteriores y generar una cartografía más exacta.³⁰

La historiografía sobre las concepciones del tiempo y el espacio en la Nueva España es escasa. Los textos de Ross Hassig, *Time, History and Belief in Aztec and Colonial Mexico*,³¹ y Amos Megged, *Social Memory in Ancient and Colonial Mesoamerica*,³² están más bien enfocadas en examinar las transformaciones a las que se vieron sometidas las concepciones indígenas del tiempo,³³ tema que sale de los alcances de esta investigación. *The History of the Future in Colonial Mexico*,³⁴ escrito por Matthew O’Hara, es quizás el más cercano temáticamente. No obstante, la investigación del historiador estadounidense está más bien

²⁸ Jorge Cañizares-Esguerra, “From Baroque to Modern Colonial Science”, en *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World* (Stanford: Stanford University Press, 2006), 47.

²⁹ Cañizares-Esguerra, 49.

³⁰ Klaus Vogel, “Cosmography”, en *The Cambridge History of Science: Volume 3: Early Modern Science*, trad. Alisha Rankin, vol. 3, *The Cambridge History of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 2006), 493.

³¹ Ross Hassig, *Time, History, and Belief in Aztec and Colonial Mexico* (Austin: University of Texas Press, 2001).

³² Amos Megged, *Social memory in ancient and colonial Mesoamerica* (Cambridge/ New York: Cambridge University Press, 2010).

³³ Para un análisis más detallado de ambos textos, véase Matthew D. O’Hara, “The History of Time in Colonial Latin America”, *History Compass* 11, núm. 1 (2013): 77–88.

³⁴ Matthew D. O’Hara, *The History of the Future in Colonial Mexico* (New Haven: Yale University Press, 2018).

centrada en cómo los novohispanos, por ejemplo, a través de la astrología judiciaria, construían y pensaban su “futuro”.³⁵ Del uso de relojes en la Nueva España, tampoco contamos con una amplia cantidad de estudios históricos. En *Los relojes en México*, Eduardo Piña Garza, a partir de breves ensayos de carácter más bien enciclopédicos, explicó los mecanismos de los distintos tipos de relojes que podían ser encontrados en el territorio y las fuentes donde se mencionan.

Por otro lado, la producción historiográfica relacionada a las publicaciones periódicas novohispanas del siglo XVIII es mucho más basta, aunque es necesario enfatizar que, ninguna investigación, aborda los conceptos de tiempo y espacio que sus autores defendieron. Alberto Saladino, en *Ciencia y Prensa durante la Ilustración latinoamericana*,³⁶ mostró que las publicaciones periódicas sirvieron como medio para la popularización de la “nueva ciencia” en todos los virreinos españoles y Brasil. Al retomar los trabajos sobre la historia de la ciencia de Eli de Gortari³⁷ y Elías Trabulse,³⁸ Saladino aseguró que el conocimiento científico estuvo relacionado con las aplicaciones tecnológicas que ayudaran a “aminorar situaciones críticas de la alimentación, agricultura, minería, [...] o alternativas técnicas”.³⁹ Esto lo llevó a concluir que la “prensa ilustrada” incentivó el desarrollo de una “conciencia americana” entre los criollos novohispano.

Por su parte, José Juan Saldaña, en “Science and Public Happiness during the Latin American Enlightenment”,⁴⁰ partió de la existencia de “Ilustración científica en América que como en Europa, fue una actitud mental más que una corriente científica o filosófica aceptada por unanimidad [...] los nuevos valores que se propagaron entre los hispanoamericanos,

³⁵ Véase capítulo “Stars”, O’Hara, 42–75.

³⁶ Saladino identificó que la Ilustración novohispana fue una corriente “elitista” promovida por los Borbones, que estuvo caracterizada por el intento de utilizar los conocimientos científicos como una “panacea” para solucionar los problemas a los que se enfrentaban los distintos sectores de la sociedad, como los mineros o los agricultores. Asimismo, plantea que su preferencia por la ciencia derivada de la Revolución Científica hizo partícipes a los criollos de la élite intelectual de “esta novedad de la modernidad”. Alberto Saladino García, *Ciencia y prensa durante la ilustración latinoamericana* (Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 1996).

³⁷ Eli de Gortari, *La ciencia en la historia de México* (México: Fondo de Cultura Económica, 1963).

³⁸ Elías Trabulse, *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*, 2a ed. (México: Fondo de Cultura Económica, 2017).

³⁹ Saladino García, *Ciencia y prensa durante la ilustración latinoamericana*, 80.

⁴⁰ Juan José Saldaña, “Science and Public Happiness in Latin American Enlightenment”, en *Science in Latin America. A history* (Austin: University of Texas Press, 2006), 51–92.

[estaban] en franca oposición a los valores que eran considerados tradicionales o viejos”⁴¹. El historiador puso particular atención a la prensa hispanoamericana dado que los conocimientos científicos⁴² eran difundidos a través de estos medios. Saldaña afirmó que ese tipo de publicaciones fueron un reflejo de la “ilustración” en la que se encontraban los novohispanos. Por último, también identificó que los criollos tuvieron un interés identitario en el estudio de la ciencia que les ayudaría a instaurar la “patria del criollo”.⁴³

José Luis Peset en “La ciencia en la España ilustrada”⁴⁴ aseguró que la llegada de los Borbones la Monarquía española “supuso [...] un mayor interés por la ciencia”, lo cual se vio reflejado en las instituciones de corte ilustrado que implementaron. Al tratar el caso de la Nueva España, Peset resaltó los problemas que sus habitantes tuvieron con las autoridades virreinales, derivados de las discusiones científico-técnicas aparecidas en los “papeles periódicos” que editaron. Como ejemplo de esta actitud, resaltó la figura de José Antonio Alzate, quien en sus *Gazetas de Literatura* (1788-1795)⁴⁵ buscó una “ciencia” que se conciliara a la “modernidad” con la “tradicción”. Esto llevó al historiador a concluir que existió un “saber ilustrado internacional” y a dar una interpretación teleológica al considerar que “estos criollos supieron escribir las primeras páginas que anuncian las naciones que habían de venir”.⁴⁶ Así, también asoció la producción de publicaciones periódicas de corte científico a un “nacionalismo” entre las élites criollas.

Jean-Pierre Clément en su estudio titulado “La Ciencia en la prensa periódica novohispana”⁴⁷ analizó el impacto que tuvo la *Gazeta de Literatura de México* en la sociedad novohispana. Para contextualizar la publicación periódica, a la que consideró un reflejo del pensamiento ilustrado, el historiador francés primero ofreció un breve panorama del estado de las ciencias en Europa. Aunque Clément afirmó que la ciencia americana tuvo “un retraso lógico para con la Metrópoli”, consideró que José Antonio Alzate desempeñó un papel intelectual de

⁴¹ Saldaña, 55.

⁴² Por “nueva ciencia” el autor englobó los sistemas filosóficos teorizados por Isaac Newton, Robert Hooke, Christiaan Huygens y Gottfried Leibniz.

⁴³ Saldaña, “Science and Public Happiness in Latin American Enlightenment”, 86.

⁴⁴ José Luis Peset, “La ciencia en la España ilustrada”, en *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Publicacions de la Universitat de València, 2008), 23–39.

⁴⁵ Véase José Antonio de Alzate y Ramírez, *Gacetas de literatura de México* (Puebla: Hospital de S. Pedro, 1831), http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080024484_C/1080024484_C.html.

⁴⁶ Peset, “La ciencia en la España ilustrada”, 36.

⁴⁷ Jean-Pierre Clément, “La Ciencia en la prensa periódica hispanoamericana del siglo XVIII”, *El Argonauta español*, núm. 14 (2017), <https://journals.openedition.org/argonauta/2617>.

“primer orden”. El autor también concluyó que los hispanoamericanos estuvieron interesados en la aplicación de la ciencia para fines prácticos y que los editores de publicaciones periódicas tuvieron un fuerte apego por su lugar de origen, lo que “favoreció el nacimiento del sentimiento nacional”.⁴⁸

Thomas Calvo en “Ciencia, cultura y política ilustradas (Nueva España y otras partes)”⁴⁹ se centró en estudiar las relaciones que existieron entre el “Estado, sociedad y naturaleza americana [...] [que] se encontraron enmarcadas en las Luces americanas”.⁵⁰ Entre sus representantes identificó a Alzate, quien, a su consideración, defendió una filosofía “eclectica”. El historiador también se interesó en analizar el contenido de las *Gazetas de Literatura de México*. A partir de una división temática de los temas tratados por Alzate, Calvo concluyó que el novohispano tenía un pensamiento pragmático “que se desborda más allá de su ámbito directo, y es como el portal al mundo de la economía”,⁵¹ donde exaltó la importancia de la naturaleza americana.

Con respecto al pensamiento particular de los autores, cabe destacar que el alzaltiano ha sido el más estudiado. Uno de los trabajos más relevantes al respecto es el de Roberto Moreno, titulado *Un eclesiástico criollo frente al Estado borbón*,⁵² en donde el autor hace énfasis en algunos rasgos del temperamento del eclesiástico para poder explicar las disputas intelectuales en las que se vio envuelto a lo largo de su vida. Por otro lado, el análisis realizado por el filósofo Rafael Moreno, “La concepción en la ciencia de Alzate”,⁵³ tiene como propósito estudiar la significación que el criollo tuvo de la ciencia, con la intención de comprender el pensamiento ilustrado de la Nueva España. Moreno concluyó que el novohispano buscó unificar el conocimiento teológico con ayuda de la “buena física”⁵⁴, basada en la observación directa de la

⁴⁸ Clément.

⁴⁹ Thomas Calvo, “Ciencia, cultura y política ilustradas (Nueva España y otras partes)”, en *Las reformas borbónicas, 1750-1808*, Historia crítica de las modernizaciones en México 1 (México: Centro de Investigación y Docencia Económicas/ Fondo de Cultura Económica/ Consejo Nacional de la Cultura y las Artes/ Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México/ Fundación Cultural de la Ciudad de México, 2019), 83–130.

⁵⁰ Calvo, 86.

⁵¹ Calvo, 116.

⁵² Roberto Moreno y Edmundo O’Gorman, *Un eclesiástico criollo frente al estado Borbón: discurso* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1980).

⁵³ Rafael Moreno, “La concepción de la ciencia en Alzate”, *Historia Mexicana* 13, núm. 3 (1964): 346–78.

⁵⁴ Moreno identifica a la “buena física” desarrollada por Alzate como un saber de la naturaleza que no desprecia a la teología y las verdades del cristianismo. Así, los aparatos y las observaciones fungían como modos necesarios de saber. En esta disciplina “los hombres se encargan de los asuntos de la filosofía natural” pero no

naturaleza, como único medio de conocer al “creador”. Para realizar este perfil, Moreno utilizó exclusivamente los textos de la *Gazeta de literatura de México*.

María de la Paz Ramos Lara, en “Alzate y la Física en el siglo XVIII”,⁵⁵ analizó los temas de física en lo que el novohispano se interesó. De acuerdo con esta investigación, Alzate se inclinó por los aspectos utilitarios que le permitieran proponer soluciones técnicas a los diversos problemas, entre ellos los geográficos, que aquejaban a la Nueva España. Por ejemplo, el presbítero utilizó la física para justificar por qué la altura y el clima del virreinato generaban un cielo más benigno que el europeo para practicar la astronomía observacional.⁵⁶ Por otra parte, Ramos, en “Alzate y la física en sus *Gacetas de Literatura*”,⁵⁷ se enfocó en analizar el “programa general del estado de la física” para mostrar que Alzate estaba al tanto del mismo y lo utilizó para su propio proyecto. Por ejemplo, la historiadora señala que le proporcionó “armas” para refutar las posiciones científicas de otros intelectuales.⁵⁸

Respecto al saber geográfico del presbítero, Luz Fernanda Azuela Bernal, en “La propuesta de Alzate en torno al debate sobre la verdadera figura de la Tierra”,⁵⁹ aseguró que la geografía había sido influenciada por la “revolución newtoniana” que establecía a la Tierra como un cuerpo esférico. Lo anterior, implicó la “reelaboración de toda la cartografía y prácticamente la refundación de la disciplina [geográfica]”.⁶⁰ Debido a la importancia de esta aseveración, que cambiaba los paradigmas de la filosofía natural aristotélica, se idearon diversos métodos para su comprobación. Alzate, señala la autora, participó activamente en esta discusión, defendió la tesis newtoniana e incluso propuso un método para su demostración, lo que mostraba el interés del novohispano por la actividad científica a pesar de los obstáculos a los que se

separa a teología y a la física en dos órdenes distintos, la doctrina religiosa no determinaba la falsedad de un principio; pero el estudio de la naturaleza no debía contradecir la fe.

⁵⁵ María de la Paz Ramos Lara, ed., “Alzate y la física en el siglo XVIII”, en *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana* (Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000), 131–42.

⁵⁶ Ramos Lara, 137.

⁵⁷ María de la Paz Ramos Lara, “Alzate y la física en sus *Gacetas de Literatura*”, en *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez* (México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001), 403–30.

⁵⁸ Ramos Lara, 422.

⁵⁹ Luz Fernanda Azuela Bernal, ed., “La propuesta de Alzate en torno al debate sobre la verdadera figura de la Tierra”, en *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana* (Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000), 143–206.

⁶⁰ Azuela Bernal, 144–45.

enfrentó, como la falta de apoyo por parte de las autoridades.⁶¹

Héctor Mendoza Vargas, en “La geografía en las *Gacetas de Literatura*”,⁶² para Alzate la geografía aportaba a las actividades que consideró más importantes, entre ellas la navegación y el afianzamiento de los dominios. Para la creación de un atlas cartográfico de la Nueva España, el bachiller sugirió que las autoridades cooperaran con los “párrocos del reino” quienes serían los encargados de recopilar la información.⁶³ También, Mendoza señala que Alzate, al examinar materiales geográficos de Europa, se percató de la falta de exactitud que tenían, sobre todo en la posición geográfica de la capital novohispana.⁶⁴ Por su parte, Azuela Bernal y José Omar Moncada Maya, en “La geografía en las *Gacetas de Literatura*”⁶⁵ aseguraron que Alzate, a través de sus publicaciones periódicas, Alzate fue el divulgador más importante de la geografía en la Nueva España. Además, contribuyó a su estudio, al cual enmarcó dentro de las matemáticas, al realizar mapas y estudios precisos sobre el suelo novohispano.⁶⁶ Asimismo, Azuela y Moncada enfatizaron que la “exaltación nacionalista” de la naturaleza permeó a lo largo de sus descripciones.

Fiona Clark, en su investigación “‘Read All About it’ Science, Translation, Adaptation, and Confrontation in the *Gazeta de Literatura de México, 1788-1795*”,⁶⁷ examinó el uso y la forma de presentar las obras europeas de Alzate. A partir de un análisis comparativo, la historiadora determinó que en la *Gazeta de Literatura* se pueden encontrar traducciones de otros periódicos de la época de diversas partes del mundo. Esto sería un reflejo de las conexiones globales de la Nueva España y la facilidad que sus habitantes tuvieron para adquirir información proveniente de Europa. Asimismo, subrayó el sentimiento de pertenencia que gozó Alzate y que utilizó para “justificar la validez de sus propias opiniones”.⁶⁸ La historiadora retomó los estudios

⁶¹ Azuela Bernal, 151.

⁶² Héctor Mendoza Vargas, ed., “Alzate y la geografía francesa: el proyecto y las propuestas para la Nueva España”, en *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana* (Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000), 207–19.

⁶³ Mendoza Vargas, 213.

⁶⁴ Mendoza Vargas, 214.

⁶⁵ Luz Fernanda Azuela Bernal y José Omar Moncada Maya, “La geografía en las *Gacetas de Literatura*”, en *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez* (México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001), 431–50.

⁶⁶ Azuela Bernal y Moncada Maya, 440.

⁶⁷ Fiona Clark, “‘Read All About It’: Science, Translation, Adaptation, and Confrontation in the *Gazeta de Literatura de México, 1788–1795*”, en *Science in the Spanish and Portuguese Empires, 1500-1800* (Stanford: Stanford University Press, 2008), 147–77.

⁶⁸ Clark, 173.

de David Brading⁶⁹ y de Jorge Cañizares-Esguerra⁷⁰ sobre el “patriotismo criollo” y las “epistemologías patrióticas” para concluir que “en las manos de Alzate la prensa periódica se convirtió en una herramienta con la que intentó emprender una defensa científicamente precisa en un esfuerzo por superar el daño sufrido por los teóricos europeos”.⁷¹ Es decir, para el novohispano la publicación periódica sirvió como medio para la expresión y la promoción de lo americano.

Respecto a la obra de Bartolache, Mauricio Sánchez Menchero,⁷² desde la historia de la lectura, buscó rehacer todo el proceso de “resignificación” que este personaje y Alzate hicieron al momento de consultar las diversas obras científicas en su posesión. Menchero concluyó que las publicaciones de estos dos personajes dieron origen a una “lectura moderna”, para la cual las obras debían convertirse en un santuario de ideas que dieran paso a una lectura crítica⁷³. Por otra parte, Sofía Calzada-Orihuela,⁷⁴ en su tesis de doctorado titulada *El Mercurio volante: el espacio público y el discurso científico ilustrado en la Nueva España*, investigó las complejidades y paradojas de la Ilustración en el contexto novohispano. Para Calzada-Orihuela, la obra de Bartolache recogió rasgos del pensamiento político del México colonial tardío bajo la Casa de Borbón, consolidándolo en la esfera pública⁷⁵.

Sobre la publicación de Diego de Guadalajara, la historiografía es mucho más reducida. Juan Manuel Espinosa Sánchez en su artículo “Diego de Guadalajara y la física Newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”⁷⁶ estableció que el relojero novohispano

⁶⁹ Brading, *Los orígenes del nacionalismo mexicano*.

⁷⁰ Jorge Cañizares-Esguerra, “Chivalric Epistemology and Patriotic Narratives”, en *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World* (Stanford: Stanford University Press, 2006), 7–13.

⁷¹ Clark, “‘Read All About It’: Science, Translation, Adaptation, and Confrontation in the *Gazeta de Literatura de México*, 1788–1795”, 155.

⁷² Mauricio Sánchez Menchero, *El corazón de los libros: Alzate y Bartolache: lectores y escritores novohispanos (s. XVIII)* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2012).

⁷³ En este caso, Sánchez Menchero hace referencia a lo que entendía Diderot por crítica: “la que demuestra las verdades antiguas, el orden de su exposición y el descubrimiento de las nuevas verdades” (*Ibidem*, 39).

⁷⁴ Sofía Calzada-Orihuela, “El Mercurio volante: el espacio público y el discurso científico ilustrado en la Nueva España” (tesis para obtener el título de doctor en filosofía, Universidad de Maryland, 2013).

⁷⁵ Para la autora, lo público se extiende más allá de lo que está bajo el control del Estado, por lo que se consolida como esfera pública por medio de las prácticas, discursos e instituciones, formando parte del Estado mismo en una relación de codependencia. Así, el espacio público novohispano estaba constituido por individuos que respaldaban las tendencias ilustradas, los cuales eran mayoritariamente criollos, que se comunicaban entre ellos.

⁷⁶ Juan Manuel Espinosa Sánchez, “Diego de Guadalajara y la física newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”, *Boletín del Archivo General de la Nación* 8, núm. 02 (1): 47–63.

era un newtoniano, dado que que mencionó el concepto de “potencia motriz”. Asimismo, en *Newton en la ciencia novohispana*,⁷⁷ Espinosa identificó a Guadalajara, a través de un análisis prosopográfico, como parte de una “generación”, que definió como un núcleo humano donde la vida intelectual queda enmarcada en un tiempo espacio particular, a la que Alzate y Bartolache también pertenecieron. Esta se caracterizó porque sus miembros adquirieron conocimientos matemáticos a través de los colegios de jesuitas y de la Real y Pontificia Universidad de México y su avocación a la filosofía newtoniana.⁷⁸

El análisis de la historiografía sobre las publicaciones periódicas permite identificar que su producción se ha asociado predominantemente al periodo de las Reformas Borbónicas, la existencia de una “Ilustración hispanoamericana” y al desarrollo de un “patriotismo criollo”. Aunque este trabajo también se enmarca en la tercera línea, la lectura de *The Spatial Reformation: Euclid Between Man, Cosmos, and God*⁷⁹ hizo que cuestionara cómo los autores novohispanos conceptualizaron y abstrajeron el mundo que los rodeaban. El tiempo y la posición son los parámetros fundamentales para caracterizar la dinámica de un sistema físico. Así, el objetivo de esta investigación histórica se transformó para indagar cuáles fueron los conceptos de tiempo y espacio que los creadores de las publicaciones periódicas novohispanos defendían al construir su identidad a partir del conocimiento geográfico.

Como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, las fuentes principales de esta investigación son las publicaciones periódicas editadas entre 1768 y 1777: *Diario literario de México* (1768)⁸⁰ y *Asuntos varios sobre ciencias y artes* (1772-1773),⁸¹ ambos escritos por Alzate; *Mercurio Volante con noticias importancia i curiosas sobre varios asuntos de física y medicina* (1772-1773)⁸² de Bartolache y las *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulación, así mismo de algunos otros*

⁷⁷ Juan Manuel Espinosa Sanchez, *Newton en la ciencia novohispana* (Quintana Roo: Universidad de Quintana Roo, 2014).

⁷⁸ Espinosa Sanchez, 41.

⁷⁹ Michael J. Sauter, *The Spatial Reformation: Euclid Between Man, Cosmos, and God* (University of Pennsylvania Press, 2018).

⁸⁰ José Antonio de Alzate y Ramírez, *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*. (México: Imprenta de la Bibliotheca Mexicana, 1768).

⁸¹ José Antonio de Alzate y Ramírez, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periodica dedicada al Rey N. Ser. (que Dios guarde)* (México: Imprenta de la Bibliotheca Mexicana del Lic. D. Josef de Jauregui, 1772).

⁸² José Ignacio Bartolache, *Mercurio Volante: con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de Fisica i Medicina* (México: en casa de D. Felipe de Zúñiga i Ontiveros, 1772).

instrumentos, con metodo para su mejor conservación (1777),⁸³ redactado por Guadalajara. El motivo por que se dejó a un lado el estudio de la *Gazeta de literatura de México* se debió, en primer lugar, a su extensión. Por otra parte, su contenido ha sido ampliamente estudiado por la gran mayoría de los historiadores referidos anteriormente. Así, para poder obtener conocimiento nuevo que complemente estas investigaciones, se decidió analizar más a fondo el resto de la literatura alzaltiana. Sin embargo, no se descartará la discusión con los historiadores que han contribuido a su estudio y poder contrastar así las conclusiones a las que se lleguen.

Debido a que el corpus documental está centrado en explicar las ideas de tiempo y espacio de Alzate, Bartolache y Guadalajara, las conclusiones a las que se llegan en esta tesis corresponden únicamente a la red intelectual a la que pertenecían. Aún falta analizar las visiones de otros grupos sociales igualmente importantes para la historiografía novohispana, como el de las mujeres, los pueblos de indios, los miembros de las órdenes religiosas, los españoles que emigraron a América y las personas de origen asiático y africano. Por lo tanto, aunque los resultados de esta investigación aportan al conocimiento sobre las prácticas temporales y espaciales producida en la Nueva España, de ninguna manera son generalizables, ni definitivos.

De tal forma, *Un microuniverso en la palma de la mano*, al interesarse en los conceptos de tiempo y espacio, también contribuye al estudio de los sistemas filosóficos naturales a los que Alzate, Bartolache y, principalmente, de Guadalajara, personaje pocas veces abordado en la historiografía, al momento de escribir sus textos, lo que permite develar que las publicaciones periódicas servían como una plataforma intelectual para la difusión del conocimiento propiamente novohispano. Es decir, tenían un propósito más allá de simples medios de difusión y crítica del conocimiento europeo. Por la naturaleza de las preguntas que guían la investigación, la perspectiva de la Historia Intelectual⁸⁴ ofrece un marco analítico para desarticular los conceptos de tiempo y espacio defendidos durante el siglo XVIII, al ser un ejercicio hermenéutico que permite dilucidar cómo los agentes históricos conceptualizaron su mundo a través del pensamiento.⁸⁵ El lenguaje, al estar asociado a la construcción de una realidad particular, es el

⁸³ Diego de Guadalajara Tello, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes. Papeles periódicos. Reproducción Fascimular del primer periódico especializado en el mundo sobre relojes y la primera obra escrita en castellano sobre esta materia.*, Edición privada José L. Cossío (México: Vargas Rea, 1968).

⁸⁴ Richard Whatmore, *What Is Intellectual History?* (Cambridge: John Wiley & Sons, 2016).

⁸⁵ James Livesey, "Intellectual History and the History of Science", en *Palgrave Advances in Intellectual History*, ed. Richard Whatmore y Brian Young, Palgrave Advances (London: Palgrave Macmillan UK, 2006), 135.

medio más accesible para desentrañar las ideas del pasado.⁸⁶ Por lo tanto, en este trabajo se conserva la grafía, gramática y sintaxis original de todos los documentos consultados. Esto permitió identificar, con ayuda de diferentes diccionarios de la época,⁸⁷ los significados que tenían las palabras al momento que fueron escritas, cuyos matices corrían el riesgo de ser eliminados al momento de “modernizar” el idioma.

La conservación de las categorías es una forma de contrarrestar la imposición de categorías analíticas como “Ilustración” o “Revolución Científica”⁸⁸ ampliamente utilizadas en la historiografía sobre las publicaciones periódicas de Alzate, Bartolache y Guadalajara. Sebastian Conrad⁸⁹ reconoció que la Ilustración fue un fenómeno global al ser una respuesta a la integración global y el intercambio transfronterizo⁹⁰ que se generó durante la *modernidad temprana*⁹¹ e interpretó el cuestionamiento de los criollos novohispanos hacia las teorías europeas como una muestra del uso de un “vocabulario ilustrado”.⁹² Sin embargo, Cañizares-Esguerra, quien fue citado por Conrad, se distanció de tal postura al considerar que la producción de los intelectuales de la América española estaba más asociados a la construcción de epistemologías críticas y alternativas a los lenguajes políticos generados por los filósofos ilustrados de Europa.

⁸⁶ Donald R. Kelley, “Intellectual history and cultural history: the inside and the outside”, *History of the Human Sciences* 15, núm. 2 (2002): 11–12.

⁸⁷ Sebastián de Covarrubias Orozco, *Tesoro de la lengua castellana, o española* (En Madrid: por Luis Sanchez, 1611); Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”, *Diccionario histórico de la lengua española*, 2012, <https://webfirl.rae.es/DA.html>.

⁸⁸ El concepto “Revolución Científica” hace referencia al origen de las ciencias moderna, como la física, la química o la biología, en Europa entre los siglos XVI y XVII. Se establece que este cambio epistémico fue producto de la utilización de nuevos aparatos e instrumentos para realizar observaciones tanto de los cuerpos celestes como de los fenómenos terrestres que introdujo una nueva interpretación de la naturaleza. Para una revisión crítica de este concepto, véase Steven Shapin, *La revolución científica: Una interpretación alternativa* (Madrid: Grupo Planeta (GBS), 2000); David Wootton, *The Invention of Science: A New History of the Scientific Revolution* (London: Penguin UK, 2015).

⁸⁹ Sebastian Conrad, “Enlightenment in Global History: A Historiographical Critique”, *The American Historical Review* 117, núm. 4 (2012): 999–1027.

⁹⁰ Conrad, 1001.

⁹¹ Esta categoría suele ubicarse temporalmente entre 1500 y 1789; sin embargo, se ha criticado su periodización bajo el argumento de que se trata, más bien, de una “calidad de la experiencia social”. A pesar de estos debates, la historia global la ha retomado para estudiar las relaciones comerciales, políticas y culturales que establecieron los imperios europeos con sus colonias en América y África a través del Atlántico. Para más información sobre su uso, véase Marshall Berman, *All That Is Solid Melts Into Air: The Experience of Modernity* (Nueva York: Penguin Group, 1982); Peter Osborne, “Modernity Is a Qualitative, Not a Chronological, Category: Notes on the Dialectics of Differential Historical Time”, en *Postmodernism and the Re-Reading of Modernity* (Manchester: Manchester University Press, 1992).

⁹² Conrad, “Enlightenment in Global History: A Historiographical Critique”, 1012.

Por otro lado, Elías Trabulse, a pesar de ser uno de los máximos exponentes de esta corriente historiográfica junto con Saldaña, señaló que entender la ciencia novohispana del siglo XVIII desde la idea de una “Ilustración Hispanoamericana” produjo una “visión heroica” que, a pesar de aportar datos válidos, “resulta insatisfactoria históricamente”.⁹³ De acuerdo con el historiador mexicano, la nueva historiografía de la ciencia novohispana debe preguntarse cuáles eran los intereses extracientíficos, es decir políticos, económicos y religiosos, que guiaron a los intelectuales novohispanos a decantarse por estrategias y epistemologías diferentes a las europeas para la solución de problemas globales. Es decir, es un llamado a trascender la interpretación unilateral del “científico” guiado únicamente por su deseo de conocimiento que sorteó las dificultades que le impedían cumplir su misión por una donde se evidencien sus vínculos con otros sectores de la sociedad, como las autoridades virreinales, el clero, y los comerciantes.

En el capítulo 1, se muestra como la Monarquía Hispánica, con la intención de establecer la “imagen hispánica del mundo” y afianzar su poder sobre las “Indias”, patrocinó la conversión de la Casa de Contratación en un centro de investigación cosmográfica. El cálculo “exacto” de la longitud provocó que los cosmógrafos ibéricos idearan distintos mecanismos. La observación de los eclipses, debido a su simpleza, fue la metodología predilecta. Debido a la importancia que tenía la Nueva España, se enviaron cosmógrafos para que recopilaran información geográfica y natural, quienes establecieron las bases de una “cosmografía novohispana”. Este capítulo busca evidenciar el fervor por la “exactitud” y la “universalización” del conocimiento a una escala “imperial” y su relación con la longitud geográfica.

En el capítulo 2, se aborda la institucionalización de la cosmografía novohispana en la Cátedra de Astrología y Matemáticas, fundada en la primera mitad del siglo XVII en la Real y Pontificia Universidad de México. A partir de la obra de Carlos de Sigüenza y Góngora, quien ocupó el cargo de 1672 a 1693, se estudia como el conocimiento geográfico fue utilizado para defender la autonomía e intelectualidad de los novohispanos. En la segunda mitad del siglo XVIII, esta actitud fue retomada por Bartolache y Alzate quienes utilizaron la observación del Tránsito de Venus de 1769 y sus publicaciones periódicas para impulsar su proyecto político-

⁹³ Patricia Aceves Pastrana, “La ciencia de la Ilustración Mexicana: alcances y límites de una tradición historiográfica”, en *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez* (México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001), 30.

identitario-intelectual de lo “americano”. Este apartado tiene como propósito mostrar cómo la medición exacta del tiempo conformó una comunidad de conocimiento de escala “virreinal”.

Por último, el capítulo 3 se centra en el análisis de la publicación periódica de Diego de Guadalaxara, dedicada exclusivamente a la horología. La distinción que hace Guadalaxara entre relojes “públicos” y “privados” motiva la discusión en torno a lo “público” y lo “privado” en la Nueva España. Asimismo, el uso extensivo del término “Sociedad civil” llevó a un examen sobre su significado y los sujetos que eran considerados parte de ella. Por último, la concepción del mundo del relojero y editor lleva a una reflexión sobre sus conceptos de tiempo y espacio. Este capítulo tiene como objetivo señalar cómo la “exactitud del tiempo” impactó en la cotidianidad. Es decir, está relacionado con la medición del tiempo a partir de relojes de bolsillo en la vida cotidiana.

Un microuniverso en la palma de la mano es una respuesta a la estimulante crítica de Trabulse, al mostrar que las prácticas científicas novohispanas que se han asociado con “cambios de paradigmas”⁹⁴ también son producto de continuidades y reformulaciones de ideas supuestamente “antiguas” que conviven con las “modernas”. El interés de los novohispanos por conciliar la “ciencia moderna” con su catolicismo ha sido interpretado como muestra del eclecticismo que caracterizó la “Ilustración novohispana”. En su lugar, en este trabajo se propone que era una práctica heredada de la cosmografía novohispana de los siglos XVI y XVII desarrollada en un contexto ajeno al de la “Ilustración”. Como lo muestra el plan de estudios de la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México, fundada en 1637, la construcción de un conocimiento cosmográfico, relacionado a la descripción racional del mundo, se hacía a partir de la lectura tanto de textos “clásicos” como novedosos. Así, el supuesto “eclecticismo” de los autores de publicaciones periódicas puede explicarse como la reformulación de una tradición de conocimiento desarrollada en la Casa de Contratación de Sevilla, que los novohispanos apropiaron y modificaron de acuerdo con sus propias inquietudes y necesidades. Los conceptos de tiempo y espacio que eligieron Alzate, Bartolache y Guadalaxara satisficieron, al mismo tiempo, intereses filosóficos, políticos, económicos e identitarios.

⁹⁴ Trabulse, *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*.

I. EN BÚSQUEDA DE LA LONGITUD: EL DOMINIO SOBRE LOS MARES, EL TIEMPO Y EL ESPACIO

En el siglo XV, los viajes de exploración y conquista emprendidos por las potencias ibéricas intensificaron la navegación a través de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico.⁹⁵ Tanto los portugueses como los hispánicos tuvieron el propósito de encontrar nuevas rutas marítimas que les permitieran comerciar con Asia sin necesidad de cruzar el Mediterráneo. El monopolio del Reino de Portugal sobre la Ruta del Cabo⁹⁶ provocó que la Corona de Castilla tratara de expandir su zona de influencia política y comercial hacia el oeste, lo que tensó la relación entre ambos poderes.

Las rutas marítimas sobre el Mediterráneo eran posibles gracias a la navegación “por estima” que, como su nombre lo indica, consiste en *estimar* la posición de la nave a partir de la ubicación del punto de salida, el “rumbo” o dirección, determinada con ayuda de una brújula, y la velocidad, calculada con una corredera. Aunque esta técnica permitía establecer un comercio de grandes distancias, la falta de precisión intrínseca podía provocar desenlaces fatales. Por ejemplo, debido a los cambios estrepitosos en las corrientes marinas, los navegantes corrían el riesgo de modificar su dirección y extraviarse en la inmensidad del mar. Asimismo, debido a un mal cálculo, las naves podían colisionar con puertos o islas que no estaban consideradas dentro de las rutas. Así, el desarrollo de formas de navegación más exactas era uno de los problemas fundamentales para aquellas potencias expansionistas.

Determinar con exactitud la posición, tanto tierra como en mar, y con esto implementar rutas de navegación más rápidas y seguras, representó una problemática de difícil solución debido a los instrumentos de navegación que se tenían disponibles en el momento. Por otra parte, los ibéricos asociaron la exactitud un modo particular de imaginar el espacio: el utilizado por Ptolomeo en la *Geographia*,⁹⁷ que consiste en un sistema de círculos paralelos al eje terrestre, llamados paralelos de latitud, y por semicírculos cuyos extremos son colocados en los

⁹⁵ Para más información, véase Serge Gruzinski, *El Águila y el dragón: desmesura europea y mundialización el el siglo XVI*, Historia (México: Fondo de Cultura Económica, 2018).

⁹⁶ Es una ruta marítima que conecta Lisboa con Calicut, ubicado al suroeste de la India, a través del Cabo de Buena Esperanza, localizado en el poniente de lo que actualmente es Sudáfrica. El primer personaje en navegar esta ruta fue Vasco da Gama (1460/1469-1524) entre 1497 y 1498. Para más información sobre las rutas de navegación establecidas tras el viaje de Gama, véase Robert S. Wolff, “Da Gama’s Blundering: Trade Encounters in Africa and Asia during the European ‘Age of Discovery,’ 1450-1520”, *The History Teacher* 31, núm. 3 (1998): 297–318.

⁹⁷ Ptolomeo, Arnold Buckinck, y Konrad Sweynheim, *Geografía (Clavdii Ptholemei Alexandrini philosophi Cosmographia)* (Roma: Arnold Buckinck, 1478).

polos Norte y sur, conocidos como meridianos de longitud. Este sistema coordenado genera una “cuadrícula”⁹⁸ que posibilita el cálculo geométrico de la posición relativa que existe entre dos lugares. Así, los ibéricos *geometrizaron* el espacio con la finalidad de dominar los mares.

Para determinar la posición de cualquier punto en este sistema de coordenadas geográficas, primero es necesario establecer un sistema de referencia inicial, es decir, se debe definir un paralelo de latitud cero y un meridiano de longitud cero. El primero de ellos, conocida como el Ecuador,⁹⁹ se establece en función del eje de rotación de la Tierra y la órbita que desplaza alrededor del Sol. De esta forma, la latitud de una localidad o un punto en la esfera refiere a la posición en dirección Norte o Sur con respecto al Ecuador. Por lo tanto, para calcularla, tanto en tierra como en mar, bastaba con medir la altura del Sol respecto al horizonte con ayuda de astrolabios¹⁰⁰ y sextantes.¹⁰¹

Por otra parte, el establecimiento del meridiano de longitud de referencia, o simplemente longitud cero, representó una tarea problemática al estar asociada únicamente con el movimiento diurno de la Tierra, en otras palabras, con el movimiento *aparente* de la bóveda celeste, en dirección este a oeste. Lo anterior significa que, tanto en tierra como en mar, el cálculo de la longitud está delimitado exclusivamente por la capacidad de medición del tiempo en dos puntos simultáneamente. Por lo tanto, en términos temporales, la longitud es la diferencia entre la hora local y la del meridiano de referencia, el cual es seleccionado arbitrariamente. Fue hasta 1884, durante la Conferencia Internacional del Meridiano, llevada a cabo en Washington D.C., Estados Unidos, que se acordó que el Meridiano de Greenwich sería la “longitud cero”.¹⁰²

En el presente capítulo se analiza la génesis del denominado “problema de la longitud” en el Mundo Hispánico con la finalidad de evidenciar que, además de una problemática política,

⁹⁸ No debe confundirse con un sistema coordenado cartesiano debido a que la esfera no es un espacio euclideo. Lo anterior se debe a que, en una esfera, la suma de los ángulos de un triángulo no es igual a 180°, lo cual viola el quinto postulado de Euclides. No obstante, al considerar regiones lo suficientemente pequeñas, la suma de los ángulos de un triángulo es cercana a los 180°, por lo que se dice es una superficie localmente euclidiana donde es válido utilizar la geometría propuesta por Euclides.

⁹⁹ Del latín medieval *aequator* que significa “igualador (de día y de noche)”. Edgar Woolard, *Spherical Astronomy* (Elsevier, 2021), 443.

¹⁰⁰ El astrolabio era utilizado para medir la altura angular (en grados de arco) con el propósito de determinar la posición de los objetos celestes a partir del horizonte. Es decir, determina la latitud geográfica del observador.

¹⁰¹ El sextante permite determinar el ángulo que existe entre dos objetos. En la navegación, se utilizaba como referencia el horizonte y el Sol, lo que permitía calcular la longitud a la que se encontraba el observador.

¹⁰² Para más información sobre las consecuencias de este evento en las formas de conceptualizar y medir el tiempo, véase Scott Alan Johnston, *The Clocks Are Telling Lies: Science, Society, and the Construction of Time* (Montreal: McGill-Queen’s University Press, 2022).

implicó una reconceptualización del espacio y del tiempo que dieron origen a lo que en este trabajo se denomina “la imagen hispánica del mundo”. De esta forma, se estudian los diferentes métodos propuestos por los pilotos y cosmógrafos hispánicos para la determinación de la longitud, tanto en tierra como en mar, quienes realizaron sus prácticas dentro de las instituciones monárquicas. También, se muestra la importancia que tuvo la Nueva España en la aplicación de los procedimientos ideados para dar solución a esta problemática espaciotemporal y el interés de sus habitantes por el conocimiento cosmográfico.

I.1 Las tres caras del “problema de la longitud” y la construcción de “la imagen hispánica del mundo”

A través del *Tratado de Alcáçovas* (1479), Alfonso V (1438-1477) y su hijo, Juan II de Portugal, (1481-1495) y los Reyes Católicos, Fernando II de Aragón (1479-1516) e Isabel I de Castilla (1487-1504), buscaron poner fin a las rivalidades entre el reino de Portugal y Castilla ocasionados por la posesión de territorios en el Atlántico y en el norte de África. Con este documento, fue ratificado en 1481 por el Papa Sixto IV a partir de una bula *Aeterni Regis*,¹⁰³ los lusos, a cambio de renunciar al trono de Castilla y reconocer el derecho de las Islas Canarias a los hispánicos, aseguraron el control sobre todos los dominios australes a estas islas, lo que les permitió monopolizar la Ruta del Cabo.

La llegada de las flotas hispánicas a las islas del Caribe en 1492 incentivó a la Corona de Castilla a buscar los medios necesarios para asegurar su posesión. El Papa Alejandro VI, quien redactó una serie de documentos pontificios conocidos como *bulas alejandrinas*, otorgó a los Reyes Católicos el derecho sobre “todas las islas y tierras firmes descubiertas y por descubrir, halladas y por hallar hacia el Occidente y Mediodía”.¹⁰⁴ El punto de referencia establecido por el pontífice consistió en “una línea del Polo Artico que es el Septentrión, hasta el polo Antártico que es el Mediodía [...] la cual línea diste de las islas que vulgarmente llaman Azores Cabo Verde cien leguas hacia el Occidente y mediodía”.¹⁰⁵ De esta forma, Alejandro VI seleccionó un meridiano de longitud que consolidara el monopolio hispánico sobre el Atlántico, lo que violaba el pacto previamente establecido por los reinos de Portugal y Castilla.

¹⁰³ Thomas Duve, “El Tratado de Tordesillas: ¿Una ‘revolución espacial’? Cosmografía, prácticas jurídicas y la historia del derecho internacional público”, *Revista de historia del derecho*, núm. 54 (2017): 81.

¹⁰⁴ Jorge Correa Ballester, “Las Bulas Inter coetera” (Universidad de Valencia), consultado el 3 de agosto de 2021, <https://www.uv.es/correa/troncal/resources/intercoetera.pdf>.

¹⁰⁵ Correa Ballester.

I.1.1 El Tratado de Tordesillas: la longitud como un problema político

Con la finalidad de hacer frente a las *bulas alejandrinas*, Juan II de Portugal negoció nuevos acuerdos con los Reyes Católicos conocidos como los *Tratados de Tordesillas* y firmados el 7 de junio de 1494. El primero de ellos, ratificado por los hispánicos el 2 de julio de 1494 y por Portugal el 5 de septiembre de ese mismo año, estableció

una frontera o línea recta al norte y al sur, de polo a polo, en el mencionado mar océano, desde el Ártico hasta el polo Antártico. Este límite o línea se trazará en línea recta, como se ha dicho, a una distancia de trescientas setenta leguas al oeste de las Islas de Cabo Verde, calculada por grados, o por cualquier otra forma que se considere la mejor y más rápida, siempre que la distancia no sea mayor que la mencionada.¹⁰⁶

Aquí, se revela que el mecanismo de resolución al conflicto consistió nuevamente en la constitución de un meridiano de longitud que protegiera los intereses políticos y comerciales de ambas potencias. Todas las tierras e islas que se encontraran al oriente de la división eran posesión del Rey de Portugal, mientras que los territorios al oeste pertenecían a los Reyes de Castilla “para siempre jamás”. En el segundo tratado, donde se dividió el Reino de Fez, actual Marruecos, también se hizo uso de este mecanismo al establecerse un meridiano local.¹⁰⁷

En ninguno de los *Tratados de Tordesillas* se delimitó con exactitud la longitud que ocuparían las “líneas” anteriormente descritas. Por lo tanto, el cálculo de la longitud se convirtió en un *problema político*. Esto explica por qué ambos documentos proyectaron viajes para determinar cuáles serían las posiciones exactas de ambos meridianos:

[...] para que la dicha línea [...] se haga recta y lo más cerca posible de la dicha distancia de trescientas setenta leguas al oeste de las islas de Cabo Verde, [...] dentro de los diez meses inmediatos a la fecha de este tratado sus dichos señores constituyentes despachen dos o cuatro carabelas, a saber, una o dos por cada uno de ellos, en mayor o menor número, según lo consideren mutuamente necesario. Estas naves se reunirán en la isla de Gran Canaria durante este tiempo, y cada una de las dichas partes enviará en ellas ciertas personas, a saber, pilotos, astrólogos, marineros y cualesquiera otras que consideren convenientes. [...]¹⁰⁸

Las personas encargadas de la expedición debían provenir tanto del Reino de Portugal como de la Monarquía Hispánica con la finalidad de que las mediciones se hicieran “sin perjuicio”. Es decir, se buscaba que el cálculo de la longitud de dicha división se realizara de tal

¹⁰⁶ Frances Gardiner Davenport, “Treaty between Spain and Portugal concluded at Tordesillas; June 7, 1494”, The Avalon Project. Documents in Law, History and Diplomacy (Washington, DC: The Carnegie Institution of Washington, 1917, 2008), https://avalon.law.yale.edu/15th_century/mod001.asp. [Traducción propia]

¹⁰⁷ Para más información véase “VIII. Castilla y Portugal se reparten África”, en Eufemio Lorenzo Sanz, Gloria Tejedor, y Francisco Gallego, *El Tratado de Tordesillas* (Valladolid: Junta de Castilla y León/ Anaya Educación, 1995), 56–71.

¹⁰⁸ Davenport, “Treaty between Spain and Portugal concluded at Tordesillas; June 7, 1494” [Traducción propia].

forma que considerara los intereses de ambas potencias. No obstante, aunque en el documento se especificó cómo debían realizarse los viajes en los 10 meses posteriores a la firma, estos nunca se concretaron. Por lo tanto, la ubicación del meridiano del *Tratado de Tordesillas* quedó sin precisar.

Esta falta de interés puede asociarse a la dificultad técnica que representaba, tanto para los navegantes hispánicos como portugueses, el cálculo preciso de la longitud, dado que no se contaba con mecanismos de medición del tiempo que fueran lo suficientemente precisos en el mar. Además, debe considerarse que, en esa época, los hispánicos apenas comenzaban a afianzar su dominio político en América. Esto puede explicar por qué en la cartografía castellana de la época, el meridiano de Tordesillas ni siquiera era representado. Sin embargo, cabe mencionar que los portugueses sí hicieron uso de este recurso para asegurar su posesión sobre Brasil.¹⁰⁹ Por ejemplo, en el lado izquierdo del Planisferio de Cantino (1502), copia del *Padrão Real* (véase Figura 1), se dibujó una línea recta vertical de color azul que representa la división de Tordesillas.

La producción cartográfica hispánica sufrió cambios a raíz de su institucionalización al interior de la Casa de Contratación de Sevilla. Si bien el propósito de esta institución, fundada en 1503 por los Reyes Católicos, fue la de regular el comercio entre las Indias Occidentales y ser un contrapeso de la *Casa da Índia*¹¹⁰ (1500), ubicada en Lisboa, las necesidades que surgieron de los diversos viajes de exploración a las Indias propiciaron su conversión a un centro donde se desarrollaban actividades cartográficas. En 1508, se fundó el puesto de *Piloto Mayor*, cuya función fue la de inspeccionar el trabajo de los otros pilotos contratados, verificar las cartas náuticas que se dibujaban y vigilar instrumentos que se utilizaban, así como resguardar toda información geográfica y cartográfica.¹¹¹ De esta forma, aquellos que ocuparon este cargo eran

¹⁰⁹ Antonio Sánchez Martínez, “La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Acedemia de Matemáticas de Felipe II”, *Revista de Indias* 70, núm. 250 (2010): 715–48.

¹¹⁰ La *Casa da Índia* fue una institución portuguesa, fundada por Manuel I de Portugal (1495-1521), que tenía como propósito la regulación del comercio luso en Asia y África. Debido a la importancia de la navegación para el intercambio comercial se desarrollaban actividades cartográficas, como la creación de un *Padrão real*. Para más información sobre esta institución, véase Susannah Ferreira, *The Crown, the Court and the Casa Da Índia: Political Centralization in Portugal 1479-1521*, *The Medieval and Early Modern Iberian World* (Leiden: Brill, 2015); Ângela Barreto Xavier, “The Casa da Índia and the Emergence of a Science of Administration in the Portuguese Empire”, *Journal of Early Modern History* 22, núm. 5 (2018): 327–47.

¹¹¹ Antonio Sánchez Martínez, “Los artífices del ‘Plus Ultra’: pilotos, cartógrafos y cosmógrafos en la Casa de la Contratación de Sevilla durante el siglo XVI”, *Hispania: Revista española de historia* 70, núm. 236 (2010):

navegantes experimentados en la navegación sobre el Atlántico, como lo fue Amérigo Vespucci (1454-1512), primer ocupante del cargo.¹¹²

Figura 1. Planisferio de Cantino creado en 1502 donde se observa la línea establecida por el Tratado de Tordesillas.



Fuente: Anónimo, “Planisfério de Cantino”, 1502, Biblioteca Estense Universitaria, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cantino_planisphere_\(1502\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cantino_planisphere_(1502).jpg).

A partir de 1534, la Casa de Contratación también albergó cosmógrafos, quienes conjuntaron conocimientos geográficos, cartográficos, etnográficos, históricos naturales, históricos y astronómicos¹¹³ para crear “la imagen hispánica del mundo”.¹¹⁴ Es decir, su papel, fue el de describir el mundo desde la perspectiva de la Monarquía Hispánica¹¹⁵ a partir de la unión del conocimiento de los filósofos naturales, la experiencia de los marinos y el trabajo de los cartógrafos.¹¹⁶ El Padrón Real, utilizado por los cosmógrafos como un mapa base que era

609–10.

¹¹² AGI, INDIFERENTE, 1961, L.1, F.20

¹¹³ María M. Portuondo, *Secret Science: Spanish Cosmography and the New World* (Chicago: University of Chicago Press, 2009), 1.

¹¹⁴ Para más información respecto a la construcción una imagen particular del cosmos al interior de la Monarquía Hispánica, véase Antonio Sánchez, “Cosmografía y humanismo en la España del siglo XVI: La Geographia de Ptolomeo y la imagen de América”, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. XV, núm. 354 (2011), http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-354.htm#_edn78; Carolina Martínez, “Antiguos y modernos en la construcción de una nueva imagen del mundo. El auge del género cosmográfico en el siglo XVI”, 2019.

¹¹⁵ Sánchez Martínez, “La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Acedemia de Matemáticas de Felipe II”, 724.

¹¹⁶ Vogel, “Cosmography”, 471.

corregido a partir de observaciones que los pilotos realizaban en sus viajes, era la epítome de este proyecto. Su función era de vital importancia para trazar rutas sobre el Atlántico. Así, este documento era resguardado en la Casa de Contratación en una caja con tres cerraduras y el *Piloto Mayor* debía velar por su protección.¹¹⁷

De esta forma, existió un interés político y económico en el desarrollo de la cosmografía al facilitar la creación de rutas marítimas que posibilitaran un mercado sobre el Atlántico. De esta manera, la Casa de Contratación se convirtió en el centro impulsor de aquellos interesados en la cartografía, geografía, astronomía e historia natural. Por lo tanto, en esta institución fundada y administrada por la Monarquía Hispánica se desarrolló un modelo político basado en el conocimiento centralizado y sistemático del mundo natural,¹¹⁸ sustentado en una idea particular del Cosmos.

I.1.2 La disputa por las islas Molucas: la longitud como un problema espacial

A la par del proceso de institucionalización de la práctica cartográfica en la Casa de Contratación, y con esto el proyecto político-científico de la Monarquía Hispánica, las potencias ibéricas se disputaron el dominio sobre las islas Molucas, ubicadas en la actual Indonesia, lo que reavivó la polémica alrededor de la ubicación de la línea de Tordesillas. En 1512, Fernando II de Aragón propuso al *Piloto Mayor* Juan Díaz de Solís (1470-1516) una expedición a la zona cuyo propósito era fijar un “antimeridiano”, es decir una línea meridiana exactamente opuesta al de Tordesillas que frenara el monopolio político y económico portugués en el Pacífico.¹¹⁹ Sin embargo, navegantes lusos, comandados por Francisco Serrão,¹²⁰ arribaron al archipiélago ese mismo año por lo que la iniciativa hispánica se vio interrumpida, acto que puede interpretarse como el reconocimiento de los hispánico al dominio de Portugal sobre la zona.

¹¹⁷ Antonio Crespo Sanz, “El padrón real. Una base de datos cartográfica en continua actualización”, *CT: Catastro*, núm. 76 (2012): 71.

¹¹⁸ Para más información, véase Pimentel, “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800”.

¹¹⁹ Es importante señalar que la existencia de un “antimeridiano” a nivel conceptual fue posible debido a que los cosmógrafos españoles aceptaban la “esfericidad” de la Tierra. Antonio Sánchez Martínez, “De la ‘cartografía oficial’ a la ‘cartografía jurídica’: la querrela de las Molucas reconsiderada, 1479-1529”, *Nuevo Mundo Mundos Nuevos. Nouveaux mondes mondes nouveaux - Novo Mundo Mundos Novos - New world New worlds*, 2009, 9.

¹²⁰ Para más información, véase Serge Gruzinski, *El águila y el dragón: Desmesura europea y mundialización en el siglo XVI* (Fondo de Cultura Económica, 2018).

Tras ese suceso, las primeras muestras de inconformidad provinieron de Carlos I de España (1516-1556) y V del Sacro Imperio Romano Germánico (1520-1558) quien, en 1518, a partir de las afirmaciones de Fernando de Magallanes (1480-1521) y Rui Faleiro (- 1523), reconocidos cosmógrafos de la Casa de Contratación, defendió que las codiciadas islas estaban bajo la jurisdicción del hemisferio hispánico.¹²¹ Con la finalidad de “recolocar las Molucas en el marco de la nueva idea del antimeridiano y aclarar después, mediante representaciones [cartográficas], a quién pertenecían”,¹²² la Corona Hispánica en 1519 financió la expedición de Magallanes y Faleiro que alcanzaría el archipiélago asiático a través del Mar del Sur.

En ese mismo año, 1519, debido a la importancia que tenían la cartografía y la medición de la longitud en esta problemática, en la Casa de Contratación se creó el cargo de *Maestro de hacer cartas y fabricar instrumentos* y, en 1523, el de *Cosmógrafo de hacer cartas y fabricar instrumentos*, cuyas funciones consistían en crear “cartas de marear” o náuticas que sirvieran para los viajes hacia las Indias, las cuales eran revisadas por el *Piloto Mayor*.¹²³ Esto explica por qué, en la expedición de Magallanes, era importante la presencia de dos consejeros cosmográficos, Pedro y Jorge Reinel, y de un cartógrafo oficial, Diego Ribeiro, quien se encargó de representar cartográficamente los resultados de la expedición.¹²⁴ De esta manera, la determinación de la longitud se convirtió en un *problema de representación del espacio*.

En 1519, Martín Fernández de Enciso (1469-1533) publicó la *Suma de geographia*,¹²⁵ el primer manual geográfico escrito en castellano,¹²⁶ que tenía como propósito dar noticias de las “cosas del universo llamado mundo” a Carlos I de España. En la introducción, reconoció la existencia de la línea divisora establecida en el *Tratado de Tordesillas*: “i después de dividir el mundo en dos partes la una que fuesse oriental y la otra occidental. i la oriental dividir la en tres partes como los pasados la dividieron que son Asia Africa y Europa: y la occidental en dos

¹²¹ Pedro Novo y Colson, *Magallanes y Elcano* (Madrid: Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, 1892), 8–9.

¹²² Sánchez Martínez, “De la ‘cartografía oficial’ a la ‘cartografía jurídica’: la querella de las Molucas reconsiderada, 1479-1529”, 11.

¹²³ Sánchez Martínez, “Los artífices del ‘Plus Ultra’”, 617.

¹²⁴ Sánchez Martínez, “De la ‘cartografía oficial’ a la ‘cartografía jurídica’: la querella de las Molucas reconsiderada, 1479-1529”, 11.

¹²⁵ Martín Fernández de Enciso, *Suma de geographia: q[ue] trata de todas las partidas y prouincias del mundo, en especial de las indias y trata largame[n]te del arte del marear ju[n]tamente* (Sevilla: Jacobo Croberger, 1520).

¹²⁶ Véase Amando Melón y Ruiz de Gordejuela, “El primer Manual español de geografía”, *Anales de la Universidad de Murcia. Filosofía y Letras*, 1961, F7-G18.

partes”.¹²⁷ En esta cita, Fernández de Enciso revela que el meridiano de *Tordesillas* estaba asociado con la idea de lo “occidental” y lo “oriental”.

La idea del mundo Fernández de Enciso fue representada gráficamente en la portada de la *Suma de geographia* (Figura 2), donde se puede observar a la esfera terrestre dividida en un sistema en meridianos de longitud y paralelos de latitud. Además, la ilustración revela que Enciso se apegó a la teoría geocéntrica al situar a la Tierra al centro del Universo, mientras que el Sol, la Luna y las estrellas giran a su alrededor. Al igual que otros cosmógrafos europeos de la época, Enciso cuestionó el modelo cosmológico de Aristóteles que establecía que el mundo natural estaba conformado por cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. De acuerdo con el principio de gravedad aristotélico, todas las sustancias tenían una posición intrínseca en la naturaleza debido a que las más pesadas tendían a moverse al centro del Universo, que sería ocupada por una esfera sólida, la Tierra, que estaría rodeada de una esfera concéntrica de agua más liviana. En su lugar, el piloto defendió que “el agua i la tierra es todo juntamente un cuerpo, en el qual esta la tierra una parte: y el agua ala otra i todo junto es el centro y no lo uno sin lo otro”.¹²⁸ Es importante señalar que esta imagen de la Tierra como globo terráqueo, es decir de una esfera compuesta por tierra y agua, fue ampliamente extendida y utilizada en textos de índole geográfica producidos en la península ibérica.¹²⁹ Por lo que, a principios del siglo XVI, “la imagen hispánica del mundo” implicó una reconceptualización del mundo asociado a una nueva forma de representar el espacio conocido o *ecúmene*.¹³⁰

Dentro de este marco cosmológico, en el que la Tierra era un “cuerpo redondo” con dos polos sobre los cuales “anda toda la esfera al derredor continua mente sin nunca para”,¹³¹ Enciso definió un sistema de referencia compuesto por la línea *equinocial* (Ecuador) y otra “línea del diametro [que] divide toda la esfera i corta a la Equinocial por dos partes i passa por ambos los

¹²⁷ Fernández de Enciso, *Suma de geographia: q[ue] trata de todas las partidas y prouincias del mundo, en especial de las indias y trata largame[n]te del arte del marear ju[n]tamente*, a iii.

¹²⁸ Fernández de Enciso, a iiiii.

¹²⁹ Por ejemplo, Pedro de Medina, “Suma de cosmographia” (1550); Francisco Falero, *EL TRATADO DEL ESPHERA (ESFERA) Y DEL ARTE DE MAREAR: con el regimiento de las alturas: con algunas reglas nuevamente escritas muy y necesarias*. (Madrid: Ministerio de Defensa/ Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1989).

¹³⁰ Para un análisis detallado de este procesos de reconceptualización y representación del espacio en Europa durante el Renacimiento, a partir de la introducción de los *Elementos de Euclides*, véase “Renaissance and the Round Ball” en Sauter, *The Spatial Reformation*, 55–85.

¹³¹ Fernández de Enciso, *Suma de geographia: q[ue] trata de todas las partidas y prouincias del mundo, en especial de las indias y trata largame[n]te del arte del marear ju[n]tamente*, a iii.

polos”.¹³² A la primera la relacionó con el cálculo de la longitud o dirección Este-Oeste, mientras que a la segunda la asoció con la medición de la latitud, dirección Norte-Sur: “E por aquí puedes ver muy claro que el mundo es redondo y que es igual en longitud i latitud porque assi como el mundo tiene trezientos i sesenta grados por la via del diametro que passa por los polos i corta a la equinocial por dos partes a que llama latitud. Assi tiene otros trezientos i sesenta grados por la equinocial a que llama longitud”.¹³³ A pesar de que en la *Suma geographica* su autor reconoció la importancia de la longitud y la latitud para posicionar un punto en la “esfera”, advirtió que la ubicación exacta de la línea establecida por el *Tratado de Tordesillas* seguía sin ser precisada.

En 1524, a través del *Tratado de Vitoria*, las potencias ibéricas nuevamente intentaron acordar una expedición conjunta en la que participarían “tres astrólogos y tres pilotos y marineros para la determinación de la demarcación”, quienes tenían la responsabilidad de dejar “a un lado todo amor y miedo, odio, pasión o cualquier interés, [...] con miras únicamente a asegurar la justicia [...]”,¹³⁴ “debido a ningún lado tenía medidas confiables de la longitud”.¹³⁵ Aquí se evidencia que el cálculo de la longitud dependía de la creación de un método que fuera lo más imparcial posible. No obstante, la nueva iniciativa fue otro intento fallido por establecer la posición del meridiano de Tordesillas.

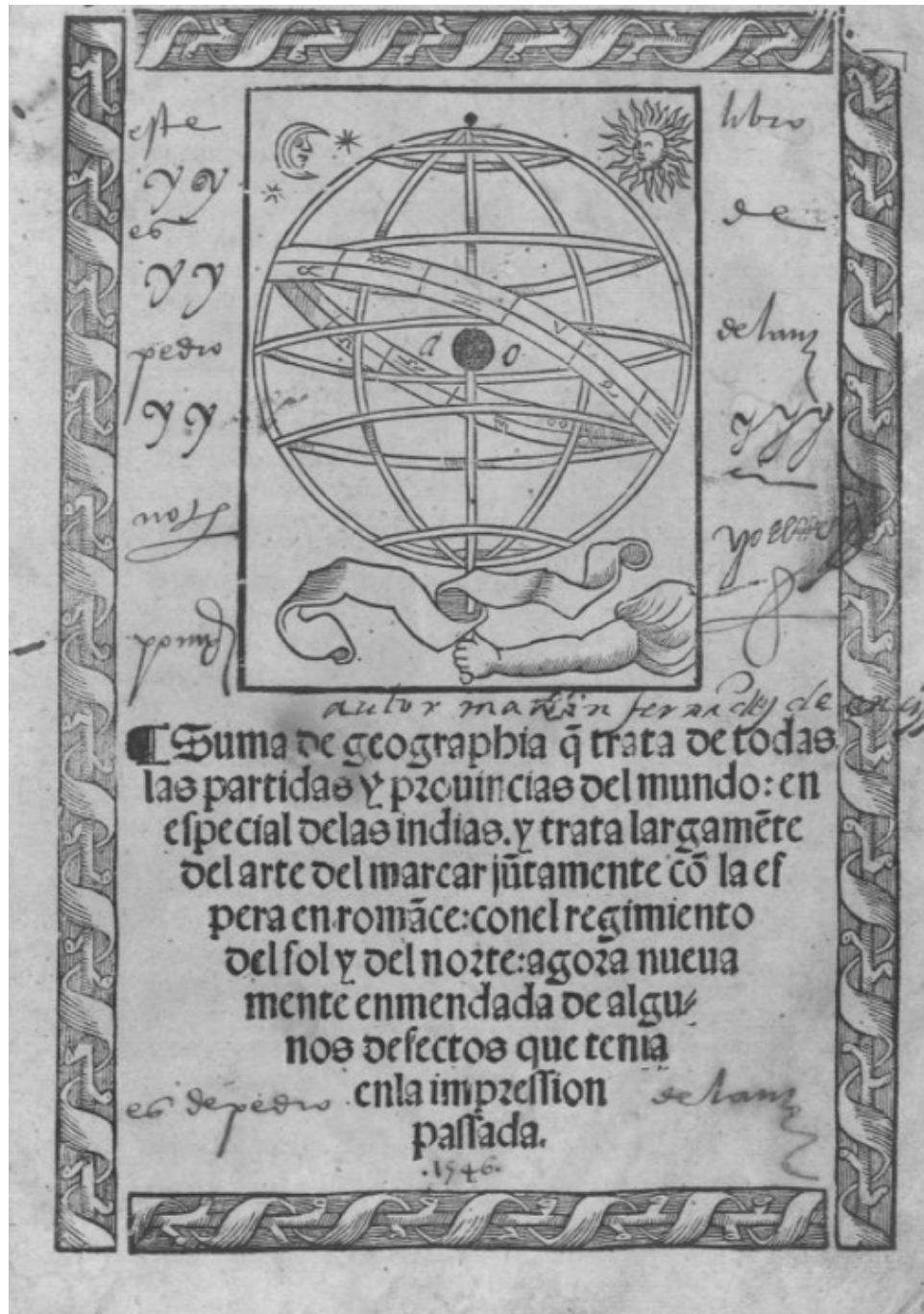
¹³² Fernández de Enciso, a vii.

¹³³ Fernández de Enciso, a vii.

¹³⁴ Frances Gardiner Davenport, “Treaty between Spain and Portugal, concluded at Vitoria; February 19, 1524” (Washington, DC: The Carnegie Institution of Washington, 1917), consultado el 31 de agosto de 2021, https://avalon.law.yale.edu/16th_century/mod003.asp.

¹³⁵ Alison Sandman, “Mirroring the World. Sea Charts, Navigation, and Territorial Claims in Sixteenth-Century Spain”, en *Merchants and Marvels: Commerce, Science, and Art in Early Modern Europe* (Sussex: Psychology Press, 2002), 98.

Figura 2. Portada de la *Suma de geographia* donde se observa la esfera terrestre dividida en el sistema de líneas imaginarias propuesta por Ptolomeo. Asimismo, se representa a la Tierra como el centro del universo, donde el Sol, la Luna y las estrellas, ubicadas en la parte superior, giran alrededor de esta.



Fuente: Martín Fernández de Enciso, *Suma de geographia: q[ue] trata de todas las partidas y prouincias del mundo, en especial de las indias y trata largame[n]te del arte del mear ju[n]tamente* (Sevilla: Jacobo Croberger, 1520). Sevilla: Jacobo Croberger, 1520.

Fue a través del *Tratado de Zaragoza* (1529) donde ambas potencias finalmente llegaron a un acuerdo. La Monarquía Hispánica reconoció la posesión lusa de las Molucas a cambio de

una compensación de 350,000 ducados por parte del Reino de Portugal.¹³⁶ Además, este documento estableció “una línea semicírculo, de polo a polo, diez y siete grados de los Malucos a Oriente, que son doscientas y noventa y siete leguas y media [...] que esta misma línea dicen que pasará por las Islas de Santo Tomé de las Velas [...]”.¹³⁷ Es decir, determinaron la creación de otra “línea” que, junto a la de Tordesillas, delimitaría el área de influencia política que gozaría cada una de las monarquías ibéricas. De esta forma, impusieron un sistema de referencia espacial a través del cual localizarían cualquier lugar del espacio. No obstante, aún persistía la problemática de determinar con exactitud la ubicación del meridiano cero.

I.1.3 El desarrollo de la cosmografía y la navegación: la longitud como un problema temporal

A partir de 1523, con la instauración del puesto de *Cosmógrafo de hacer cartas y fabricar instrumentos*, los cosmógrafos comenzaron a ganar mayor reconocimiento al interior de la Casa de Contratación. A diferencia de los pilotos que adquirían gran parte de su conocimiento de forma práctica, los versados en cosmografía eran formados en las diversas Facultades de Artes de la península ibérica donde adquirieron conocimientos de geometría euclidiana y del sistema ptolemaico de representación del cosmos.¹³⁸ Por lo tanto, estos últimos fueron defensores de la aplicación de principios teóricos, tanto matemáticos como astronómicos, para la resolución de problemáticas marítimas, como lo era la longitud.

La defensa de la teoría conjunta con la práctica provocó que, al interior de la institución sevillana, surgieran debates entre cosmógrafos y pilotos en torno al método más confiable y preciso para una navegación más exacta. Los cosmógrafos abogaron por una reestructuración de la náutica, al considerar que las técnicas marítimas que hasta ese momento se utilizaban eran imprecisas. En su lugar, propusieron que la navegación hacia las Indias se hiciera a partir del cálculo de la latitud y la determinación precisa de la longitud.¹³⁹ Es decir, a partir del

¹³⁶ No obstante, la invasión española en las Filipinas en 1565 y la conquista de Manila en 1571 fue una clara violación a este tratado. Para más información, véase Miguel Pino Abad, “El Tratado de Zaragoza de 22 de abril de 1529 como anticipo a la conquista de Filipinas”, en *Guerra, derecho y política: Aproximaciones a una interacción inevitable* (Valladolid: Asociación Veritas para el Estudio de la Historia, el Derecho y las Instituciones, 2014), 25–44.

¹³⁷ Cristóbal Bernal, “Tratado de Zaragoza (17 a 22-IV-1529).” (Sevilla 2019-2022, 2019), http://sevilla.2019-2022.org/wp-content/uploads/2016/03/12.ICSevilla2019_Tratado-de-Zaragoza-a15.pdf.

¹³⁸ Sánchez Martínez, “Los artífices del ‘Plus Ultra’”, 617–18.

¹³⁹ Sandman, “Mirroring the World. Sea Charts, Navigation, and Territorial Claims in Sixteenth-Century Spain”, 94.

conocimiento astronómico y geográfico. Por su parte, los pilotos defendieron que su forma de navegar, basada en el rumbo de la brújula, era lo suficiente preciso para llevarlos a sus destinos.¹⁴⁰ A pesar de las diferencias entre ambos grupos, los cosmógrafos reconocieron la valía de las observaciones de los pilotos dado que ellas actualizaban el Padrón Real, es decir, la “imagen hispánica del mundo”.

Debido al propósito mismo de la cosmografía, sus defensores estuvieron interesados en encontrar métodos que permitieran determinar, con precisión, la longitud tanto en tierra como en mar. Uno de los ejemplos más representativos es el de Alonso de Santa Cruz (1505-1567), cartógrafo sevillano quien, en 1526, junto a su padre Francisco de Santa Cruz, participó en la expedición de Río de la Plata¹⁴¹ dirigida por el entonces *Piloto Mayor* Sebastián Caboto (1476-1557).¹⁴² Tras su regreso en 1530, construyó, sin éxito, diversos instrumentos náuticos, entre estos dos aparatos para medir la longitud:¹⁴³ el primero que lo hacía a partir de la distancia entre la Luna y los planetas (1535) y el segundo a través de las desviaciones magnéticas de la brújula debido al fenómeno de declinación magnética¹⁴⁴ (1536).

En 1536, debido a su participación en la expedición de Caboto, la experiencia que tenía en la construcción de instrumentos, así como sus conocimientos astrológicos y cosmográficos, Santa Cruz fue nombrado *Cosmógrafo de hacer cartas y fabricar instrumentos* de la Casa de Contratación.¹⁴⁵ Entre sus aportaciones a la cosmografía se encuentra la realización de un Padrón Real donde representó la declinación magnética, con la que trató de determinar la

¹⁴⁰ Sandman, 96.

¹⁴¹ Para más información de la expedición, véase José Toribio Medina, *El veneciano Sebastián Caboto, al servicio de España y especialmente de su proyectado viaje á las Molucas por el Estrecho de Magallanes y al reconocimiento de la costa del continente hasta la gobernación de Pedrarias Dávila* (Santiago de Chile: Impr. y encuadernación universitaria, 1908); Lydia Towns, “Merchants, Monarchs, and Sixteenth-Century Atlantic Exploration: New Insight into Henry VIII’s Planned Voyage of 1521”, *Terrae Incognitae* 52, núm. 2 (2020): 214–28.

¹⁴² Mariano Cuesta Domingo, *Alonso de Santa Cruz. Estudio crítico*. (Madrid: Fundación Ignacio Larramendi, 2016), 9–15.

¹⁴³ Mariano Cuesta Domingo, “Alonso de Santa Cruz, cartógrafo y fabricante de instrumentos náuticos de la Casa de Contratación”, *Revista Complutense de Historia de América* 30 (2004): 11.

¹⁴⁴ El campo magnético terrestre se genera a partir de las corrientes eléctricas, que emanan de los flujos de hierro líquido producidos en el núcleo del planeta, las cuales se encuentran en movimiento debido a la rotación de la Tierra sobre su propio eje. Las agujas de la brújula son paralelas a la componente horizontal del campo magnético, denominado “norte magnético”. El “norte verdadero” es la dirección desde un punto de la superficie terrestre al polo norte geográfico. El ángulo que se forma entre el norte magnético y el norte verdadero se le denomina declinación magnética. Para más información, véase Natural Resources Canada Government of Canada, “Magnetic Declination”, consultado el 17 de mayo de 2022, https://www.geomag.nrcan.gc.ca/mag_fld/magdec-en.php.

¹⁴⁵ AGI, CONTRATACION, 5784, L.1, F.69V-70.

longitud en el mar.¹⁴⁶ Su interés por la determinación de esta coordenada geográfica fue tal que, en 1555, redactó el *Libro de las longitudes y manera que hasta agora se ha tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos*.¹⁴⁷ El propósito de su obra era recopilar “todas las maneras que se han tenido acerca del dar de la longitud”,¹⁴⁸ desde la Grecia clásica hasta el siglo XVI.

El *Libro de las longitudes* se dividió en dos partes: en la primera, su autor se interesó en describir los métodos propuestos para la medición de esta cantidad; mientras que, en la segunda, explicó el libro primero de la *Geographia* de Ptolomeo con la finalidad de mejorar su comprensión. Es decir, utilizó el modelo cosmológico oficial para evidenciar la importancia de un método preciso y exacto para el cálculo de la longitud. En su texto, Santa Cruz definió longitud como “las diferencias de cualquier lugares (que) pudiesen hallar navegando al oriente o al occidente [*sic*]”.¹⁴⁹ Es interesante señalar que su cálculo lo asoció a la “codicia de señorear y mandar”. De esta forma, reconoció la asociación entre la política y la navegación en el aquí llamado “problema de la longitud”.

El cosmógrafo dio a conocer doce maneras que, de acuerdo con sus defensores, permitían determinar la longitud, ya fuera en tierra, en el mar o en ambos. Uno de los métodos que describió fue el de la obtención de esta cantidad, asociada a la medición del tiempo local respecto al de un meridiano de referencia, a partir de la observación de eclipses solares y lunares. La invención de esta forma se le ha atribuido a Hiparco de Alejandría (190-120 a.C.) y establece lo siguiente: si el tiempo local se delimita con precisión, la observación simultánea de un fenómeno celeste, en este caso un eclipse, puede transformarse en la distancia longitudinal entre dos sitios donde se haya dividido.¹⁵⁰ Durante el siglo XVI, la observación de eclipses fue una de las formas más utilizadas para el cálculo de la longitud al considerarse “de las más ciertas y fáciles que hasta ahora se han hallado”; no obstante, tenía tres dificultades. La primera relacionada a la medición precisa de los tiempos iniciales y finales del eclipse, debido a que, por

¹⁴⁶ Cuesta Domingo, *Alonso de Santa Cruz. Estudio crítico.*, 48–49.

¹⁴⁷ En adelante *Libro de las longitudes*. Alonso de Santa Cruz, *Libro de las longitudes y manera que hasta agora a tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos*, dirigido al muy alto y muy poderoso señor Philipe II de este nombre Rey de España, Publicado bajo la dirección del Excmo. Sr. Antonio Blazquez y Delgado Aguilera (Sevilla: Tip. Zarzuela, Álvarez Quintero 72, 1921).

¹⁴⁸ Santa Cruz, 12.

¹⁴⁹ Santa Cruz, 12.

¹⁵⁰ Clinton R. Edwards, “Mapping by Questionnaire: An Early Spanish Attempt to Determine New World Geographical Positions”, *Imago Mundi* 23 (1969): 17.

las condiciones de visibilidad del cielo, no siempre resultaba claro cuando comenzaba y termina. La segunda asociada a los escasos que son estos fenómenos. Por último, a la falta de entrenamiento que tenía los pilotos para utilizar los instrumentos necesarios para su observación. Por lo anterior, este método era mayoritariamente aplicado en tierra para determinar la posición de los vastos territorios que componían la Monarquía Hispánica.

La observación de cuerpos celestes también fue utilizada por algunos pilotos para posicionarse geográficamente en el mar. El método predilecto, el de “distancia lunar”, consistió en determinar la posición relativa de la Luna respecto a varias estrellas fijas lo cual, partir del uso de tablas astronómicas, permitía comparar y calcular el tiempo al que se encontraban respecto a un meridiano de referencia.¹⁵¹ Como se mencionó anteriormente, la longitud es la posición angular de un objeto respecto al eje de rotación de la Tierra, su determinación “es inherentemente una cuestión de determinar con precisión esa aparente rotación en el tiempo”.¹⁵² De tal forma, el movimiento aparente de la bóveda celeste, medido en grados de longitud, respecto al de la Tierra debía traducirse en unidades de tiempo. El algoritmo para hacer tal transformación es el siguiente: si se considera que la Tierra gira 360° en 24 horas, entonces 1° equivale a 4 minutos exactamente. Por lo tanto, la navegación mediante observación astronómica requería la creación de relojes precisos, es decir, el cálculo de la longitud también era un *problema de medición del tiempo*.

De acuerdo con Santa Cruz, los relojes se habían inventado exclusivamente para “dar la longitud”.¹⁵³ Dentro de los distintos tipos de relojes que describió se encuentran los de “ruedas de acero”, cuya dinámica era generada a partir de un sistema de contrapesos, los relojes de arena, de azogue y de “fuego”.¹⁵⁴ El método de “diversas maneras de relojes” consiste en determinar la hora local del punto de partida mediante un astrolabio y posicionar las manecillas del reloj de contrapesos para que marque ese tiempo. Cuando se llegara al lugar de destino, nuevamente se debía calcular la hora local con ayuda del astrolabio y compararla con la marcada por el reloj

¹⁵¹ Para más información, véase “Lunar Distance Method” en F. G. Major, *Quo Vadis: Evolution of Modern Navigation* (Nueva York: Springer, 2014), 105–6.

¹⁵² Major, 113.

¹⁵³ Santa Cruz, *Libro de las longitudes y manera que hasta agora a tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos, dirigido al muy alto y muy poderoso señor Philipe II de este nombre Rey de España*, 44.

¹⁵⁴ Este tipo de relojes consistían en una mecha que se cortaba del tamaño exacto para que se quemara por completo en un tiempo determinado.

previamente ajustado para, posteriormente, hacer la conversión a grados de longitud. Aunque Santa Cruz reconoció que parecía la forma “más fácil de todas [...] y la más cierta”, aclaró que no se contaban con máquinas lo suficiente precisas y sin alteraciones para que fuera un método viable. Debido a que los relojes eran expuestos a las condiciones extremas de los ambientes marinos, como el cambio de humedad, el clima y el propio movimiento del barco; estos aparatos se desajustaban constantemente por lo que eran inservibles para el cálculo de la longitud. Por lo tanto, el cosmógrafo concluyó que esta vía, a pesar de su aparente simpleza, era una de las más difíciles de implementar por la “precisión que se requiere”. Así, la longitud se convirtió en un *problema asociado a la construcción de relojes precisos*.

I.2 Los cuestionarios de Indias y la sistematización del conocimiento: resolver el problema de la longitud en tierra

El respaldo institucional que gozaron los cosmógrafos de la Casa de Contratación llegó a tal punto que, en 1552, se fundó la “Catedra de Cosmografía”.¹⁵⁵ De acuerdo con la *Recopilación de leyes de los reinos de las Indias*, el responsable de este puesto debía enseñar “el Arte de la navegación, y parte de la Cosmografía” a cualquier persona interesada que proviniera de los reinos de Castilla, Aragón y Navarra. Dentro de sus funciones académicas se encontraban: (i) instruir a los pilotos en los principios de la esfera; (ii) enseñar cómo ubicarse en el “verdadero lugar” y (iii) utilizar y construir diversos instrumentos, como los astrolabios, la aguja de marear y “vn Relox general diurno, y nocturno”.¹⁵⁶ Es decir, su trabajo consistió en educar a los pilotos en una imagen particular del mundo, la auspiciada por la Monarquía Hispánica, donde el uso de instrumentos era fundamental para ubicarse en un espacio dividido por líneas imaginarias que permitía, al menos en la teoría, una navegación más eficiente, precisa y segura.¹⁵⁷

La llegada de Felipe II de España (1556-1598) a la Corona de Castilla produjo cambios significativos en el saber cosmográfico. En 1563, el monarca nombró a Alonso de Santa Cruz

¹⁵⁵ *Recopilación de leyes de los reinos de las Indias mandadas imprimir, y publicar por la magestad catolica del Rey Don Carlos II, nvestro señor*, vol. Tomo Tercero (Madrid: Ivlian de Paredes, 1681), 286.

¹⁵⁶ Aquí se hace referencia a los relojes solares y lunares.

¹⁵⁷ Jerónimo de Chaves (1523-1574), primer ocupante de la *Cátedra de cosmografía* tradujo al español el *Tractado de la Sphera que compuso el doctor ioannes de sacrobosco, con muchas additiones*, escrito en el siglo XIII por el astrólogo inglés Johannes de Sacrobosco (1195-1256), en la cual establece la validez de la física aristotélica y se defiende el uso de las coordenadas geográficas de Ptolomeo. Para más información, véase Luisa Martín-Merás, “Las enseñanzas náuticas en la Casa de la Contratación de Sevilla”, en *La Casa de la Contratación y la Navegación entre España y las Indias* (Sevilla: Universidad de Sevilla, 2004), 667-93.

como *Cosmógrafo Mayor* de la Casa de Contratación.¹⁵⁸ La elección de Santa Cruz posiblemente estuvo relacionada al hecho de que, en 1556, defendió la importancia que tenía la cosmografía para las actividades que realizaba el Consejo de Indias,¹⁵⁹ al considerar que el conocimiento geográfico permitiría una mejor administración de las riquezas provenientes de las Indias. Además, el cosmógrafo sugirió que uno de los miembros del Consejo debía recopilar información sobre la localización geográfica de los territorios que componían las Indias, a partir del método de Ptolomeo, así como de los recursos naturales y de los habitantes que tuvieran.¹⁶⁰ Por lo tanto, Santa Cruz estableció con antelación cuáles serían las responsabilidades del cargo que posteriormente le fue asignado.

Debido a la relevancia política y económica que gozó la información proveniente de las Indias durante el siglo XVI, Felipe II limitó la circulación del conocimiento cosmográfico, por lo que únicamente permitió que se difundiera entre los pilotos y cosmógrafos afiliados a la Casa de Contratación. De esta forma, en 1556, prohibió la impresión de cualquier tipo de texto que abordara estos temas sin autorización previa del Consejo de Indias.¹⁶¹ El propio Santa Cruz fue afectado por esta disposición: en 1563 le fue negado publicar sus trabajos sobre las Indias.¹⁶²

El resguardo de la información durante el gobierno de Felipe II puede adjudicarse al hecho de que el conocimiento geográfico estaba estrechamente relacionado con el dominio político sobre los mares y, con estos, las rutas mercantiles de larga distancia. No obstante, el monarca apoyó estrategias que permitieron la recolección de la mayor cantidad de información posible sobre todos los dominios donde gobernaba. Con este propósito, en 1567, nombró “visitador” del Consejo de Indias a Juan de Ovando (1530-1575), quien denunció “la carencia casi absoluta de sistema de normas legales [...] extensibles al ámbito de la cosmografía”.¹⁶³ De esta forma, en 1571, tras la visita del jurista salamantino, fue creado el puesto de *Cosmógrafo*

¹⁵⁸ AGI, INDIFERENTE, 425, L.24, F.170V-171R.

¹⁵⁹ Portuondo, *Secret Science*, 108.

¹⁶⁰ Portuondo, 112–13.

¹⁶¹ “Ley primera. Que no se imprima libro de Indias sin ser visto y aprobado por el Consejo”. *Recopilación de leyes de los reinos de las Indias mandadas imprimir, y publicar por la magestad catolica del Rey Don Carlos II, nvestro señor*, vol. Tomo Primero (Madrid: Ivlian de Paredes, 1681), 123.

¹⁶² Portuondo, *Secret Science*, 107.

¹⁶³ Sánchez Martínez, “La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Acedemia de Matemáticas de Felipe II”, 727.

Mayor,¹⁶⁴ cuya función, como se vio anteriormente, estaba asociada a la recopilación sistemática de cualquier tipo de información cosmográfica.¹⁶⁵

El proyecto de Ovando fue resumido en las *Ordenanzas para la formación del libro de las descripciones de las Indias* (1573).¹⁶⁶ En esta obra, se estableció que todo lo escrito en su interior sería “ley general”, por lo que se debía cumplir “en todo tiempo y lugar”. Entre la información que debía ser recopilada se encontraba

la cosmografía de todas las Indias y cualquier parte de ellas [...], la longitud y latitud en que están las Indias y cada parte de ellas, la observación de eclipses lunares y otras señales celestes que acaecieren en cada parte principal de las Indias, para saber en la longitud que están y la observación de la altura y la elevación de los polos, para saber en la latitud que están.¹⁶⁷

Así, Ovando estableció que el objetivo principal de la cosmografía hispánica era el cálculo de las coordenadas geográficas. Además, en las *Ordenanzas* asentó que el único método que podía utilizarse para la determinación de la longitud sería el de los eclipses lunares, previamente descrito por Santa Cruz como uno de los más simples. Por último, instauró como meridiano de referencia al de Toledo: “y que se proceda desde allí, de oriente a poniente [...], pues esta manera de proceder es más natural y va conforme al descubrimiento de las Indias, que Dios fue servido darnos [...]”.¹⁶⁸ De esta manera, se evidencia la estrecha relación que existió entre el proyecto político, justificado en la idea de la *Monarchia universalis* que defendía su “universalismo” a partir de la difusión del credo católico, y las prácticas y convenciones cosmográficas, que, con ayuda de la *Geographia* ptolemaica, aducían a una representación “universal” del cosmos.

En el artículo 67 de las *Ordenanzas*, Ovando estableció que las autoridades de las Indias tenían la obligación de ordenar las observaciones de eclipses en sus respectivas jurisdicciones y enviar la información recopilada al Consejo de Indias.¹⁶⁹ También, en dicha ley se reconoció la importancia que tenían los grados de longitud al afirmar que eran “una de las cosas que más importan en las descripciones”. Asimismo, se mencionó que las autoridades debían atender las

¹⁶⁴ Para más información de esta función, véase Mariano Cuesta Domingo, “Los Cronistas oficiales de Indias. De López de Velasco a Céspedes del Castillo”, *Revista Complutense de Historia de América* 33 (2007): 115–50.

¹⁶⁵ Sylvain André, “El momento ovandino. De la empresa de saber a la fábrica de la acción”, *e-Spania. Revue interdisciplinaire d'études hispaniques médiévales et modernes*, núm. 33 (2019).

¹⁶⁶ Francisco de Solano, ed., “Ordenanzas para la formación del libro de las descripciones de las Indias”, en *Cuestionarios para la formación de las relaciones geográficas de Indias: siglos XVI/XIX*, Colección Tierra nueva e cielo nuevo 25 (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Estudios Históricos, Departamento de Historia de América, 1988), 16–74. En adelante, *Ordenanzas*.

¹⁶⁷ Solano, 63.

¹⁶⁸ Solano, 63.

¹⁶⁹ Solano, 35.

órdenes que el *Cosmógrafo Mayor* enviara, “para que a un mismo tiempo se hagan las observaciones [...] y así se vaya haciendo siempre sucesivamente hasta que esté tomada la longitud de todas las partes de las Indias”.¹⁷⁰ De esta forma, “todos los que tienen cargo de gobernación en las Indias”, sin importar su formación, tenían entre sus funciones la supervisión de labores cosmográficas.

Juan López de Velasco (1530-1598), al haber sido nombrado en 1571 como *Cosmógrafo de Indias*,¹⁷¹ se apegó a las especificaciones del proyecto ovandino. Así, desde el año de su nombramiento hasta 1574, López de Velasco reunió la información relativa a su *Geografía y descripción universal de las Indias*,¹⁷² que completó con el material recopilado por el propio Santa Cruz antes de su muerte.¹⁷³ El término “universal”, de acuerdo con el *Tesoro de la lengua castellana o española* (1611) de Sebastián de Covarrubias,¹⁷⁴ hacía referencia al “que tiene noticias de muchas cosas diferentes, y habla de ellas científicamente”.¹⁷⁵ Por su parte, la palabra “ciencia” estaba asociado al “conocimiento cierto de alguna cosa por su causa”.¹⁷⁶ De esta manera una “descripción universal” hizo referencia a una exposición sistemática de la geografía y la historia natural de las Indias.

En la *Geografía y descripción universal*, el cosmógrafo hizo referencia al *Tratado de Tordesillas* y a los problemas que se derivaron de la indeterminación de su posición tanto en el Pacífico como en el Atlántico. La causa que dio de estos conflictos era que su longitud “no se pod[ía] saber por tierra y mucho menos por la mar [...]”, debido a “las crecientes, mareas decaídas, travoses de vientos, groseza y sotleza de ellos, y por la disposición, carga y velería de los navíos”.¹⁷⁷ Los motivos que López de Velasco dio para explicar la ineficiencia en el cálculo de la longitud fue la carencia de “rigor matemático”. Basado en las observaciones de un tal Joaquín Durán, López de Velasco estableció que la Ciudad de México se encontraba a 103°

¹⁷⁰ Solano, 35.

¹⁷¹ AGI, INDIFERENTE, 426, L.25, F.126R-127V.

¹⁷² Juan López de Velasco, *Geografía y descripción Universal de las India. Publicada por primera vez en el Boletín de la Soiedad Geográfca de Madrid, con adiciones e ilustraciones por Don Justo Zaragoza* (Madrid: Impresor de la Real Academia de la Historia, 1894).

¹⁷³ Felipe E. Ruan, “Cosmographic description, law, and fact making: Juan López de Velasco’s American and Peninsular questionnaires”, *Colonial Latin American Review* 28, núm. 4 (2019): 454.

¹⁷⁴ Covarrubias Orozco, *Tesoro de la lengua castellana, o española*.

¹⁷⁵ Véase la entrada “Vniversal” en Covarrubias Orozco, 59 (segunda parte).

¹⁷⁶ Véase la entrada “Ciencia” en Covarrubias Orozco, 279 (primera parte).

¹⁷⁷ Velasco, *Geografía y descripción Uuiversal de las India. Publicada por primera vez en el Boletín de la Soiedad Geográfca de Madrid, con adiciones e ilustraciones por Don Justo Zaragoza*, 6–7.

de longitud respecto al meridiano de referencia, es decir a seis horas y cincuenta y dos minutos de Toledo. Así, sostuvo que la “línea de Tordesillas”, en realidad, se encontraba 5° más al oriente de lo que anteriormente se había establecido. Con esta afirmación trató que la ubicación del meridiano de referencia favoreciera a la Corona de Castilla sobre sus vecinos lusos.

I.2.1 Observar con instrucción: los eclipses de luna de 1577 y 1578 desde las Indias

De las *Ordenanzas* podemos deducir que, además de la redacción de su obra geográfica, tenía como responsabilidad la creación de la crónica-atlas de las Indias que no pudo ser concretado por Santa Cruz.¹⁷⁸ Con la finalidad de determinar la longitud de los diferentes virreinos americanos, incluidos la Nueva España, Nueva Granada y Perú,¹⁷⁹ el cosmógrafo creó una serie de *instrucciones* donde solicitó la observación de los eclipses lunares del 26 de septiembre de 1577 y del 15 de septiembre de 1578. Con el objetivo de facilitarles la tarea a las autoridades locales, estas *instrucciones* detallaban de forma precisa cómo debía construirse los aparatos que permitirían la observación de este fenómeno astronómico.¹⁸⁰ De esta forma, el cosmógrafo de Indias buscó “universalizar” la información derivada de este fenómeno astronómico. Ambos eclipses fueron observados en la ciudad novohispana de Puebla de los Ángeles por el cosmógrafo Francisco Domínguez y Ocampo (-1601),¹⁸¹ quien era originario de Biana, Portugal. No obstante, debido a la baja cantidad de respuestas, en 1580, López de Velasco mandó un recordatorio para la entrega de los reportes faltantes, la cual se acompañó de otra *instrucción* para el eclipse del 15 de julio de 1581. En esta ocasión, la única contestación que hubo provino de Puerto Rico.¹⁸² Por lo tanto, un año más tarde (1582), López de Velasco ordenó que se observara el eclipse lunar del 19 de junio de 1582.¹⁸³

La poca respuesta, asociada a la carencia de entramiento cosmográfico de las autoridades locales,¹⁸⁴ no desmotivó al cosmógrafo de Indias quien, en 1584, envió otra *Instrucción para la*

¹⁷⁸ Barbara E. Mundy, *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas* (Chicago: University of Chicago Press, 1996), 18.

¹⁷⁹ AGI, INDIFERENTE, 427, L.30, F.278 R-279R

¹⁸⁰ Mundy, *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas*, 19.

¹⁸¹ María Luisa Rodríguez Salas, “La misión científica de Jaime Juan en la Nueva España y las Islas Filipinas”, en *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España* (Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016), 52.

¹⁸² Para más información, véase Portuondo, *Secret Science*, 248–49.

¹⁸³ Una traducción al inglés de esta versión de la *Instrucción* se encuentra en Edwards, “Mapping by Questionnaire: An Early Spanish Attempt to Determine New World Geographical Positions”, 20–21.

¹⁸⁴ Mundy, *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas*,

observacion del eclyse de la Luna.¹⁸⁵ En esta, el cosmógrafo, quizás con la intención de ser más convincente, especificó que, aunque existían otros “medios mathemáticos” para obtener la longitud, la observación de eclipses y el registro de las sombras que estos producían era uno de los métodos más “fáciles y ciertos” que existían. Así, López de Velasco, buscó determinar de la forma más simple posible, pero sin perjudicar la precisión, las coordenadas geográficas de los territorios que integraban la Monarquía Hispánica. Quienes realizaron la observación debían registrar: (i) la hora de inicio y final del evento, (ii) si el eclipse era total o parcial y (iii) indicar el tamaño de la sombra que generaba el eclipse.

Los eclipses lunares de 1584 tendrían lugar el 10 de mayo y el 17 de noviembre. De acuerdo con la *Instrucción*, el primero sucedió en España a las 3:30 de la mañana, hora local; mientras que, en las Indias, se observó a las “nueve de la noche algo antes o después”. Por su parte, el segundo acaeció en la península ibérica a las 9:00 de la noche. La hora de este evento causó complicaciones debido a que al otro lado del Atlántico únicamente fue visible en algunas islas ubicadas al norte de la capitania de Honduras y en la Nueva España “como a las ocho de la noche”. Las expresiones “algo antes o algo después” y “como a las” revelan que López de Velasco tenía una cifra aproximada de la longitud a la que se encontraba la Nueva España y el resto de los virreinos. Esto podría explicar el por qué fue tan insistente con la resolución de este problema.

I.2.2 El “instrumento de Indias”: medir la longitud con ayuda de una sombra

Una vez que López de Velasco estableció el propósito de la *Instrucción*, prosiguió a describir de forma detallada cómo debían construirse los dos instrumentos que permitirían la observación sistemática de los eclipses. El primero de ellos, que debía ensamblarse al menos dos días antes del evento, tenía el mismo principio que el de un reloj horizontal, cuyo uso estaba ampliamente extendido en la época.¹⁸⁶ Esto podría explicar por qué el cosmógrafo de Indias, a pesar de las

29–59.

¹⁸⁵ Se utilizará la versión recopilada por el historiador mexicano Francisco del Paso y Troncoso (1842-1916) editada por Vargas Rea. *Instrucion para la observacion de los eclipses de luna. En el legajo numero 93 de los papeles que el sr. d. francisco del paso y troncoso encontro en simiancas, espana, y cuyas copias ahora se encuentran en el museo*, Biblioteca de historiadores mexicanos (México: Vargas Rea, 1953).

¹⁸⁶ En 1585, Juan de Arfe y Villafañe aseguró que eran “pocos lo que lo ignoran [el reloj horizontal]”. No obstante, afirmó que eran pocos los que podían dar explicación de su funcionamiento, por lo que dedica varias páginas de su obra a explicar sus principios. Para más información, véase Joan de Arphe y Villafañe, *De varia commensvracion para la escvltura, architectura. Dirigida al Excelentissimo señor Don Pedro Gieron, Duque de Ossuna, Conde se Vreña, y Marques de Peñafiel. Virei de Napoles*. (Sevilla: Andrea Pescioni y Juan de

posibles dificultades técnicas, consideró que el instrumento podía ser armado con relativa facilidad. El dispositivo consistió en un plano¹⁸⁷ de papel colocado sobre una superficie previamente nivelada, en el que se tenían que dibujar dos circunferencias concéntricas,¹⁸⁸ en cuyo centro debía insertarse un estilo de hierro o de madera. La sombra que produjera esta última pieza marcaría el paso del tiempo.

El procedimiento para utilizarlo señalado en la *Instrucción* era el siguiente (Figura 3).¹⁸⁹ Por la mañana, se marcaba el punto donde la extremidad de la sombra del estilo cayera sobre la circunferencia de mayor longitud de radio (A). El mismo procedimiento se repetía con la circunferencia de menor tamaño (B). Cuando el Sol se encontraba en el zenit, se marcaba el “punto de medio día” (C), asociado a la longitud mínima que tendría la sombra respecto a la base del estilo. A lo largo del día, el proceso era ejecutado nuevamente (A’ y B’). Cuando se hubieran registrado dos puntos sobre cada circunferencia, se trazaba el punto medio de ambos (M y M’). La unión de M y M’ daría como resultado la línea meridiana, que, de estar bien construida, tenía que coincidir con C y el punto donde fue posicionado el estilo. Este segmento era paralelo al eje terrestre, orientado en dirección Norte-Sur, por lo que con artefacto se delimitaba la latitud del observador. Una vez concluido este procedimiento, con ayuda de una regla, se trazaba una recta perpendicular a la meridiana, la que tendría una dirección este-oeste. Es decir, permitiría determinar la longitud.

En el segundo instrumento, tenía un principio similar al anterior (Figura 4). En primera instancia, se registraba el tamaño de la sombra del estilo que producía el resplandor de la Luna al inicio y al final del eclipse. De acuerdo con la *Instrucción*, el tablero debía medir “de largo como una vara de medir [83.6 cm] y de ancho dos tercias y algo más [55.8 cm aproximadamente]”. Sobre este, se dibujaba un medio círculo de diámetro de 27.9 cm. En el centro, se colocaba un estilo de hierro, que no debía sobrepasar los 27.9 cm de longitud. Debido a que la tabla debía posicionarse de forma vertical sobre la línea perpendicular a la meridiana

León, 1585).

¹⁸⁷ Las dimensiones sería de 1 vara x 1 vara, la cual equivalía a 83.6 cm de longitud por cada lado.

¹⁸⁸ El radio del primero de ellos tenía una longitud de un tercio de vara (27.9 cm). El segundo, por su parte, tenía que ser “un tercio y medio” de vara o, en otras palabras, de la mitad de una vara (41.8 cm).

¹⁸⁹ La nomenclatura de los puntos se retomó del trabajo de Manuel Morato-Moreno, quien reconstruyó gráficamente el “instrumento de indias” propuesto por Juan López de Velasco. Para más información, véase Manuel Morato-Moreno, “La medición de un imperio: reconstrucción de los instrumentos utilizados en el proyecto de López de Velasco para la determinación de la longitud”, *Anuario de Estudios Americanos* 73, núm. 2 (2016): 597–621.

del otro dispositivo, se colgaba una plomada para asegurar su posición en todo momento. Así, la tabla se situaba en dirección este-oeste, lo que permitiría el cálculo de la longitud. Si la sombra del primer utensilio se había proyectado hacia el norte, entonces el estilo debía disponerse hacia el sur y viceversa. Esto aseguraba que el instrumento apuntara hacia al plano del eclipse y se generara la sombra.

La noche de la medición, un conjunto de personas debía determinar si la Luna “salía” completamente llena u oscurecida de algún punto, con la finalidad de establecer si era posible conocer la hora inicial del eclipse. Además, debían cronometrar su duración con un reloj.¹⁹⁰ Si sucedía que la noche comenzaba con la Luna completamente despejada, la *Instrucción* estableció que se debía observar con mucha atención y registrar la hora precisa del inicio del evento así como el final. Si por alguna razón la sombra del estilo excedía la superficie del semicírculo, López de Velasco señaló que se debía dibujar el punto hasta donde esta llegara.

Por la descripción del instrumento y su funcionamiento, Héctor Velázquez¹⁹¹ lo indentificó como un “instrumento matemático”, como lo eran los astrolabios, los sextantes y los relojes solares.¹⁹² De acuerdo con el filósofo de la ciencia, estos objetos, a partir de principios matemáticos, sobre todo de carácter geométrico, tenían el propósito de “*resolver problemas*, no mostrar las causas del funcionamiento del mundo”.¹⁹³ Debido a que el “instrumento de Indias” funcionaba de la misma forma que un reloj horizontal solar, la efectividad del cálculo matemático dependía completamente de la precisión con la que se hubiera marcado la sombra así como de la exactitud del reloj utilizado.¹⁹⁴ De aquí la necesidad de que la observación estuviera completamente controlada.

¹⁹⁰ Morato-Moreno, 615.

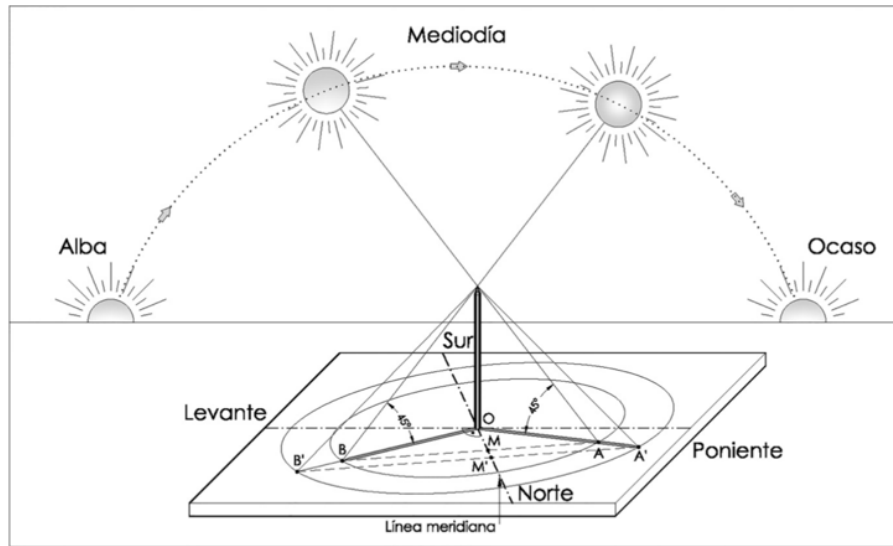
¹⁹¹ Héctor Velázquez Fernández, “Instrumentación, ciencia y epistemología: la relevancia de la observación novohispana del eclipse lunar de 1584”, *En-claves del pensamiento* 2, núm. 4 (2008): 126.

¹⁹² Para más información sobre los diversos tipos de instrumentos matemáticos creados utilizados durante los siglos XVI a XVIII, véase Jim Bennett, “Early Modern Mathematical Instruments”, *Isis* 102, núm. 4 (2011): 697–705.

¹⁹³ Velázquez Fernández, “Instrumentación, ciencia y epistemología: la relevancia de la observación novohispana del eclipse lunar de 1584”, 127.

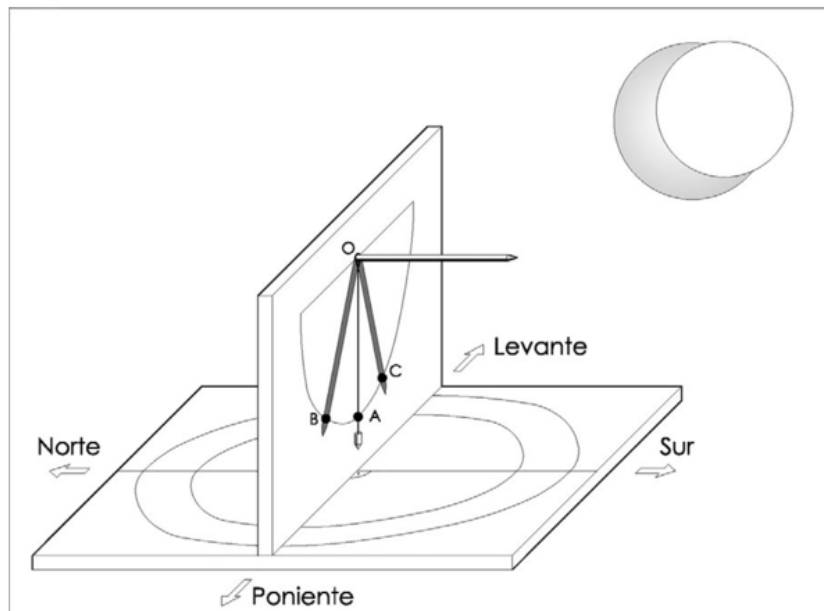
¹⁹⁴ César Guevara Bravo, “Historia de los instrumentos matemáticos. Arte, astronomía y geometría”, en *Instrumentos y matemáticas. Historia, fundamentos y perspectivas históricas*, ed. Manuel Falconi Magaña y Verónica Hoyos Aguilar (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Coordinación de Servicios Editoriales, 2005), 37.

Figura 3. Diagrama del primer instrumento descrito por Juan López de Velasco con la finalidad de determinar la latitud del lugar desde donde se realizó la observación.



Fuente: Tomada de Manuel Morato-Moreno, “La medición de un imperio: reconstrucción de los instrumentos utilizados en el proyecto de López de Velasco para la determinación de la longitud”, *Anuario de Estudios Americanos* 73, núm. 2 (2016): 597–621.

Figura 4. Diagrama del segundo instrumento descrito por Juan López de Velasco con la finalidad de determinar la longitud del lugar desde donde se realizó la observación.



Fuente: Tomada de Manuel Morato-Moreno, “La medición de un imperio: reconstrucción de los instrumentos utilizados en el proyecto de López de Velasco para la determinación de la longitud”, *Anuario de Estudios Americanos* 73, núm. 2 (2016): 597–621.

I.2.3 La “universalización” del eclipse lunar: la sistematización de la información cosmográfica

A lo largo de toda la *Instrucción*, el cosmógrafo de Indias especificó exactamente cómo debían registrarse las mediciones. En primer lugar, estableció que se debía etiquetar, por escrito, qué línea y punto correspondía a cual sombra: “quales es del centro y qual es del nivel, qual el del principio del eclipses, y qual el del fin”.¹⁹⁵ También, solicitó que se mencionara en el pliego “a que parte iva la sombra quando se midió. si era al Septentrional y Norte o al Sur y Mediodía, y el día mes e año quando la dicha observación de la sombra se hizo”.¹⁹⁶ Por último, solicitó que se hicieran cuatro copias, las cuales debían ir pegadas de una orilla.

Con estas especificaciones, López de Velasco pretendía “universalizar” los datos obtenidos por el “instrumento de Indias” de tal forma que él o cualquier otra persona con acceso a las respuestas, tuviera la oportunidad de interpretar inequívocamente las mediciones registradas. Asimismo, estableció que si hubiera sido imposible vislumbrar el eclipse, se debía enviar un informe donde se explicaran las razones, ya fueran meteorológicas o de otra índole. No obstante, señaló que era necesario enviar los documentos relacionadas con el primer instrumento, debido a que podía realizarse cualquier día del año. Esta solicitud denota la importancia que todavía gozaba la determinación exacta de la latitud de los virreinos americanos.

Es interesante mencionar que la observación simultánea de eclipses para determinar la posición de diferentes ciudades fue una práctica extendida fuera del Mundo Hispánico. El método propuesto por López de Velasco es similar al implementado por Tycho Brahe, quien, con ayuda de corresponsales radicados en diversas partes de Europa, recopiló más de 30 observaciones. Así, el astrónomo danés realizó distintas tablas en las que registró la longitud y la latitud de diversas ciudades europeas.¹⁹⁷ A pesar de que López de Velasco no logró una respuesta tan numerosa, su empresa es un ejemplo de la rigurosidad y el orden que la Monarquía

¹⁹⁵ Guevara Bravo, 22.

¹⁹⁶ *Instrucción para la observación de los eclipses de luna. En el legajo número 93 de los papeles que el sr. d. francisco del paso y troncoso encontro en simiancas, espana, y cuyas copias ahora se encuentran en el museo*, 13.

¹⁹⁷ Charles W. J. Withers y Hayden Lorimer, *Geographers: Biobibliographical Studies, Volume 27*, vol. 27, *Bibliographical Studies* (Bloomsbury: Bloomsbury Publishing, 2015), 12.

Hispánica, a través de la Casa de Contratación, tuvo al recopilar información de corte geográfico y natural.

I.3 *El eclipse lunar de 1584: la imagen de una cosmografía novohispana*

A través de la real cédula del 5 de mayo de 1583, se encomendó al cosmógrafo Jaime Juan un viaje con destino final a las Filipinas que cruzaría con la Nueva España. La expedición tenía varios propósitos. El primero de ellos era registrar, con ayuda de una aguja imantada, la latitud de todas las islas sobre el Atlántico en las que desembarcaran. Con el fin de lograr este propósito, al navegante le fue permitido utilizar una serie de instrumentos,¹⁹⁸ que debían ser enseñados a todos los pilotos a bordo para que midieran “en la mar y en tierra a cualquier hora del día la elevación del polo, la hora que es, hallar la meridiana o lo que nordestea, o noroesea el aguja”.¹⁹⁹ De esta manera, Jaime Juan cumplió el papel del “catedrático de cosmografía” en la “práctica”.

El segundo de los objetivos de la misión de Jaime Juan era dibujar “cartas en particular de las tierras y provincias por donde anduviere, así de Islas como de tierra firme y puertos de mar”.²⁰⁰ Estos debían ir acompañados de una descripción de todos los recursos naturales, como ríos, o cualquier otro elemento que fuera “digno de notar”. La creación de mapas era tan relevante en la misión de Jaime Juan que, en la real cédula del 10 de mayo, fue aprobado el salario de 30 reales mensuales para un “pintor” que lo acompañaría a lo largo de los ocho años que durara el viaje.²⁰¹

Para asegurar el éxito de la misión, la Monarquía Hispánica se aseguró que Jaime Juan tuviera todo el apoyo posible de las autoridades novohispanas y filipinas. Así, se enviaron órdenes tanto a la Nueva España²⁰² como a las Filipinas,²⁰³ en las cuales se estableció que debían supervisar de cerca la misión. Por otra parte, dentro de las instrucciones seguidas por Jaime Juan, se mencionó que debía buscar a Francisco Domínguez,²⁰⁴ cosmógrafo de la Casa de Contratación con residencia en Puebla, quien también era responsable de observar el eclipse de Luna de 1584.

¹⁹⁸ En la licencia también se da permiso de que Jaime Juan lleve consigo libros que le fueran de utilidad para cumplir los propósitos de la investigación. AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.230R.

¹⁹⁹ AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.230R.

²⁰⁰ AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.230R.

²⁰¹ AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.235V-236V.

²⁰² AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.227V.

²⁰³ AGI, FILIPINAS,339,L.1,F.228R.

²⁰⁴ El cosmógrafo llegó a las Indias en 1571 como *geógrafo* en la expedición del protomédico Francisco Hernández. Debido a su cargo, tenía la tarea de determinar la longitud y la latitud de puntos importantes en la

I.3.1 Observar desde las Casas Reales de la Nueva España: la “universalización” del lenguaje cartográfico

A pesar de que la *Instrucción* especificaba la ocurrencia de dos eclipses lunares que serían observables en la Nueva España, únicamente se recopiló la información referente al del 7 de noviembre de 1584. Tal y como lo especifica la *Instrucción*, la noche del evento congregó un “conjunto de personas” para llevar a cabo la observación.²⁰⁵ El grupo estuvo compuesto por Jaime Juan, el cosmógrafo Francisco Domínguez, el armero Cristóbal Gudiel²⁰⁶ y el doctor Pedro Farfán,²⁰⁷ oidor de la Audiencia de México.

Respecto a la participación del doctor Farfán, María Luisa Rodríguez aseguró que el análisis detallado de la respuesta atribuida a Farfán mostraba que su participación había sido puramente simbólica y que únicamente respondió a su “actividad de vigilantes y jueces de toda actividad oficial”.²⁰⁸ Para justiciar su afirmación, la historiadora mencionó que sus actividades se encontraban alejadas del ámbito de los cosmógrafos. De esta forma, concluyó que “Farfán no aporta ni completa con su parte ningún dato adicional a la observación sólo repite lo escrito por Domínguez y Gudiel”. No obstante, un análisis detallado de la respuesta atribuida a este personaje evidencia que en ella se registran un tipo de reloj distinto al resto de las respuestas. Más relevante aún, la hora de finalización escrita difiere en 3 minutos respecto a la anotada por los dos cosmógrafos y el armero (véase Tabla 1, Anexo I). Además, debido a la estructura de generación de conocimiento en el Mundo Hispánico, las autoridades gubernamentales jugaban un papel relevante en la creación del conocimiento científico al ser los que lo posibilitaban, regulaban e impulsaban.²⁰⁹

Nueva España. Para más información, véase María Luisa Rodríguez Salas, “Francisco Domínguez y Ocampo, geógrafo y cosmógrafo”, en *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España* (Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016), 67–83.

²⁰⁵ Estas pueden encontrarse en AGI, Patronato, 183, N.1, R, 13. La paleografía de estos documentos puede consultarse en María Luisa Rodríguez Salas, *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España* (Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016), 131–73.

²⁰⁶ Gudiel arribó en 1566 a la Nueva España como criado del virrey Gastón Peralta. En 1579, fue nombrado artillero y polvorista real por el virrey Martín Enríquez. María Luisa Rodríguez Salas, “Cristóbal Gudiel, armero y polvorista real”, en *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España* (Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016), 85–101.

²⁰⁷ Pedro Farfán, entre 1573 y 1583, fue presidente del Cabildo y en 1577 de la Real Audiencia de México. Además, entre 1569 y 1571 fue Rector de la Universidad de México. Rodríguez Salas, “La misión científica de Jaime Juan en la Nueva España y las Islas Filipinas”, 55.

²⁰⁸ Rodríguez Salas, 55.

²⁰⁹ Pimentel, “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800”.

Tal y como lo especificaba la *Instrucción*, los cuatro observadores etiquetaron de forma similar los puntos y las líneas establecidos a partir de las sombras proyectadas por el astil de hierro. Así, los textos que acompañan la medición del eclipse tuvieron pocas variaciones entre sí. Por ejemplo, cuando se reporta la sombra proyectada al final del evento, Francisco Domínguez la etiquetó en su reporte como: “Esta línea a.n. es la sombra que mediante el oognomon hizo la luna, quando se acabo el Eclipse y totalmente cobro su perfecta claridad y redondez, la qual difinicion fue a las .7. horas y .27. minutos de hora, determinado por un reloj de ruedas [un reloj mecánico con un sistema de engranajes] muy concertado y regular”.²¹⁰ Por su parte, Gudiel la describió como sigue: “Esta línea. A.E. es la sombra que hizo el astil quando seacabo el eclipse y la luna de todo punto cobro toda su claridad y redondez la qual fue alas. 7. oras y. 27. minutos de la noche determinado por un reloj de pesas muy preciso que para efecto se puso”. La fórmula anterior, también fue replicada en los informes de Farfán y de Jaime Juan. Por lo tanto, en este corpus documental, se puede detectar el uso de un lenguaje “universal”.

Una vez que establecieron la hora de terminación del eclipse, los cuatro miembros del equipo describieron el tipo de reloj con el que hicieron la medición del tiempo. Esta estandarización o “universalización”, aunado al uso de un lenguaje común, sugiere que hubo un acuerdo de cuál era la mejor forma de reportarse la información. Es decir, la estructura de las respuestas muestra que la observación del eclipse era un trabajo colaborativo que requería de una planificación antes, durante y después del evento. Por otro lado, cuando se compara la información proporcionada por los cuatro observadores, es posible establecer que se utilizaron tres tipos diferentes de relojes: de contrapesos, de ruedas y de cuerdas. La diversificación de las máquinas pudo ser planeado con fines de comparación de las horas marcadas. Recordemos que al ser el “instrumento de Indias” un instrumento matemático su éxito dependía tanto de la precisión del observador como del reloj que se utilizara. De esta manera, es posible que también hubiera una planificación previa de cómo debían registrarse la hora del comienzo y final, con el propósito de reducir el margen de error. Sin embargo, la heterogeneidad del grupo de relojes también pudo estar relacionada exclusivamente a la disponibilidad de estas máquinas en la Nueva España.

²¹⁰ AGI, Patronato, 183, N.1, R, 13.

A pesar del cuidado al detalle, hay discrepancias de hasta cuatro minutos entre las horas de finalización del eclipse registradas por los cuatro observadores. Esta cifra es considerable dado que el movimiento diurno de la Tierra tiene una duración de 24 horas, lo que equivale a 360° de longitud. Por lo tanto, si se quisieran utilizar estas mediciones para establecer la “altura este-oeste” de la capital novohispana, se tendría una diferencia de hasta 1° grado. Es decir, aunque el registro se realizó en el mismo lugar, existió una falta de consenso. Las diferencias entre los datos pueden deberse a diversas causas. La primera de ellas asociada a la dificultad de establecer con precisión el inicio y final del eclipse. La segunda relacionada con la poca regularidad de los relojes de la época. La falta de experiencia difícilmente puede justificarse dado que Francisco Domínguez y Jaime Juan eran cosmógrafos experimentados.

Las discrepancias anteriores provocaron que Jaime Juan tuviera ciertas dificultades en su análisis. Por ejemplo, el comparar su cálculo a partir del medio de la altura equinoccial de la Luna y del método de estrellas fijas obtuvo una discrepancia de 1' y 48". Es decir, mientras por el primer método determinó que la capital novohispana se encontraba a 7 horas, 20 min y 20 segundos de Sevilla, por el segundo concluyó que estaba a 7 horas, 22 minutos y 20 segundos.²¹¹ La diferencia entre ambos cálculos la atribuyó al paralaje,²¹² que es el ángulo que cuantifica la diferencia entre las posiciones relativas que tiene un objeto celeste visto por dos observadores considerablemente alejados uno del otro. En la actualidad, se sabe que las diferencias entre ambos meridianos son de 6 horas, 12 minutos y 36 segundos. Es decir, una diferencia de más de una hora.²¹³

I.3.2 Posicionarse desde todos los rincones: el establecimiento de una cosmografía de tradición novohispana

La observación del eclipse lunar de 1584 evidencia el interés por el conocimiento cosmográfico que permeaba en la Nueva España. Desde la segunda mitad del siglo XVI,²¹⁴ el Consejo de Indias, la Casa de la Contratación y la Academia Real de Matemáticas enviaron cosmógrafos a este virreinato con el propósito de realizar descripciones y mapas. Este fue el caso de Francisco

²¹¹ Rodríguez Salas, *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España*, 164–66.

²¹² Rodríguez Salas, 167.

²¹³ Rodríguez Salas, 64.

²¹⁴ Carlos Miguel Madrid Casado, “Compás, mapa y espada: la cosmografía novohispana en los siglos XVI y XVII”, *Cuadernos Hispanoamericanos*, núm. 836 (2020): 31–43.

Domínguez, anteriormente referido y Henrico Martínez (1550/1560 – 1632), de quien se hablará con mayor detalle en el siguiente capítulo.

Además de recabar información geográfica y cartográfica, algunos cosmógrafos también tenían la misión de planificar rutas de navegación sobre el pacífico que permitieran el comercio entre la península ibérica, la Nueva España y Asia. Por ejemplo, Diego García de Palacio²¹⁵ (1542-1595), al considerar que el transporte de mercancías entre el puerto de Acapulco y el de Veracruz tomaba demasiado tiempo, propuso la creación de una ruta entre las Filipinas con Sevilla a través del Golfo de Fonseca, ubicado en El Salvador y el Puerto de Caballos, localizado en Honduras.²¹⁶ Debido a sus intereses cosmográficos, durante su estancia en Guatemala, García escribió la *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos y su traça y gobierno conforme a la altura de México*,²¹⁷ publicada en la capital novohispana, en donde describió el uso de diferentes aparatos, como el astrolabio y la brújula, para determinar tanto la longitud como la latitud y así generar tablas geográficas.

Los cosmógrafos originarios de la península ibérica no fueron los únicos que participaron en las actividades cosmográficas auspiciadas por la Monarquía Hispánica. En las *Ordenanzas*, se estableció que las comunidades nativas también debían “contribuir con las pinturas que empleaban para dar a entender cosas semejantes [a la longitud y latitud]”.²¹⁸ La participación de los “pueblos de Indios” en asuntos relacionados a este saber puede ser atestiguado en las múltiples respuestas que enviaron como parte del proyecto de las *Relaciones geográficas* (1574), con el cual López de Velasco trató de hacer una descripción “universal”, visual y escrita, de todos los dominios hispánicos.²¹⁹ El interés de que los nativos aprendieran

²¹⁵ Originario de Cantabria y educado en la Universidad de Salamanca, Diego García de Palacio fue nombrado oidor de la Audiencia de Guatemala en 1574. En 1578 se le fue otorgado el título de alcalde del crimen de la Ciudad de México. En 1581 recibió el grado de doctor en cánones por la Real y Pontificia Universidad de México. Para más información sobre su vida, véase María del Carmen León Cazares, Martha Ilia Nájera Coronado, y Tolita Figueroa, *Carta-Relación de Diego García de Palacio a Felipe II sobre la provincia de Guatemala, 8 de marzo de 1576. Relación y forma que el licenciado Palacio oidor de la Real Audiencia de Guatemala hizo para los que hubieren de visitar, contar, tasar y repartir en las provincias de este distrito* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1983).

²¹⁶ José Antonio Cervera Jiménez, “Los planes españoles para conquistar China a través de Nueva España y Centroamérica en el siglo XVI”, *Cuadernos Intercambio sobre Centroamérica y el Caribe* 10, núm. 12 (2013): 12–24.

²¹⁷ Diego García de Palacio, *Instrucción Náutica para el buen uso y regimiento de las naos, su traça y gobierno conforme a la altura de México* (México: En casa de Pedro Ocharte, 1587).

²¹⁸ Madrid Casado, “Compás, mapa y espada”.

²¹⁹ Para más información de la participación de los “pueblos de Indios” en este proyecto cosmográfico, véase Manuel Carrera Stampa, “Relaciones geográficas de Nueva España, siglos XVI y XVIII”, *Estudios de historia*

cosmografía llegó a tal grado en Michoacán que fray Juan de Medina Plaza, como parte del proyecto de enseñanza de fray Alonso de la Veracruz, escribió en purépecha su *Diálogo sobre la Naturaleza*, donde describió el sistema de Ptolomeo. Incluso, se tiene conocimiento de que descendientes de la élite gobernante de Tzintzuntzan, Michoacán, como fue el caso de Antonio Huitziméngari, tenían en su posesión libros de cosmografía, como el “*El Tholomeo*”.²²⁰ Esto es una evidencia del surgimiento de una tradición cosmográfica novohispana, acompañada de la publicación de diversos tratados sobre el tema.

I.4 Reflexiones finales

La “imagen hispánica del mundo”, que buscó posicionar con exactitud cualquier lugar y navío del orbe, tuvo consecuencias en el ámbito político y científico, entendido como todo conocimiento que puede ser explicado por sus causas, es decir, a partir de principios materiales. Respecto a la primera, el establecimiento de la “línea de Tordesillas” dividió al cosmos en “este” y “oeste”, por lo que establecerlo en un territorio particular implicaba aceptar la centralidad de ese lugar. Aunado a esto, para las potencias ibéricas implicó la cesión o posesión de territorios y, con esto, todos sus recursos y potencial marítimo.

La Monarquía Hispánica, a través de la Casa de Contratación, patrocinó el saber cosmográfico. Proveídos del conocimiento proporcionado por Ptolomeo y Euclides, los cosmógrafos trataron de idear formas más eficientes de “universalizar” la información geográfica y natural. De esta manera, los autores “clásicos” eran considerados en la clave para generar metodologías novedosas. Debido a la heterogeneidad de paisajes y geografías, la “universalización” del conocimiento fue una de las ideas centrales de la cosmografía. Su búsqueda llegó a tal punto que la Corona de Castilla apoyó la creación de una legislación especializada en el tema. En las *Ordenanzas para la formación del libro de las descripciones de las Indias*, redactado a partir de las pesquisas de Juan de Ovando en América, se estableció punto por punto el método que debía seguirse para la adquisición del saber geográfico.

novohispana, núm. 2 (1968): 233–61; Edwards, “Mapping by Questionnaire: An Early Spanish Attempt to Determine New World Geographical Positions”; Mundy, *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas*.

²²⁰ Para más información sobre el proyecto de enseñanza de Fray Alonso de la Veracruz, véase Armando Barranon, “Fray Alonso de la Veracruz y la cosmografía agustiniana”, *Ometeca* 13 (2009): 110–12.

Para Alonso de la Santa Cruz y Juan López de Velasco, quienes ocuparon los mayores cargos que un cosmógrafo de la Casa de Contratación podía ostentar, cartografiar de la forma más precisa posible los territorios de las Indias se convirtió en su tarea nodal. A través de una serie de *instrucciones* trataron de recopilar información cosmográfica de todos los dominios que se encontraban del “otro lado” del Atlántico. Los eclipses lunares fueron convertidos en la llave para solucionar, al menos, el problema de la longitud en tierra.

Si bien hubo respuestas de diversos virreinos, la Nueva España era el escenario de diversas expediciones cosmográficas, como la de Jaime Juan, donde la medición precisa de la longitud de la Ciudad de México era una de las actividades prioritarias. Además, fue el hogar de varios cosmógrafos mandados por las autoridades monárquicas a recopilar información de distintas índoles. El interés por la cosmografía también fue compartido por miembros de los denominados “pueblos de Indios”, lo cual puede constatarse por la gran cantidad de respuestas a las *Relaciones geográficas* y la existencia de personajes como Antonio Huitziméngari quien poseía una copia de algún texto de Ptolomeo.

Con el trabajo de diversos cosmógrafos venidos de la península ibérica y la buena respuesta a los proyectos cosmográficos de Juan López de Velasco se evidencia la existencia de una cosmografía novohispana. No obstante, para finales del siglo XVI, en la Nueva España, a excepción de algunos colegios agustinos, se carecía de un espacio institucional para la formación de cosmógrafos. Como veremos en el siguiente capítulo, los “criollos” impulsaron la creación de espacios para la enseñanza de la cosmografía y gestionaron diversas misiones con la finalidad de posicionar con precisión las distintas ciudades de la Nueva España.

II. CUESTIONO, LUEGO ME POSICIONO: LA LONGITUD, EL TIEMPO Y EL ESPACIO DESDE LA NUEVA ESPAÑA

En el capítulo anterior se constató que, tras la delimitación de la “línea de Tordesillas”, la búsqueda de un método preciso para establecer la longitud se convirtió en una de las problemáticas política, espacial y temporal más importantes del siglo XVI. Con el propósito de contar con personas que tuvieran dedicación exclusiva a su solución, Felipe II decretó la creación como la Cátedra de Cosmografía (1552) y de diversos puestos como el de “cosmógrafo mayor de Indias” (1571). Como parte de la expedición cosmográfica liderada por el valenciano Jaime Juan, el eclipse lunar de 1584 fue observado en las casas de la Real Audiencia de México. A pesar del éxito relativo de la empresa, la preocupación por el correcto posicionamiento de las diversas ciudades americanas y el conocimiento cosmográfico propició el surgimiento de una cosmografía novohispana.

En este capítulo se evidencia que los encargados de la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México dedicaron parte de su tiempo y actividades al cálculo de la “verdadera” longitud de la Ciudad de México. El término “verdadera” hizo referencia al valor de la longitud determinado por los matemáticos novohispanos, quienes cuestionaron la veracidad de los datos de la posición dados en las tablas astronómicas europeas. Esta polémica permite identificar la continuidad de la cosmografía novohispana a lo largo de los siglos XVII y XVIII gracias a los catedráticos de Astrología y Matemáticas. Esta tradición cosmográfica, que también defendió la autonomía y capacidad intelectual de los habitantes de la Nueva España, puede ser rastreada en las publicaciones periódicas de José Ignacio Bartolache y José Antonio Alzate quienes también estuvieron interesados en la exactitud de las mediciones del tiempo y el espacio.

Debido a la importancia que gozaron las publicaciones periódicas en la segunda mitad del siglo XVIII, al ser medios de propagación de conocimiento entre las élites novohispanas, este capítulo tiene como propósito analizar las concepciones de tiempo y espacio plasmadas en las publicaciones periódicas de Alzate y Bartolache, que vieron la luz entre 1768 y 1772. A través de este examen, se pretende dilucidar los marcos epistemológicos de aquellos interesados en resolver la problemática de la longitud desde la Nueva España.

II.1 *La Cátedra de Astrología y Matemáticas: institucionalización de la cosmografía novohispana*

La observación del eclipse de 1584 fue una de las muchas actividades cosmográficas que tuvieron lugar en la Nueva España. Desde mediados del siglo XVI, este virreinato se convirtió en la morada de reconocidos cosmógrafos, como fue el caso de Henrico Martínez. Fue en el territorio novohispano donde publicó su *Repertorio de los tiempos, y historia natural desta Nueva España*.²²¹ Entre los múltiples temas que Martínez abordó se encuentra la definición de lo que comprendía la astrología, su conceptualización del tiempo y el cálculo de la longitud por medio de los eclipses.

Respecto a la astrología, el cosmógrafo mencionó que era la “ciencia de los Cielos y estrellas”. En otras palabras, para Martínez la astrología era el conocimiento derivado de la observación de la bóveda celeste, la cual dividió en dos: astronomía y astrología judiciaria. De la primera, el también intérprete del Santo Oficio mencionó que únicamente se ocupaba de los “movimientos de los Cielos y Planetas, de sus varias conunciones, oposiciones y concursos”.²²² Por otra parte, la astronomía judiciaria estudiaba las supuestas influencias que los cuerpos celestes tenían sobre lo “terrestre”, incluidos los seres humanos. Ambas estaban sustentadas en la experiencia. De esta manera, Martínez explicitó la importancia que tenía la observación y la experimentación en la práctica cosmográfica, astronómica y astrológica.

Por otro lado, el cosmógrafo definió el tiempo como “vna cierta quenta y medida que comprehende el entendimiento humano del curso y continuo movimiento de la decima Sphera, de donde se collige el tiempo pasión del movimiento de cuyo conocimiento depende el conocimiento del cuerpo”.²²³ Es decir, estableció una correlación entre el movimiento de un cuerpo y el tiempo. El “principio” del tiempo lo determinó “quando Dios criò los Cielos y fenecerà el dia del vniversal juyzio, por que entonces cessara el movimiento, del qual como dicho queda depende el tiempo, de donde se infiere ser el tiempo la duracion de las cosas deste Mundo”.²²⁴ De las dos citas anteriores, se puede constatar que Martínez, basado en el modelo

²²¹ Henrico Martinez, *Reportorio de los tiempos, y historia natvral desta Nveva España* (México: En la Empreanta del mesmo autor, 1606).

²²² Martinez, 11.

²²³ Martinez, 14.

²²⁴ Martinez, 14–15.

cosmográfico de esferas geocéntricas de Petrus Apianus (1495-1552),²²⁵ estableció conexión directa entre el movimiento celeste, es decir, entre la astronomía y el tiempo. También, se puede constatar una influencia del pensamiento de San Agustín,²²⁶ al asociar lo temporal con la creación. A pesar de que el cosmógrafo determinó al tiempo como una cantidad continua, aseguró que “el hombre [...] considera en el partes discretas, que principalmente son tres, es à saber, tiempo pasado, presente y por venir”.²²⁷ Asimismo, el cosmógrafo recordó que, para su medición, el tiempo se dividía en años, meses, semanas, días, horas y minutos. Por lo tanto, se puede afirmar que Martínez concibió la idea de un tiempo continuo y lineal.

Del método para dar “noticia de la longitud de qualquier lugar del Mundo por medio de los eclipses”, Martínez indicó que se debía anotar, “con mucha puntualidad”, la hora del principio y final del evento astronómico tanto en el meridiano de referencia como en el lugar deseado: “fácilmente se verá la diferencia de tiempo que ay entre Mexico y el tal lugar, la qual diferencia convertirá en grados, tomando por cada hora 15. grad. y por cada quatro minutos de hora un grado, y todo junto serán los grados de diferencia de longitud entre Mexico y el lugar donde se hiziera esta diligencia”.²²⁸ Así, en su *Repertorio*, el cosmógrafo describió el mismo método delineado por Santa Cruz en el *Libro de las longitudes* (1555) y establecido en las *Ordenanzas* como el oficial.

En el *Repertorio*, Martínez indicó que la diferencia de tiempo entre los meridianos de México y Madrid era de 6 horas y 53 min. La elección de esta ciudad europea respondió a que era el centro político de la Monarquía Hispánica. No obstante, el cosmógrafo también hizo referencia a la distancia temporal entre las Islas Filipinas y la capital novohispana. A partir de una observación hipotética de un eclipse lunar que ocurriría en enero de 1610, ejercicio mental que recuerda a aquellos realizados por Galileo,²²⁹ el intérprete del Santo Oficio determinó que la diferencia entre Manila y la Ciudad de México sería de 7 horas y 30 min. Es probable que el

²²⁵ En su *Cosmographicus liber*, Peter Apianus estableció que el globo y los cielos estaban, a su vez, “cubiertos” por otras bóvedas. También, hizo una división de la Tierra y los “cielos” en círculos concéntricos, como los meridianos y paralelos. Para más información, véase Andrea Meza Navarro, “Las huellas del Cosmographicus liber de Petrus Apianus”, *Caiana. Revista de Historia del Arte y Cultura Visual del Centro Argentino de Investigadores de Arte*, núm. 5 (2014): 106–15.

²²⁶ Al respecto, véase Carlos Isler Soto, “El Tiempo en las Confesiones de San Agustín”, *Revista de Humanidades* 17–18 (2008): 187–99.

²²⁷ Martínez, *Repertorio de los tiempos, y historia natvral desta Nveva España*, 15.

²²⁸ Martínez, 83.

²²⁹ Rafał Gruszczyński, “Parts of Falling Objects: Galileo’s Thought Experiment in Mereological Setting”, *Erkenntnis*, 2020.

interés por esta cantidad se deba al incipiente comercio entre América y Asia a través de las Filipinas.²³⁰ Por si fuera poco, el autor ofreció una tabla con la diferencia de longitud entre el meridiano de México y diversas ciudades tanto en la Nueva España, el Virreinato de Perú, las Antillas e incluso de la península ibérica y la “Gran China”. Por lo tanto, estableció a la Ciudad de México como su meridiano de referencia.

Como lo evidencia la obra de Martínez, la cosmografía era una actividad importante en la Nueva España. No obstante, en los primeros años del siglo XVII, careció de un espacio institucional, como la Casa de Contratación en Sevilla, para su enseñanza. El 22 de febrero de 1637, a petición de fray Diego Rodríguez (1596-1668) y de los alumnos de la Facultad de Medicina, el claustro pleno de la Real y Pontificia Universidad de México creó la cátedra de Astrología y Matemáticas. Este tipo de estudios, en Salamanca, se implementaron desde 1460, por lo que en las Universidades hispánicas ya existía una larga tradición de estos estudios.²³¹ Como veremos más adelante, esta posición académica, la cual quedaría a cargo del propio Rodríguez por más de 30 años,²³² sirvió como medio para desarrollar y difundir los propósitos de la práctica cosmográfica novohispana, que posteriormente se transformó en geografía.

II.1.1 Los inicios: la astrología y las matemáticas al servicio de la cosmografía, 1637-1773

El interés de los estudiantes de medicina por inaugurar una cátedra donde se enseñarán los fundamentos de la astrología y las matemáticas, estrechamente relacionadas con la cosmografía, se debió a las teorías médicas de la época.²³³ Debido a que la Real y Pontificia Universidad de

²³⁰ Para más información, véase Katharine Bjork, “The Link That Kept the Philippines Spanish: Mexican Merchant Interests and the Manila Trade, 1571-1815”, *Journal of World History* 9, núm. 1 (1998): 25–50; Edward Slack, “Orientalizing New Spain: Perspectives on Asian Influence in Colonial Mexico”, *México y La Cuenca Del Pacífico* 15, núm. 43 (2012): 97–127; José Antonio Cervera Jiménez, “El Galeón de Manila: mercancías, personas e ideas viajando a través del Pacífico (1565-1815)”, *México y la cuenca del pacífico* 9, núm. 26 (2020): 69–90.

²³¹ Cirilo Flórez Miguel, “Las Ciencias y la Universidad de Salamanca en el siglo XV”, en *Salamanca y su universidad en el Primer Renacimiento: siglo XV, 2011* (Salamanca: Universidad de Salamanca, 2011), 179–202.

²³² Martha Eugenia Rodríguez, “La cátedra de Astrología y Matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México”, *Asclepio* 46, núm. 2 (el 30 de diciembre de 1994): 94, <https://doi.org/10.3989/asclepio.1994.v46.2.466>.

²³³ Emilio Montero Cartelle, “De la Antigüedad a la Edad Media: medicina, magia y astrología latinas”, *Cuadernos del CEMYR*, núm. 8 (2000): 53–72; Tayra María del Carmen Lanuza Navarro, “La astrología en las universidades castellanas durante el siglo XVIII”, en *Actes de la VIII Trobada d’Història de la Ciència i de la Tècnica. Mallorca, 18-21 de novembre de 2004* (Barcelona: Institut d’Estudis Catalans, 2004), 577-582.; Dorian Gieseler Greenbaum, “Astronomy, Astrology, and Medicine”, en *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy* (Nueva York: Springer, 2015), 117–32.

México se apegó al modelo de la Universidad de Salamanca, es posible conocer el programa de estudio.²³⁴ Lo anterior es sumamente relevante debido a que, con la finalidad de obtener una imagen precisa del mundo, en la institución salamantina también se impartió una cátedra donde se estudiaba el *corpus* ptolemaico y se trataron de resolver los problemas marítimos más importantes de la época, como el cálculo de la longitud. Así, se convirtió en uno de los centros más importantes de la cosmografía teórica.²³⁵

Tanto en la Universidad de Salamanca como en la de México, durante el primer año, los estudiantes leían el tratado astronómico titulado *De sphaera mundi*²³⁶ publicado a comienzos del siglo XII por Johannes de Sacrobosco (1195 - 1256). En el siguiente año, se familiarizaban con *Los seis libros primeros de la geometría de Euclides*,²³⁷ el *De triangulis planis et sphaericis libri* de Joannes Regiomontanus (1436-1476) y el *Almagesto*²³⁸ de Claudio Ptolomeo. En su tercer ciclo, se enfocaban en la cosmografía y la navegación, por lo que se les enseñaba a utilizar el astrolabio y otros instrumentos matemáticos, así como a realizar observaciones astronómicas. El *De revolutionibus orbium coelestium*, texto donde Nicolas Copérnico defendió la teoría heliocéntrica, también fue discutido en el marco de la cátedra de Astrología y Matemáticas. Además, en sus ratos libres, se exhortaba a los estudiantes a “leer materias de relojes y mecánicas, con algunas máquinas, y dar á entender en que consiste la fuerza de ellas”.²³⁹ Es decir, la medición del tiempo se consideró como parte importante de la formación astrológica y matemática. En esta combinación de libros, donde se observan autores que, por un lado, defendían la teoría geocéntrica y por el otro que se apegaban al modelo heliocéntrico, se puede

²³⁴ Retomo la descripción realizada por Rodríguez, “La cátedra de Astrología y Matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México”, 96.

²³⁵ Madrid Casado, “Compás, mapa y espada”.

²³⁶ Para una descripción del contenido del texto y su uso en las universidades, véase Marta Gómez Martínez, “Claves didácticas en un manual de astronomía: De Sphaera Mundi de Sacrobosco”, *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 34, núm. 135 (2013): 39–58.

²³⁷ La versión de los *Elementos de Euclides* que se utilizaba fue la traducción y edición de los primeros seis libros realizados por el catedrático de cosmografía de la Casa de Contratación Rodrigo de Zamorano en 1576. Euclides, *Los seis libros primeros de la geometría de Euclides. Traduzidos en le[n]gua española por Rodrigo çamorano astrologo y mathematico, y cathedratico de Cosmographia por su Magestad en la Casa de Contratacio[n] de Sevilla*, trad. Rodrigo Zamorano (Sevilla: en casa de Alonso de la Barrera, 1576).

²³⁸ En el primer volumen del *Almagesto*, Ptolomeo defendió el sistema geocéntrico. Para más información sobre el modelo cosmológico ptolemaico y sus fundamentos empíricos, véase N. M. Swerdlow, “The Empirical Foundations of Ptolemy’s Planetary Theory”, *Journal for the History of Astronomy* 35, núm. 3 (2004): 249–71.

²³⁹ Citado en Marc S. Rodriguez, Donna R. Gabbaccia, y James R. Grossman, *Repositioning North American Migration History: New Directions in Modern Continental Migration, Citizenship, and Community* (Nueva York: University Rochester Press, 2004), 97.

constatar la tradición de los cosmógrafos de la Casa de Contratación quienes, para generar formas más precisas de representación espacial, trataron de reconciliar las propuestas de las “autoridades clásicas” con los autores contemporáneos.

Por los temas y los textos establecidos en el plan de estudios, se puede constatar el interés cosmográfico que perseguía la formación en astrología y matemáticas. Por ejemplo, el libro de Sacrobosco fue traducido al castellano en diversas ocasiones debido a que, por su contenido astronómico y geográfico, era utilizado para la navegación.²⁴⁰ Por otro lado, como se estableció en el capítulo anterior, los cosmógrafos de la Casa de Contratación eran versados en las obras de Euclides, que apelaba por un espacio geométrico continuo, y de Ptolomeo, quien defendía un sistema geocéntrico y la división de la esfera terrestre mediante un sistema de líneas imaginarias. La utilización de las obras de ambos autores, como se estableció en el capítulo anterior, constituyó las bases de lo que en esta tesis se denomina la “imagen hispánica del mundo”. Por último, el énfasis en la enseñanza de instrumentos astronómicos, como el astrolabio, y la sugerencia de que aprendieran a utilizar relojes muestra el interés que tuvieron los catedráticos de que sus alumnos aprendieran a determinar tanto la latitud como la longitud, tareas características de la cosmografía de la época.

Aunado a lo anterior, en la *Recopilación de leyes de los Reynos de las Indias*,²⁴¹ se decretó que uno de los cosmógrafos debía ser nombrado catedrático de matemáticas al interior del Consejo de Indias, con la finalidad de que hubiera más interés en “la profession de lo que tanto importa”. Además, en dicha ley se agrega que este requisito se hacía extensible “en las Vniversidades y partes, que parezcan más á propósito”.²⁴² Así, se infiere que el conocimiento cosmográfico era indispensable para cualquiera que ostentara la cátedra de la Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México.

Diego Rodríguez, aunque oficialmente nunca fue nombrado cosmógrafo real, poseía todos los conocimientos requeridos como lo muestra su vasta obra.²⁴³ Entre sus trabajos más

²⁴⁰ Para más información sobre las múltiples ediciones de la obra de Sacrobosco en la península ibérica, véase Kathleen M. Crowther, “Sacrobosco’s Sphaera in Spain and Portugal”, en *De sphaera of Johannes de Sacrobosco in the Early Modern Period: The Authors of the Commentaries*, ed. Matteo Valleriani (Cham: Springer International Publishing, 2020), 161–84.

²⁴¹ Antonio de León Pinelo y Juan de Solórzano Pereira, *Recopilación de leyes de los reynos de las Indias. Tomo Primero*, Aprobada por Carlos II (Madrid: Ivlian de Paredes, 1681).

²⁴² León Pinelo y Solórzano Pereira, 186.

²⁴³ Por mencionar algunos: *Tractatus Proemialium Mathematices y de Geometria*, *De los logaritmos y Aritmética*

importantes se encuentra un manuscrito titulado *Tratado del modo de fabricar relojes Horizontales, Verticales, Orientales etc, Con declinación, inclinación, o sin ella: por Senos rectos, tangentes etc. para por vía de Números fabricarlos con facilidad*.²⁴⁴ El propio nombre del texto revela la importancia que las matemáticas tenían en la gnomónica.²⁴⁵ De acuerdo con el historiador Elías Trabulse, fueron tres los motivos que impulsaron al matemático novohispano a interesarse por este tipo de aparatos: (i) su fiabilidad; (ii) determinar con precisión la longitud y latitud de la Ciudad de México y (iii) que en los novohispanos tuvieran relojes precisos.²⁴⁶

En las últimas dos secciones del *Tratado del modo de fabricar relojes*, Rodríguez reveló que hizo observaciones de los eclipses de Luna acaecidos el 20 de diciembre de 1638 y el 9 de mayo de 1641.²⁴⁷ El primero de ellos lo divisó con ayuda del también médico Gabriel López de Bonilla (¿? -1667). Los meridianos de comparación seleccionados fueron algunos centros europeos como Uranibourg, Hven, actual Suecia, donde se localizaba el observatorio de Brahe, Venecia y Frankfurt,²⁴⁸ debido a que los novohispanos utilizaron las tablas astronómicas de Brahe, Giovanni Magini (1555-1617) y Johannes Kepler (1571-1630). De acuerdo con los datos recopilados por Rodríguez y Bonilla, la longitud de México la situaron a 7 horas 51 minutos al occidente de Frankfurt.²⁴⁹

Con la finalidad de ajustar sus mediciones, Rodríguez también observó el eclipse lunar de 1641. A partir de la comparación de los datos tomados Francisco Ruíz Lozano (1607-1677), cosmógrafo mayor de Perú, quien fue su alumno en la Universidad México, Rodríguez estimó que la diferencia entre Lima y México era de una hora y 34 minutos.²⁵⁰ Este resultado difería en 16 minutos respecto al proporcionado por Martínez en 1606. De acuerdo con la anteriormente

y el *Tratado de las equaciones. Fabrica y uso de la Tabla Algebraica discursiva*. Para más información de la obra de Diego Rodríguez, véase Elías Trabulse, “Un científico mexicano del siglo XVII: Fray Diego Rodríguez y su obra”, *Historia Mexicana*, el 1 de julio de 1974, 36–69.

²⁴⁴ En adelante, *Tratado del modo de fabricar relojes*.

²⁴⁵ La gnomónica es el estudio del diseño, la construcción y el uso de relojes de Sol, los cuales están basados en el movimiento aparente del Sol sobre la Tierra. Para más información sobre la gnomónica y su desarrollo en el Nueva España, véase Antonio Rodríguez Alcalá, “El patrimonio gnomónico de México: los cuadrantes solares coloniales del estado de Yucatán”, *Intervención (México DF)* 5, núm. 10 (2014): 67–77.

²⁴⁶ Elías Trabulse, “El reloj de Oaxaca. Astronomía y cronometría en el México colonial”, *Estudios*, núm. 3 (1985): 14.

²⁴⁷ Trabulse, 15.

²⁴⁸ Trabulse, 20.

²⁴⁹ Elías Trabulse, “Fray Diego Rodríguez y la posición geográfica de México”, *Diálogos: Artes, Letras, Ciencias humanas* 18, núm. 4 (106) (1982): 13.

²⁵⁰ Trabulse, “El reloj de Oaxaca. Astronomía y cronometría en el México colonial”, 21.

citada *Recopilación de leyes de los Reynos de las Indias*, un cosmógrafo del virreinato debía estar encargado de “calcular y averiguar los eclipses de Luna [...] para tomar la longitud de las tierras, y envi[ar] memoria de los tiempo y horas que se haya de observar en las Indias á los Gobernadores de ellas”. Así, Rodríguez también cumplió funciones cosmográficas e incluso formó y colaboró con cosmógrafos de otros virreinos americanos. Por lo tanto, la cátedra de Astrología y Matemáticas, al cumplir con lo mandado por la legislación de las Indias, también sirvió para los intereses políticos de la Monarquía Hispánica.

Tras la muerte de Rodríguez en 1668, el puesto fue ocupado por Ignacio Muñoz (1610-1685), fraile dominico interesado en la navegación “instrumental, exacta y perfecta” y en la construcción de un instrumento “no menos exacto para observar la variación de la aguja”.²⁵¹ A pesar de que partió a España en 1669, Muñoz retuvo la titularidad de la cátedra hasta 1672 cuando Luis Becerra y Tanco (1602-1672) ocupó el puesto durante tres meses debido a su prematuro deceso.²⁵² Este último personaje fue redactor de *Pronósticos* astrológicos, una suerte de calendarios que indicaban festividades religiosas y civiles, los eclipses del año, así como predicciones meteorológicas.²⁵³ Debido a su carácter heterogéneo, estos textos eran consultados por médicos, agricultores y navegantes.²⁵⁴ Así, los trabajos de Muñoz como de Becerra y Tanco también estaban relacionados a la cosmografía y a la creación de instrumentos exactos.

II.1.2 Posicionarse bajo los propios términos: la era de Sigüenza y Góngora, 1672-1693

En 1672, Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700) se convirtió en el catedrático de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México, cargo que ocupó hasta 1693. Este personaje comenzó a interesarse por las matemáticas en el año de 1667, cuando fue expulsado del colegio del Espíritu Santo de la Compañía de Jesús en Puebla.²⁵⁵ Hacia 1681 fue nombrado

²⁵¹ José María Moreno Madrid, “Ciencia y patronazgo real en el imperio español del siglo XVII: Fray Ignacio Muñoz y su Propuesta de trabajo en Artes Náuticas”, *Anuario de Estudios Americanos* 78, núm. 1 (el 2 de junio de 2021): 64.

²⁵² Javier Dávila, “La cátedra de Astrología y Matemáticas y sus fundamentos ideológicos” (Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 2013), <http://web.uaemex.mx/iesu/PNovohispano/Encuentros/2013%20XXVI%20EPN/Siglo%20XVII/Javier%20D%20avila.pdf>.

²⁵³ Mathilde Albisson, “En mala estrella: los pronósticos astrológicos y repertorios de los tiempos censurados por la inquisición española (1632-1707)”, *Studia Historica: Historia Moderna* 41, núm. 2 (2019): 255.

²⁵⁴ Miruna Achim, “Lecturas para todos: Pronósticos y calendarios en el México virreinal”, en *Historia de la literatura mexicana desde sus orígenes hasta nuestros días. Volumen 3. Cambios de reglas, mentalidades y recursos retóricos en la Nueva España del siglo XVIII* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Siglo XXI Editores, 2011), 598.

²⁵⁵ Elías Trabulse, ed., “La obra científica de don Carlos de Sigüenza y Góngora (1667-1700)”, en *Carlos de*

“cosmógrafo del Reyno”,²⁵⁶ por lo que se interesó en el diseño de los desagües,²⁵⁷ la cartografía de la Nueva España²⁵⁸ y el cálculo de las longitudes. Así, la cosmografía y la cátedra de Astrología y Matemáticas se entrelazaron oficialmente.

La determinación exacta de las coordenadas geográficas fue uno de los problemas expuestos por Sigüenza en la *Libra astronómica y filosófica*,²⁵⁹ publicada en 1690. El propósito principal que persiguió su autor era desmentir las afirmaciones realizadas en la *Exposición astronómica del cometa*,²⁶⁰ redactada por el jesuita trentino²⁶¹ Eusebio Kino.²⁶² De acuerdo con este autor, el cometa de 1680, que observó cuando estuvo de visita en la Nueva España, anunciaba hambrunas, temblores, tempestades y guerras.²⁶³ Sigüenza, además de poner en tela de juicio la supuesta correlación entre los cometas y eventos funestos; también cuestionó el análisis y las estimaciones que el jesuita europeo estableció respecto a la posición relativa entre el cometa y la Tierra y el tamaño de la cola.²⁶⁴

Sigüenza y Góngora: homenaje, 1700-2000, Serie Historia novohispana 65 (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000), 98.

²⁵⁶ La fecha de nombramiento es todavía objeto de debate, no obstante se propone que fue “hacia 1681”. Carlos de Sigüenza y Góngora y Antonio Lorente Medina, *Oriental planeta evangélico* (Madrid: Iberoamericana Editorial, 2008), 23.

²⁵⁷ Gina Del Piero, “Cosmografía novohispana en el siglo XVII”, en *Dinámicas del espacio: reflexiones desde América Latina* (Buenos Aires: Fundación Universidad Católica Argentina, 2019), 392.

²⁵⁸ Elías Trabulse, “La obra cartográfica de don Carlos de Sigüenza y Góngora”, *Caravelle. Cahiers du monde hispanique et luso-brésilien* 76, núm. 1 (2001): 265–75.

²⁵⁹ Carlos de Sigüenza y Góngora, *Libra astronómica y filosófica. En que D.... examina no solo lo que a su manifesto filosófico contra los cometas opuso el R.P. Eusebio Francisco Kino... sino lo que el mismo R.P. opinó, y pretendió haber demostrado en su Exposición astronómica del cometa del año de 1681* (México: Viuda de Bernardo Calderón, 1690).

²⁶⁰ Eusebio Francisco Kino, *Exposición astronómica del cometa, que el año de 1680, por los meses de noviembre, y Diciembre, y este año de 1681, por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y se ha observado en la ciudad de Cádiz* (México: por Francisco Rodríguez Lupercio, 1681).

²⁶¹ Región ubicada en lo que actualmente es el noreste de Italia.

²⁶² Nacido en 1645 en un poblado cerca de Trento. Tras estudiar en diversos colegios jesuitas tanto en su localidad natal como el Innsbruck, Austria, en 1665 ingresó al noviciado de la Compañía de Jesús en Baviera. Posteriormente, se desempeñó como catedrático de Matemáticas en la Universidad de Ingolstadt. En 1681 llega a la Nueva España como misionero y cosmógrafo, donde hizo expediciones evangelizadoras hacia las Californias. Para más información sobre su vida y obra, en particular sobre su papel en la polémica sobre el cometa de 1680, véase Juan Manuel Gauger Quiroz, *Autoridad jesuita y saber universal: la polémica cometaria entre Carlos de Sigüenza y Góngora y Eusebio Francisco Kino* (Nueva York: Instituto de Estudios Auriseculares, 2015), 69–11.

²⁶³ Víctor Navarro Brotons, “La Libra Astronómica y Filosófica de Sigüenza y Góngora: la polémica sobre el cometa de 1680”, en *Carlos de Sigüenza y Góngora Homenaje 1700-2000. I*, ed. Alicia Mayer, Serie Historia Novohispana 65 (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000), 150.

²⁶⁴ Navarro Brotons, 152.

Para determinar la posición del cometa respecto a la Tierra, Sigüenza estableció la necesidad de calcular su paralaje. Es decir, es el desplazamiento aparente del cometa con respecto a otros objetos celestes que verían dos personas localizadas en distintos puntos del planeta. De esta manera, uno de los métodos que presenta Sigüenza en la *Libra astronómica y filosófica* consiste en observar el cometa simultáneamente desde dos lugares diferentes. Por lo tanto, para obtener este ángulo y así calcular la distancia a la que se encontraba el cometa de la Tierra, Sigüenza evidenció la necesidad de un método para determinar con exactitud tanto la latitud como la longitud de la Nueva España.

Con la intención de que “con menos trabajo cotejen los matemáticos de Europa, que quisieren, las observaciones que aquí pondré con las (sin duda muy buenas) que hubieren hecho”, Sigüenza proporcionó “la longitud en que juzgo nos hallamos los mexicanos”.²⁶⁵ Para esto, refirió a la calculada por Henrico Martínez a partir de la observación de un eclipse de Luna en 1619, mismo que fue divisado en Europa por el jesuita italiano Giovanni Riccioli (1698-1671). Si bien Sigüenza aseguró que la longitud de $287^{\circ} 8'$ entre Ingolstadt, actual Alemania, y México, calculada con los datos de Martínez y Riccioli, era “muy crecida”, su error lo atribuyó al hecho de que el cosmógrafo hispano carecía de un telescopio. Así, el matemático procedió a corregir esta cantidad y determinó que la longitud de México era $283^{\circ} 23'$ por lo que la distancia de México a Uraniborg era de 7 horas y 30 minutos.²⁶⁶ Es interesante notar que Sigüenza determinó su punto de referencia o meridiano cero en la isla de Hven. El hecho de que eligiera esta localidad, y no Toledo como lo establecieron las *Ordenanzas*, denota una independencia de la cosmografía novohispana respecto a la peninsular. Por sus intereses astronómicos, a Sigüenza le era más importante determinar la distancia entre el observatorio de Brahe, ubicado precisamente en Uraniborg, a la Ciudad de México, que a Madrid o Toledo.

Lo anterior revela que Sigüenza con su *Libra astronómica y filosófica*, además de confrontar directamente las afirmaciones de Kino, trató de posicionarse respecto a los astrónomos y matemáticos europeos, a quienes recomendó utilizar el valor de longitud de México que él calculó. Así, trató de establecer un diálogo horizontal entre la ciencia novohispana y la europea. Aunado a esto, el catedrático afirmó que “[s]i algún matemático para

²⁶⁵ Carlos de Sigüenza y Góngora, *Libra astronómica y filosófica*, Edición y notas de Bernabé Navarro. Presentación de José Gaos (México: Centro de Estudios Filosóficos, UNAM, 1984), 179.

²⁶⁶ Sigüenza y Góngora, 181.

certificarse de esto [la longitud la Ciudad de México], o para otros usos, quisiere comunicarme observaciones de eclipses, especialmente de Luna, tuyas o ajenas, desde el año de 1670 en adelante, le retornaré yo las mías desde el propio tiempo con toda liberalidad”.²⁶⁷ De esta manera, Sigüenza, a través de su obra, buscó generar una red de informantes de diversos fenómenos astronómicos, de la misma forma que lo hizo Tycho Brahe, quien tenía corresponsales en distintas partes de Europa.

Si bien Sigüenza recibió el título de cosmógrafo, es importante señalar que la cosmografía, que abarcaba un amplio espectro de saberes, durante el siglo XVII se fragmentó gradualmente en conocimiento discretos. Hacia 1700 emergió de este proceso la geografía moderna, la cual se enfocó en el cálculo preciso de las coordenadas geográficas, la descripción de la superficie de la tierra y la creación representaciones del espacio, como mapas, cada vez más exactas.²⁶⁸ Esta separación fue consecuencia del declive que experimentó la geografía humanista durante la segunda mitad del siglo XVII en pos de la creación de metodologías e instrumentos que ayudaran a mejorar las mediciones que se tenían hasta el momento.²⁶⁹ El francés Giovanni Cassini I (1625-1712) fue uno de los máximos representantes de esta corriente y con este propósito fundó el *Observatoire Royale de Paris* en 1669. En el Mundo Hispánico, a partir del *Tesoro de la lengua castellana* es posible observar que para 1611 ya se hacía distinción entre cosmografía y geografía.²⁷⁰ Para 1729, en el *Diccionario de Autoridades* se afirma que la primera “explica todo lo elemental y esfera celeste”²⁷¹ mientras que la segunda “es la ciencia que trata de la descripción universal de toda la tierra”.²⁷² Por lo tanto, a pesar de su nombramiento, la *Libra Astronómica* revela que tenía intereses propiamente geográficos.

II.1.3 Continuidades: la construcción de una comunidad intelectual, 1700-1773

Tras la partida de Sigüenza y Góngora, la cátedra fue ocupada por diversos personajes.²⁷³ Joaquín Velázquez de León (1732-1786), en 1765, se convirtió en el onceavo catedrático de la

²⁶⁷ Sigüenza y Góngora, 181.

²⁶⁸ John Rennie Short, “From Cosmography to Geography”, en *Alternative Geographies* (Nueva York: Routledge, 2000), 3–45.

²⁶⁹ Vogel, “Cosmography”, 493.

²⁷⁰ Covarrubias Orozco, *Tesoro de la lengua castellana, o española*, 244.

²⁷¹ Véase entrada “cosmographia” en Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

²⁷² Véase entrada “geographia” en Real Academia Española.

²⁷³ Hasta 1700, el titular fue el médico Luis Gómez de Solano, quien redactó diversos *Lunarios*, cuya función era similar al de los pronósticos. En 1704 a 1710, Manuel Alcivia fue ocupante del cargo, mismo que dejó con la finalidad de escribir un *Pronóstico*. Posteriormente,²⁷³ José Juan de Escobar y Morales se convirtió en el

materia, cargo que ocupó hasta 1773. Miembro de una familia novohispana dedicada a la minería, Velázquez de León estudió leyes en el Colegio Tridentino y, posteriormente, formó parte del Colegio Mayor de Santa María de Todos Santos,²⁷⁴ donde se interesó en las matemáticas.²⁷⁵ De acuerdo con su contemporáneo Antonio de León y Gama²⁷⁶ (1735-1802), el jurisprudente lo buscó durante su estadía en el Colegio Mayor al enterarse que ambos tenían interés por los “cálculos astronómicos [...] entre ellos el de un eclipse de sol”.²⁷⁷ Esto provocó que ambos intercambiaran instrumentos de observación y correspondencia “donde tratamos – dice León y Gama – del error que había en todas las tablas y cartas geográficas en cuanto a la longitud y latitud de esta ciudad [de México], que desde entonces procuramos cada uno por su parte, verificar y corregir”.²⁷⁸ Este objetivo lo llevó a participar en la observación del tránsito de Venus y del eclipse lunar del año 1769, del que se hablará con mayor detalle en la siguiente sección. De esta manera, desde sus años de estudiante, Velázquez de León se propuso realizar algunas de las actividades más importantes llevadas a cabo por los cosmógrafos de los siglos XVI y XVII. En otras palabras, a través de su figura, la Cátedra de Astrología y Matemáticas era utilizada con fines claramente geográficos, al estar asociados con la determinación exacta de la posición geográfica del virreinato.

catedrático. Tras la muerte de este último en 1737 y hasta 1752, el presbítero Pedro de Alarcón se encargó de la enseñanza de la astrología y matemáticas en la Universidad de México. El médico Antonio de Gamboa y Riaño, originario de Cartagena de Indias, reemplazó a Alarcón hasta 1759, año de su deceso. Juan Gregorio de Campos Martínez, quien también se formó como médico y fundó el Oratorio de San Felipe Neri en la Ciudad de México, sucedió a Gamboa hasta 1765. Para más información, véase Erika Mariana Pelcastre Juárez, “Lunarios novohispanos: astrología-astronomía como herramienta en el pronóstico médico durante el siglo XVIII” (tesis para obtener el grado de maestra en ciencias, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017), 65–66.

²⁷⁴ En adelante, Colegio Mayor

²⁷⁵ Roberto Moreno, “Apuntes biográficos de Joaquín Velázquez de León: 1732-1786”, *Historia Mexicana* 25, núm. 1 (1975): 45–46.

²⁷⁶ Nacido en la Ciudad de México, fue un matemático y arqueólogo interesado en la astronomía práctica. Entre 1787 y 1789 fue consejero del virrey Antonio Florez. Fue autor de múltiples escritos, entre ellos *Descripción ortográfica universal del eclipse de sol observado en México el 24 de junio de 1778* y *Disertación físico-matemática sobre la aurora boreal*. Este último texto fue parte del debate que mantuvo con José Antonio Alzate y Francisco Dimas Rangel sobre la naturaleza de este fenómeno acaecido el 14 de noviembre de 1789. Para más información, véase Andrea Luna y Susana Biro Biro, “La ciencia en la cultura novohispana: el debate sobre la aurora boreal de 1789”, *Revista mexicana de física E* 63, núm. 2 (2017): 87–94.

²⁷⁷ Antonio de León y Gama, “Carta que en elogio del Sr. D. Joaquin Velazquez de Leon, colegial que fue del insigne, mayor y mas antiguo colegio de Santa Maria de Todos Santos de esta ciudad de México, abogado de la real audicencia, e individuo de su ilustre colegio, catedratico de matematicas en la real y pontificia Universidad, del consejo de S. M., su alcalde de corte honorario, y director del importante cuerpo de minería de este reino”, en *El museo mexicano*, vol. 4 (México: Ignacio Cumplido, 1844), 541.

²⁷⁸ León y Gama, 542.

Debido a su trabajo sobre la minería, en 1768 el virrey Carlos Francisco de Croix (1703-1786) encomendó a Velázquez de León a acompañar al visitador José de Galvés (1720-1787) a las Californias, donde se encargaría de la búsqueda de minas. Así, el jurisprudente dejó como sustituto de la cátedra a José Ignacio Bartolache (1739-1790), de quien se hablará a detalle más adelante. En el preámbulo de las *Lecciones matemáticas*,²⁷⁹ escritas por Bartolache en 1769 para dar a conocer el plan de estudios que siguió durante su permanencia en la Real y Pontificia Universidad de México, estableció que todos aquellos inventos “que más han interesado al hombre político, por mar y tierra” entre ellas el comercio y el comando de tropas militares, fueron posibles debido a la perfección de las “Ciencias Matemáticas”.²⁸⁰ El *Diccionario de autoridades* establece que “político” refiere al “sugeto versado y experimentado en las cosas del gobierno, y negocios de la República o Reino”.²⁸¹ De las palabras del novohispano se devela la importancia política que tenía el conocimiento matemático aplicado a las problemáticas marítimas y terrestres y, por ende, la Cátedra de Astrología y Matemáticas para el correcto funcionamiento de la Monarquía Hispánica.

II.2 “¿Es por ventura poco?”: La participación novohispana en las misiones astronómicas de escala global

En la segunda mitad del siglo XVIII, además de la Cátedra de Astrología y Matemáticas, en la Nueva España existieron otros espacios donde desarrollar actividades relacionadas a la cosmografía. Para 1765, el marino alicantino Jorge Juan y Santacilia (1713-1773) introdujo en el Mundo Hispánico el uso de cronómetros marinos franceses que permitían, de forma sencilla, la comparación del tiempo del meridiano local con el del meridiano de embarcación.²⁸² No obstante, debido a los altos costos que representaban la adquisición y el mantenimiento de los cronómetros marinos, la observación simultánea de eventos astronómicos alrededor del globo

²⁷⁹ José Ignacio Bartolache, *Lecciones matemáticas que en la Real Universidad de México dictaba don José Ignacio Bartolache. Estudio introductorio Luis Rionda Arreguín*, Documentos del Archivo General del Estado (Guanajuato, 1990).

²⁸⁰ Bartolache, 41-42.

²⁸¹ Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

²⁸² Debido a las tensiones entre la Monarquía Hispánica y la Corona británica, Jorge Juan recomendó Felipe V que mandaran espías a Londres para que adquirieran los cronómetros marinos creados por el relojero inglés John Harrison (1693-1776). No obstante, desde 1774, se compraron los cronómetros producidos por el relojero francés Ferdinand Berthoud (1727-1807). Antonio Lafuente y Manuel A. Sellés, “The Problem of Longitude at Sea in the 18th Century in Spain”, 1985, 247, <https://digital.csic.es/handle/10261/16656>.

continuó como un método viable para la obtención de la longitud. De esta manera, distintos gobiernos europeos “patrocinaron expediciones a Eurasia, India, China, Sudáfrica y Norteamérica” para observar el tránsito de Venus en 1761.²⁸³ Ocho años más tarde, en 1769, cuando acaeció nuevamente el mismo fenómeno astronómico, este fue divisado y registrado por 151 personas desde 77 lugares distintos,²⁸⁴ entre ellos la capital novohispana.

II.2.1 Las dos caras de un mismo fenómeno: el tránsito de Venus de 1769 y la defensa de la capacidad intelectual novohispana

El 8 de mayo de 1769, José Ángel de Cuevas y Aguirre y José Matheos Chirinos, regidores perpetuos de la Ciudad de México,²⁸⁵ determinaron que la observación del tránsito de Venus del 3 de junio de ese año en la capital novohispana era un asunto de la “mayor utilidad para diversos asuntos”.²⁸⁶ De acuerdo con los regidores, la importancia del evento residía en que “los monarcas [Carlos III de España y Luis XVI de Francia], católico y cristianísimo han mandado sujetos de toda la habilidad y satisfacción, venciendo las mayores distancias e incomodidades, hasta llegar a la California”. La cita anterior hace referencia a la expedición hispanofrancesa liderada por Jean Baptiste Chappe d’Auteroche²⁸⁷ (1722-1769), cuyo propósito era la

²⁸³ Se denomina “tránsito” al paso aparente de un planeta por delante del disco solar. Desde la Tierra únicamente podemos divisar los tránsitos de aquellos planetas cuyas órbitas se encuentren al interior de la terrestre. Es decir, los tránsitos de Mercurio y Venus. La razón de su “rareza” se debe a que los planos orbitales de estos dos planetas difieren del de la Tierra por varios grados. Esto ocasiona que el tránsito de Mercurio, en un siglo, apenas pueda ser observado un promedio de 13 veces. Por su parte, la periodicidad del tránsito de Venus es aún más caótica: un par de tránsitos con 8 años de diferencia, que distan del siguiente par por 105.5 o 121.5 años.

²⁸⁴ Pedro Espinoza Meléndez, “Medir el Sistema Solar. El viaje de Jean-Baptiste Chappe D’Auteroche a la Antigua California y la observación del tránsito de Venus en 1769”, *Meyibó. Revista del Instituto de Investigación Históricas-UABC* 8, núm. 15 (2018): 13. Espinoza Meléndez, 12.

²⁸⁵ Véase Josef Angel de Cuevas, *Arenga que a nombre de la M. Noble Insigne, y M. Leal Imperial Ciudad de México. Hizo y Dixo Don Josef Angel de Cuevas Aguirre, y Avedaño, señor de las Casas, y Solares de Aguirre, Ssasia, Velaunza y Suosola, Regidor perpetuo y Decna de su Ilustre Ayuntamiento* (México: En la imprenta de D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, Calle de la Palma, 1771). José Gómez de Escontria, *Oracion funebre, que en las honras anniversarias de los militares difuntos de la monarchia española, celebradas en la Iglesia Cathedral de Mexico, dixo, en presencia del Excmo. Sr. Marques de Croix, [...] el dia 23 de noviembre de el año de 1770, el P. Dr. D. Joseph Gomez de Escontria presbytero de la congregacion de San Phelipe Neri, de esta Corte. Dalo a luz Don Joseph Matheos Chirinos, regidor perpetuo de esta nobilissima Ciudad* (México: En la imprenta Real del superior gobierno, del Br. D. Joseph Antonio de Hogal, en la calle de las Capuchinas, 1770).

²⁸⁶ Archivo Histórico de la Ciudad de México (en adelante, AHCM), AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

²⁸⁷ Astrónomo nacido en Francia, fue reconocido por sus observaciones del tránsito de Venus en 1761 y 1768, realizadas en Siberia y México, respectivamente. Para más información sobre su vida, véase Jean Chappe d’Auteroche, *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*, trad. Manuel Alvarez Pérez Duarte y Graciela Albert Palacios, Colección Astronomía y su Historia (Ensenada: Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010).

observación del fenómeno astronómico en las Californias, provincia septentrional de la Nueva España.²⁸⁸ De esta forma, Cuevas y Matheos, “contribuyendo a las ideas del Soberano [Carlos III]”,²⁸⁹ encomendaron la misma operación a José Antonio de Alzate (1737-1799) y a José Ignacio Bartolache. Un vistazo a la vida de estos personajes hasta 1769 ayuda a explicar por qué fueron seleccionados para la observación del Tránsito de Venus patrocinada por el gobierno de la Ciudad de México.

José Antonio de Alzate y Ramírez²⁹⁰ era originario de Ozumba, actual Estado de México. Era hijo único de una familia con una situación económica, emparentada por línea materna con la literata Sor Juana Inés de la Cruz (1648-1695) quien también se interesó en los eclipses.²⁹¹ Alzate se trasladó junto con sus padres a la capital novohispana con la intención de continuar sus estudios. En 1753 obtuvo el grado de bachiller en Artes y tres años después (1756) se convirtió en bachiller en teología. En 1758, gracias al apoyo de su padre, Juan Felipe de Alzate, se ordenó sacerdote. De acuerdo con su propio testimonio, aprendió de forma autodidacta la geometría, la filosofía y la teología; asimismo, construyó diversos instrumentos de medición. En 1768, inauguró el *Diario literario de México*,²⁹² publicación periódica de ocho números que tuvo el propósito de difundir noticias sobre agricultura, comercio, minería, la geografía e historia natural. En la quinta entrega del *Diario literario*,²⁹³ que vio la luz el 19 de abril de 1768, Alzate confesó que mantenía una relación de amistad con Velázquez de León, a quien catalogó como uno de los grandes expertos de la minería novohispana. Para 1769, como revela la memoria del viaje de Chappe,²⁹⁴ publicada en Londres en 1778, era corresponsal de la *Académie royale des sciences* de París, a cuyos miembros les comunicaba asuntos de historia natural americana.

²⁸⁸ Para más información, véase anexo II.

²⁸⁹ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

²⁹⁰ La información utilizada para su biografía se tomó de Sara Hébert, “José Antonio de Alzate y Ramírez: Una empresa periodística sabia en el Nuevo Mundo”, *Tinkuy: Boletín de investigación y debate*, núm. 17 (2011): 1–65; Alberto Saladino García, “José Antonio Alzate y Ramírez: Máxima figura de la cultura novohispana del siglo XVIII”, *La Colmena*, núm. 21 (el 11 de octubre de 2017): 83–90. Para más información biográfica de Alzate, véase Moreno y O’Gorman, *Un eclesiástico criollo frente al estado Borbón*; Saladino García, *El sabio*; Clark, “‘Read All About It’: Science, Translation, Adaptation, and Confrontation in the Gazeta de Literatura de México, 1788–1795”.

²⁹¹ Américo Larralde Rangel y Juana Inés de la Cruz, *El eclipse del Sueño de Sor Juana*, Tezontle (México: Fondo de Cultura Económica, 2011).

²⁹² En adelante, *Diario literario*. Alzate y Ramírez, *Diario literario de Mexico*.

²⁹³ José Antonio de Alzate y Ramírez, “Num. 5”, *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 5 (el 12 de marzo de 1768).

²⁹⁴ Jean Chappe d’Auteroche, Jean Dominique Cassini, y Jose Antonio Alzate y Ramirez, *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus* (London: Printed for Edward and Charles Dilly, 1778).

Por otro lado, José Ignacio Bartolache nació en la ciudad de Guanajuato, ubicada en el occidente de la Nueva España. Miembro de una familia humilde, costó sus estudios en la Ciudad de México con apoyo de terceras personas.²⁹⁵ Bartolache asistió al Colegio de San Ildefonso; no obstante, al perder su fuente de ingresos, tuvo que abandonarlo.²⁹⁶ Su situación económica lo llevó a estudiar teología en el Colegio Pontificio Seminario donde se le ofreció una “beca de merced” a cambio de coordinar la biblioteca del lugar,²⁹⁷ aunque sus constantes críticas al método de enseñanza provocaron que fuera expulsado.²⁹⁸ Es tras este suceso que Velázquez de León lo instó a ingresar a la Real y Pontificia Universidad de México donde obtuvo el grado de bachiller en medicina en 1766, y en 1772, los títulos de licenciado y doctor.²⁹⁹ Como se mencionó anteriormente, debido a su estrecha relación con el catedrático de Astrología y Matemáticas, en 1768 se convirtió en el suplente de dicha materia.

Es interesante señalar que Alzate y Bartolache mantuvieron una relación amistosa con Joaquín Velázquez de León, quien, a su vez, estaba vinculado con las autoridades virreinales. Es posible que Velázquez de León haya recomendado a sus colegas para llevar a cabo la observación del tránsito de Venus en la Ciudad de México, dado que él se encontraría en una misión a lado del visitador José de Gálvez en las Californias.³⁰⁰ De acuerdo con los regidores, tanto Alzate como Bartolache eran “sujetos de inteligencia y empeño, como han manifestado, el primero en los diarios que dio al Público y el segundo en la substitución [de Velázquez de León] de la Cátedra de Matemáticas [de la Real y Pontificia Universidad de México]”. Los “diarios” a los que hicieron referencia Cuevas y Matheos eran las ocho entregas del *Diario literario* anteriormente referido. Por otro lado, debido a la relación de la Cátedra de Astrología y Matemáticas con las problemáticas en torno a la posición geográfica, la elección de Bartolache

²⁹⁵ Rosa Elena Durán-González y Raquel Ofelia Barceló-Quintal, “José Ignacio Bartolache y Díaz de Posada: sus aportes a la medicina”, *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 57, núm. 6 (2019): 406–12.

²⁹⁶ Beatriz Quintanilla Madero, “José Ignacio Bartolache, un educador en el siglo XVIII: los orígenes de la prensa médica en México”, *Revista panamericana de pedagogía*, núm. 11 (2007): 142.

²⁹⁷ Quintanilla Madero, 142.

²⁹⁸ Jonatan Moncayo Ramírez, “‘Comunicar al vulgo las ciencias útiles sin misteriosas insinuaciones’: Reflexiones en torno al Mercurio Volante de José Ignacio Bartolache”, en *De pérnago a la nube: Nuevos acercamientos y perspectivas a las edades del libro*, Colección Banquete (UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2019).

²⁹⁹ Fernando Martínez-Cortés, “La Ilustración y el médico José Ignacio Bartolache”, *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina* 9, núm. 1 (2006): 10.

³⁰⁰ Para más información sobre la participación de Velázquez de León en las Californias, véase Iris Wilson Engstrand, *Royal Officer in Baja California, 1768-1770: Joaquín Velázquez de León* (El Triunfo, Baja California Sur: Editorial del Museo Ruta de Plata, 2018).

tampoco resulta sorprendente. De los perfiles intelectuales de Alzate y Bartolache puede inferirse que las autoridades novohispanas seleccionaron a un equipo que no solo fuera capaz de realizar la observación y el cálculo de la longitud; sino que también pudiera comunicarla a una audiencia más amplia.

El lugar ofrecido para el avistamiento del tránsito de Venus fue el techo de las Casas del Ayuntamiento, al considerarse la locación “más acomodada y ventajosa para esta función”.³⁰¹ Tanto Alzate como Bartolache se mostraron entusiasmados por la observación. Incluso este último manifestó su deseo de invitar a algunos de sus alumnos al evento. De forma independiente, ambos personajes solicitaron un cuarto al interior del edificio para guardar “el Relox y de más instrumentos necesarios”.³⁰² Bartolache mencionó que los aparatos debían rectificarse “para igualar el tiempo y otras operaciones previas”.³⁰³ Esta petición evidencia que Alzate y Bartolache velaron por la integridad y el buen funcionamiento de sus instrumentos, en especial de los relojes que utilizaron.

En el informe final, Alzate y Bartolache afirmaron que el 3 de junio de 1769 ofreció “un doble fenómeno: Venus pasando por el disco solar, y una multitud de jóvenes americanos a la faja del Público observando el pasaje con aparatos y previsiones de un observatorio formal”.³⁰⁴ Aquí los autores enfatizaron la notoriedad que gozó la observación astronómica entre las élites que habitaban la ciudad, así como la importancia pedagógica que tuvo el evento para los estudiantes de la Real y Pontificia Universidad de México. Al primero de los “fenómenos” asociados al tránsito de Venus lo denominaron “astronómico” mientras al segundo lo nombraron “político”. De la definición de “astronomía” proporcionada por Henrico Martínez en 1606 y la del *Diccionario de Autoridades*³⁰⁵ se infiere que, con la observación, se buscó aumentar los datos referentes al movimiento de Venus y así describir matemáticamente su trayectoria. Por otro lado, al identificarlo con lo “político”,³⁰⁶ como vimos en la sección anterior, el tránsito de

³⁰¹ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³⁰² AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³⁰³ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³⁰⁴ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³⁰⁵ “La ciencia que trata del movimiento de los Cielos y Astros, prediciéndolos en lo futuro, en que procede por cálculos aritméticos y trigonométricos, fundados en las repetidas observaciones de los Phenómenos, ò apariencias que suceden siempre”. Véase entrada “Astronomía” en Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

³⁰⁶ En el *Diccionario de Autoridades*, la palabra “república” tiene varias acepciones: (i) “El gobierno del público;” (ii) “Se toma también por la causa pública, el común o su utilidad;” (iii) “Por extensión se llaman también algunos pueblos” y (iv) “Se llama la colección de los hombres sabios y eruditos”. Véase Real Academia

Venus ayudaba a la buena gobernación, al estar asociado al conocimiento práctico, así como a incentivar la sociabilización de la sociedad novohispana. Por lo tanto, el paso de Venus sobre el disco solar tenía implicaciones científicas y políticas, al contribuir al conocimiento astronómico y reforzar el dominio político y comercial de los territorios gobernados por la Monarquía Hispánica a partir de la determinación de su posición geográfica exacta.

De acuerdo con los eruditos novohispanos, el evento “político”, es decir la observación “pública” en el techo del Ayuntamiento, era aún “más raro” que el astronómico, a pesar de que la recopilación de datos únicamente puede llevarse a cabo cuatro veces en el transcurso de 243 años. La razón que dieron para justificar esta “rareza” es que, cuando Venus pasó directamente entre el Sol y la Tierra en 1639, únicamente fue registrado por el inglés Jeremías Horrocks (1618-1641).³⁰⁷ Mientras que el de 1676, aseguraron, solamente fue observado por astrónomos europeos, quienes “se pusieron muchos en camino a la competencia, seis meses antes para lograr una situación ventajosa, según nos instruyó y copio de sorpresa la noticia en una Gaceta atrasada”.³⁰⁸ Así, para Alzate y Bartolache, el tránsito de Venus de 1769 proporcionó “el Cielo la bella ocasión de comenzar nosotros alguna [observación]: y no debe parecer muy tarde para dar principio a este género de preocupaciones que apenas y muy apenas se podían esperar en América”.³⁰⁹ Esta afirmación responde a que diversos autores europeos, entre ellos Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788), argumentaban que América era un “continente joven, inmaduro y excesivamente húmedo, más apto para las víboras y los pájaros que para los mamíferos. Sus hombres permanecían niños durante toda su vida”.³¹⁰ Por lo que, al divisar el tránsito de Venus, Alzate y Bartolache evidenciaron la capacidad intelectual que tenían para participar en los asuntos políticos de escala global, lo cual es otra cara del “patriotismo criollo”.³¹¹

Española.

³⁰⁷ Para más información, véase “Jeremiah Horrocks and the Transit of Venus”, *Nature* 62, núm. 1602 (1990): 257–58, <https://doi.org/10.1038/062257a0>.

³⁰⁸ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³⁰⁹ AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³¹⁰ De acuerdo con David Brading, estas ideas de exclusión de las comunidades intelectuales de América generaron en la Nueva España un “patriotismo criollo”. Brading, *Los orígenes del nacionalismo mexicano*, 33.

³¹¹ Véase Brading, *Los orígenes del nacionalismo mexicano*; Florescano, *Memoria mexicana*; Adriana Narváez Lora, “Guadalupe, cultura barroca e identidad criolla”, *Historia y grafía*, núm. 35 (diciembre de 2010): 121–49; David A. Brading, *Orbe indiano: De la monarquía católica a la república criolla, 1492-1867*, Historia (México: Fondo de Cultura Económica, 2017).

El éxito de las observaciones hechas por Alzate y Bartolache, a pesar de la “prudente desconfianza” asociada a la carencia de observatorios astronómicos formales en la Nueva España, también contribuyó a la defensa de la capacidad intelectual de los novohispanos. Al respecto, los autores agregaron que este ejercicio “nos parecía de cierta manera hacerse una reproducción del siglo XVI, cuando las observaciones astronómicas eran la ocupación de los príncipes [...] y traíamos a la memoria la dichosa suerte de [Giovanni] Cassini el mozo, [padre que Jacques Cassini] que observaba, pocos años ha, el mismo aspecto, cotejado de personas de muy alta dignidad [...]”³¹² De esta manera, trazaron su labor a los intereses de las cortes europeas, como lo fue la de Felipe II y Felipe III años atrás y al de los matemáticos y astrónomos de su época.

En este punto, es relevante preguntar ¿a qué se debió la importancia política del tránsito de Venus? El informe final devela que la observación astronómica era en sí mismo un ejercicio asociado con la “buena gobernación de Ciudad, que abraza todos los buenos gobiernos”.³¹³ Es decir, Alzate y Bartolache reconocieron que el conocimiento que se pudiera derivar del estudio de la bóveda celeste tenía repercusiones políticas directas. Por ejemplo, en la relación adjunta al documento anteriormente referido, ambos autores expusieron que “la utilidad de esta i semejantes observaciones, deben creer los curiosos, (o bien tomen el trabajo de instruirse) que con ellas tenemos mapas, i cartas marinas, que salvaran quizá la vida, decía M. [Bernard Le Bovier de] Fontenelle,³¹⁴ a una infinidad de navegantes. ¿Es por ventura poco?”³¹⁵ De ahí la importancia de que todo el proceso se hiciera “con suma exactitud”. Por lo tanto, al igual que la observación del eclipse de 1584 realizada por Jorge Juan como parte de su misión cosmográfica, los astrónomos novohispanos vieron en el paso de Venus por el disco solar de 1769 una solución a la problemática de precisar la longitud en el mar. Lo anterior era de suma relevancia debido a

³¹² AHCM, AYUNTAMIENTO, V.2254, E.10, 11.

³¹³ Véase entrada “Política” en Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

³¹⁴ Filósofo francés nacido Rouen en 1657 y fallecido en Paris en 1757. En 1697 se convirtió en secretario perpetuo de la *Académie des science* y defensor del heliocentrismo de Copérnico y del sistema cartesiano frente al newtoniano. Entre sus obras más reconocidas se encuentra el tratado matemático *Elements de la Geometrie de l'Infini*. Para más información sobre la vida y obra de Fontenelle, véase Leonard M. Marsak, “Bernard de Fontenelle: The Idea of Science in the French Enlightenment”, *Transactions of the American Philosophical Society* 49, núm. 7 (1959): 1–64.

³¹⁵ Se utilizó la transcripción del documento original, resguardado en la Biblioteca Pública de Toledo, España, publicada en Marco Arturo Moreno Corral, “Ciencia y arte en dos publicaciones astronómicas novohispanas del siglo XVIII”, *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* 35, núm. 102 (2013): 18.

que estaba relacionado con el comercio interoceánico, el cual se encontraba en auge en el siglo XVIII debido a la movilización de la plata del septentrión novohispano.³¹⁶

En la *Descripción histórica y topográfica del valle, las lagunas y ciudad de México*,³¹⁷ comisionada a Velázquez en 1773 con la intención de que describiera la historia del real desagüe de Huehuetoca, su autor abordó la problemática de la determinación de la longitud de la capital novohispana, que aún en ese momento continuaba sin ser precisada. Esta situación le parecía un gran error al considerar que se trataba de “una ciudad tan principal [...] es trascendental a toda la Nueva España de costa a costa, porque entonces podrá haber sido muchas veces perjudicial a la navegación de ambos mares”.³¹⁸ Para calcularla, el matemático mencionó el método de observación de un mismo fenómeno astronómico en dos lugares diferentes y afirmó que “siendo sin duda el método más seguro, es con todo esto todavía muy expuesto, porque es muy fácil y algunas veces inevitable en este género de observaciones, el error de algunos minutos de tiempo”.³¹⁹ Entre las posibles causas de esta situación señaló el defecto que podían tener los instrumentos o la vista del observador.

Velázquez mencionó que Giovanni Cassini estableció la distancia de la capital novohispana a París en 7 horas y 4 minutos, dato que era tomado por cierto en todo Europa. Por su parte, en 1720, Guillaume Delisle (1675-1726), quien afirmó haberse basado en las observaciones del eclipse de Luna de 1577 hechas en Nueva España por Francisco Domínguez, Madrid por Juan López de Velasco y Uraniburg por Tycho Brahe, determinó que la diferencia entre los meridianos de Ciudad de México y París era de 104 grados y 45 minutos. Velázquez reconoció que, aunque los cálculos de Delisle estaban sustentados en “buenos fundamentos y la bien merecida reputación de este excelente geógrafo”,³²⁰ estos no podían ser tomados por ciertos dados que las observaciones de los eclipses fueron hechas antes de la invención de los binoculares, relojes de péndulo y otros instrumentos necesarios por lo que incluso los “más

³¹⁶ John Tutino, *Creando un nuevo mundo: Los orígenes del capitalismo en el Bajío y la Norteamérica española* (México: Fondo de Cultura Económica, 2016); David A. Brading, *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, Historia (México: Fondo de Cultura Económica, 2015); Mariano Bonialian y Bernd Hausberger, “Consideraciones sobre el comercio y el papel de la plata hispanoamericana en la temprana globalización, siglos XVI-XIX”, *Historia Mexicana* 68, núm. 1 (2018): 197–244.

³¹⁷ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”.

³¹⁸ Velázquez de León, 213.

³¹⁹ Velázquez de León, 199.

³²⁰ Velázquez de León, 200.

diestros y experimentados”,³²¹ como lo fue Tycho Brahe, erraron al determinar el principio y fin del fenómeno.

Una vez que analizó los valores de la longitud dados por estos dos reconocidos *astrónomos* europeos de la época, Velázquez procedió a analizar aquellos calculados por “los de nuestra América”.³²² En primer lugar, mencionó a Henrico Martínez quien determinó la distancia de la Ciudad de México a París en 7 horas, 17 minutos y 18 segundos. A pesar de que este valor posicionaba, en opinión de Velázquez, a la capital novohispana 3° más hacia el occidente, defendió que sus observaciones de eclipses las había realizado con “bastante cuidado” y asoció su error a la falta de instrumentos. La confianza en las observaciones de Martínez era tal que, según Velázquez, Giovanni Riccioli (1598-1671), un reconocido astrónomo jesuita, las utilizó “como fundamento capital” para su *Geografía reformada*.³²³ Es decir, Velázquez representó a Martínez como un referente de la geografía europea.

También, mencionó que Diego Rodríguez, a quien refirió como un “insigne matemático y catedrático de estas ciencias en nuestra Universidad”³²⁴ y Gabriel López Bonita posicionaron los meridianos de la capital novohispana a París a una distancia de 6 horas, 45 minutos y 50 segundos. Velázquez enfatizó que, aunque su resultado tenga una diferencia de más de 18 minutos respecto al dato proporcionado por los europeos, este “se acerca mucho a la verdad”. De acuerdo con Velázquez, Carlos de Sigüenza y Góngora corrigió las observaciones del eclipse de Luna de 1619 realizadas por Henrico Martínez, al percatarse que los tiempos de inicio y termino estaban desfasados 15 o 16 minutos, por lo que “consiguió determinar la longitud de México tan próxima a la verdad como hemos visto”.³²⁵ Así, Sigüenza señaló la diferencia de meridianos de ambas ciudades en 6 horas, 48 minutos y 5 segundos.

Velázquez, al considerarse parte de la tradición intelectual de Martínez, Rodríguez y Sigüenza, mencionó a continuación su propio trabajo. En la *Descripción histórica y topográfica* aseguró que el comenzó a observar eclipses lunares desde 1755 y se percató que tenía “enormes

³²¹ Velázquez de León, 217.

³²² Velázquez de León, 201.

³²³ Giovanni Baptista Riccioli, *Geographiae et hydrographiae reformatae* (Venecia: Typis Ioannis LaNoú, 1672).

³²⁴ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 202.

³²⁵ Velázquez de León, 217.

diferencias” respecto a los datos publicados por los europeos. El autor confesó que inicialmente lo asoció a su “poca pericia; pero habiendo puesto el mayor cuidado y esmero así en calcular los eclipses, lo que hacía entonces por las tablas de Mr. Cassini, que han sido de la mayor estimación en Europa y las mejores que habían llegado a México”.³²⁶ A pesar de haber utilizado unos binoculares romanos, un reloj de péndulo de segundos, calibrado a partir de estrellas fijas, Velázquez aseguró que siempre obtenía un error de 22 minutos. Fue hasta 1768, cuando partió a su misión a California, que Velázquez contó con un telescopio inglés que le permitieron hacer observaciones “que pudiera reputar exactas y cumplidas”. De esta forma, el novohispano determinó que la Ciudad de México se encontraba a 6 horas y 46 minutos del meridiano de París.

Si bien Velázquez de León reconoció el trabajo tanto de los geógrafos y astrónomos europeos, como Cassini o Delisle, enfatizó en su narrativa la continua verificación del *lugar geográfico* del virreinato por parte de los propios matemáticos novohispanos. Es a Sigüenza y Góngora a quien le atribuyó la corrección más significativa de la longitud al haber sido, en su opinión, la más cercana a la “verdad”. También señaló que, contrario a la suposición de que los observadores americanos eran “todos inexpertos y los de Europa todos muy diestros”,³²⁷ en las Indias había *hábiles matemáticos*. No obstante, afirmó que meterse en esta discusión era “discurrir por conjeturas”.³²⁸ Por todo lo anterior, se puede concluir que Velázquez hizo una crítica a cómo se utilizaba el conocimiento geográfico producido desde América en Europa y utilizó de contrapunto el generado por los novohispanos, particularmente por los catedráticos de Astrología y Matemáticas, al que consideró más *verdadero*.

II.3 La observación del eclipse de Luna de 1769: una excusa para hablar de la exactitud reloj de Catedral

El tránsito de Venus no fue el único evento astronómico de relevancia en 1769. El eclipse lunar del 12 de diciembre de ese mismo año también fue objeto de interés entre algunos novohispanos, como Alzate, quien publicó sus resultados tan solo un año después.³²⁹ Esta iniciativa, de acuerdo con Velázquez de León, estuvo determinada por un acuerdo entre el presbítero y él. El

³²⁶ Velázquez de León, 203.

³²⁷ Velázquez de León, 217.

³²⁸ Velázquez de León, 218.

³²⁹ José Antonio de Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años: observado en la imperial ciudad de Mexico* (Impresso por Joseph Jauregui, 1770).

catedrático de la Real y Pontificia Universidad de México, antes de su viaje a las Californias, determinó que el eclipse por su rareza debía divisarse en distintos lugares de la Nueva España:

Poco antes de mi partida – afirma Velázquez de León – encargué a don José Alzate y Ramírez, sujeto diligente y siempre aficionado a las observaciones prácticas de astronomía, que hiciera durante mi ausencia todas las observaciones que pudiese de los eclipses de luna y de los satélites de Júpiter, para que comparadas después con las que yo haría en la California y demás provincias interiores, tuviésemos a lo menos estos puntos bien determinados.³³⁰

Lo anterior pone de manifiesto que, además de participar en las misiones de escala global, los novohispanos estaban interesados en generar sus propias redes regionales de intercambio de información astronómica. Es importante señalar que, en su impreso, Alzate omitió cualquier referencia a este trato. No obstante, sí mencionó que con su trabajo esperaba “estimular a los hábiles Americanos, para que se dediquen à las observaciones de los Astros, que son las que ván dando luces para conseguir una verdadera Astronomía”.³³¹ Es decir, una astronomía que ofreciera soluciones prácticas a las grandes problemáticas políticas e intelectuales de la época.

Tras una detallada caracterización de la Luna, a la que determinó como un “planeta secundario” con una forma esferoide y con una superficie desigual, Alzate procedió a describir su observación del eclipse lunar. De los preparativos previos, el presbítero afirmó que probó durante 8 días un reloj de péndulo real³³² de segundos, al cual simplemente nombró como “péndulo”, fabricado por el relojero inglés John Ebsworth (1643-1699). De este aparato, el novohispano mencionó que era “de fábrica tan excelente, que en veinte y quatro horas, no se adelantaba mas de doce segundos”,³³³ lo que probó a partir de diferentes métodos, entre ellos, el cálculo del meridiano de la osa mayor. En la nota al pie (M) enfatizó que, para hacer la observación adecuadamente, el reloj de péndulo utilizado debía ser “exacto, y regulado al movimiento del Sol”. Su meticulosidad responde a que compararía sus resultados con los de Velázquez de León que tomaría con “los instrumentos exactísimos de Mr. Chappe”.³³⁴ De esta manera, los novohispanos evidenciaron su interés por contar con relojes completamente

³³⁰ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 204.

³³¹ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*.

³³² Un reloj de péndulo o de “péndula” es aquel que utiliza un peso que oscila, debido a la fuerza gravitacional que produce el peso del objeto, para medir el tiempo.

³³³ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*.

³³⁴ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 204.

calibrados, comparables y precisos para que sus datos pudieran ser comparados con los de los europeos al ser igual o más exactos.

Por otro lado, en la nota (N), Alzate advirtió que el *relox* de la Catedral de la Ciudad de México

discrepa del verdadero Medio día poco mas de dos minutos, como tengo repetidas veces observado, cortissima diferencia, respecto à lo que se observaba en otros años. Por esto han estrañado algunos, que en el mes de Diciembre, á las cinco y quarto de la tarde, tuviesemos el Sol Sobre el Orizonte, y creo, que el Relox anda adelantado. En los años pasados regulaban el Medio día para concordar dicho Relox por una sobra de la Torre, la que no está perfectamente correspondiente à los quatro puntos, ô vientos cardinales principales; por lo que era preciso, que según la Declinación del Sol, se verificasse notable diferencia. Al presente gobiernan el Relox por una Merdiana, que aunque no exacta, denota con mayor aproximación el verdadero Medio día.³³⁵

De esta cita se puede deducir que el tiempo que marcaba este reloj era el “solar verdadero”, el cual se determinaba a partir de la posición del Sol respecto al horizonte. Debido a que este parámetro temporal no es uniforme, los aparatos con los que se medía debían ser ajustados constantemente. Esta situación parece haber ocurrido en la Nueva España debido a la extrañeza que los usuarios del reloj de Catedral, Alzate mismo incluido, tuvieron cuando se percataron que el reloj estaba adelantado. Por lo tanto, es posible afirmar que la medición *exacta* del tiempo era objeto de escrutinio entre algunos miembros del círculo social de Alzate, más allá de la observación de eventos astronómicos asociados con el “tiempo medio”, que dividía el día en unidades temporales iguales.

Respecto a cómo utilizó el reloj de péndulo durante el eclipse, Alzate procuró colocarlo en un lugar “que no estuviese sujeto a las impresiones del calor, ô frío”.³³⁶ Dicho de otro modo, trató de evitar que la maquinaria interna del reloj, fabricada con materiales metálicos, sufriera de dilatación o contracción térmica.³³⁷ Por lo tanto, colocó un termómetro “muy sensible” que le permitió medir la temperatura durante todo el proceso. Aunado a esto, el astrónomo también tuvo a su disposición un barómetro para medir cambios en la presión atmosférica. El novohispano, aunque estaba conforme con la calidad de su reloj, aseguró que se veía impedido

³³⁵ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*.

³³⁶ Alzate y Ramírez.

³³⁷ La dilatación térmica es el aumento de volumen que sufre un cuerpo metálico debido al aumento de temperatura. Por otra parte, la dilatación térmica es la disminución de las dimensiones métricas como consecuencia de un decremento en la temperatura.

de “llamar completa” a su observación, al considerar que su aparato carecía de la “delicadeza” de los instrumentos que utilizaban los “sabios astrónomos de Europa”.³³⁸

Velázquez, en su *Descripción histórica y topográfica del Valle de México*, aunque manifestó que la resulta de Alzate le pareció “próxima a la verdadera longitud de México”.³³⁹ Uno de los fundamentos que expresó el autor fue que, con las observaciones realizadas tanto en la Ciudad de México como en California, logró determinar que la diferencia entre el meridiano del poblado de Santa Ana, ubicado en la península californiana, y el del meridiano de París era de 6 horas y 46 min.³⁴⁰ Velázquez, a pesar del reconocimiento de los datos de su compatriota, criticó la narrativa que utilizó para presentarlos. Por ejemplo, cuando Alzate aseveró que su impreso sobre el eclipse era “los primeros passos que la Nueva España ha dado [...] para contárselos al Cielo”,³⁴¹ Velázquez respondió que tal afirmación era un completo desacierto. De acuerdo con el matemático, “México desde su conquista hasta ahora se han dedicado por afición a la astronomía y demás matemáticas (que es lo mismo que sucedía en París ahora cien años y principalmente a los que con algún mérito le hemos ganado el sueldo al rey en la pública profesión de matemáticas en esta Universidad, y entre los que a lo menos debiera haberse respetado a un don Carlos de Sigüenza y Góngora”.³⁴²

Con las palabras anteriores, Velázquez explicita tradición intelectual que se generó en Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México. Incluso, el aseguró que el trabajo de Sigüenza era pionero si se consideraba que ya realizaba observaciones astronómicas cuando la *Académie des sciences* en París y la *Royal Society* en Londres apenas se estaban conformando.³⁴³ Por lo tanto, el también interesado en la minera novohispana atribuyó a la Real y Pontificia Universidad de México las funciones que realizaban las academias de ciencias europeas³⁴⁴ y negó que el interés en temas astronómicos fuera una

³³⁸ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*.

³³⁹ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 204–5.

³⁴⁰ Velázquez de León, 205.

³⁴¹ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*, B.

³⁴² Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 209.

³⁴³ Velázquez de León, 209.

³⁴⁴ Durante el siglo XVIII, las Academias de Ciencias tenían el propósito de difundir y regular el conocimiento científico, relacionado a la medicina, botánica, química, física, entre otras, así como establecer a la ciencia

novedad en la Nueva España. Lo anterior se puede constatar con el debate por el cometa entre Kino y Sigüenza³⁴⁵ y los debates entre los defensores y retractores del newtonianismo³⁴⁶.

Por último, Velázquez también cuestionó la fiabilidad de los instrumentos utilizados por Alzate, quien había construido algunos de ellos, para observar los satélites de Júpiter. Así, al compararlos con los aparatos traídos por Chappe,³⁴⁷ y que él mismo usó tras la muerte del francés, determinó que las observaciones hechas en California eran las “únicas que deben considerarse exactas y dignas de confianza al público”.³⁴⁸ Con todo lo anterior, se puede constatar que la exactitud tanto de los aparatos como de los datos era un tema de discusión entre los intelectuales novohispanos interesados en la astronomía, disciplina que, como se ha visto a lo largo del texto, depende completamente de la medición precisa del tiempo.

Durante el siglo XVIII, la efervescencia por los fenómenos celestes fue estimulado por las diversas potencias europeas. Las ciudades, como fue el caso de la capital novohispana, fueron lugares donde las prácticas científicas fueron moldeadas e institucionalizadas.³⁴⁹ Como un ejercicio preliminar para comprender y contextualizar en una escala más amplia la tradición astronómica originada en la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México, la comparación con otra red de conocimiento científico es de utilidad. Además, este análisis también permite identificar las similitudes y particularidades del caso novohispano.

Por ejemplo, en el Berlín dieciochesco, Michael Sauter identificó que el reloj de la Academia Prusiana de las Ciencias (APC) generó una “comunidad de conocimiento” donde “el

como una actividad cooperativa. Para más información sobre la función de las Academias de Ciencias en el mundo hispánico, véase Alberto Gil Novales, “El concepto de Academia de Ciencias en el siglo XVIII español”, *Cuadernos de Estudios del Siglo XVIII*, núm. 7–8 (1980): 3–23.

³⁴⁵ Anna More, “Cosmopolitanism and Scientific Reason in New Spain: Carlos de Sigüenza y Góngora and the Dispute over the 1680 Comet”, en *Science in the Spanish and Portuguese Empires, 1500–1800* (Redwood City, California: Stanford University Press, 2008), 115–31.

³⁴⁶ Juan Manuel Espinosa Sánchez, “Los antinewtonianos y la difusión de la ciencia newtoniana en la Nueva España del siglo XVIII.”, *Sincronía*, núm. 75 (2014): 129–43.

³⁴⁷ Cuyos autores eran los relojeros John Dollond (1706-1761), Jacques Canivet (1714-1773) y Ferdinand Berthoud (1727-1807).

³⁴⁸ Velázquez de León, “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”, 210.

³⁴⁹ Para más información sobre este tema, véase Stéphane Van Damme, “Measuring the Scientific Greatness: the Recognition of Paris in European Enlightenment”, *Les Dossiers du Grihl*, 2007, <https://journals.openedition.org/dossiersgrihl/772>.

funcionamiento mismo del tiempo era producto de negociaciones entre grupos de poder capaces de determinar lo que era el conocimiento”.³⁵⁰ Esta comunidad estuvo compuesta por miembros pertenecientes al gobierno local, la Iglesia, científicos, relojeros y el “público”, entendido como todas aquellas personas que participaron de la afición por la medición precisa del tiempo. Tras una serie de negociaciones, el reloj de la APC, que señalaba el “tiempo medio”, se convirtió en el referente temporal de los habitantes de la ciudad germana.

Del informe final de Alzate y de las relaciones conformadas entre catedráticos de la Real y Pontificia Universidad de México con autoridades virreinales, se puede constatar que en la Nueva España sucedió un proceso similar de institucionalización de un tiempo “público”. En primer lugar, hubo un respaldo institucional y gubernamental a las observaciones astronómicas con fines geopolíticos, relacionados con la medición exacta del tiempo. En segundo lugar, existieron individuos pertenecientes a inteligencia novohispana, como fue el caso de Joaquín Velázquez de León, quienes, además de aglutinar a otros individuos interesados en la medición precisa del tiempo, a su vez, determinaron cuáles datos debían considerarse exactos y, por ende, fidedignos. De esta manera, aunque el reloj de la Catedral de la Ciudad de México fue controlado por las autoridades virreinales y eclesiásticas durante el siglo XVIII y marcara el “tiempo verdadero solar”, también conjuntó a una comunidad de conocimiento interesada en la medición exacta del tiempo. Debido a la importancia que Bartolache y Alzate les otorgaron a las publicaciones periódicas como forma de divulgar los resultados de las misiones astronómicas, y al ser ellos mismos editores de este tipo de escritos, es relevante analizar los conceptos de tiempo y espacio que plasmaron en sus obras.

II.4 Cuestiono, luego existo: la exactitud y la precisión del tiempo y el espacio en las publicaciones periódicas de Alzate y Bartolache, 1768-1772

En el informe final sobre el tránsito de Venus, Alzate y Bartolache revelaron la importancia que tuvieron las publicaciones periódicas para difundir la información sobre las misiones científicas europeas alrededor del globo. La producción de este tipo de impresos también fue recurrente en la Nueva España durante el siglo XVIII.³⁵¹ El primero de estos escritos fue publicado por Juan

³⁵⁰ Michael J. Sauter, *Clock Watchers and Stargazers: Berlin's Clocks Between Science, State and the Public Sphere at the Eighteenth Century's End*, Documentos de Trabajo 26 (México: Centro de Investigación y Docencia Económicas, 2003), 4.

³⁵¹ Para más información, véase Saladino García, *Ciencia y prensa durante la ilustración latinoamericana*; Antonio E. de Pedro Robles y Florencio Torres Hernández, “La prensa y la divulgación del conocimiento

Ignacio de Castorena y Ursúa (1668-1733) en 1722 y fue titulado la *Gaceta de México y Noticias de Nueva España*. No obstante, después de solo seis números, la publicación fue interrumpida.³⁵² Fue hasta 1768, con la aparición del *Diario literario* de Alzate, que estos medios, comenzaron a ser cada vez más abundantes.

En 1722, tras la censura de su primera publicación, el presbítero redactó *Asuntos varios sobre ciencias y artes*,³⁵³ que tuvo un total de doce entregas. De forma independiente, en ese mismo año, Bartolache publicó el *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*. El estudio de los conceptos de tiempo y espacio que Alzate y Bartolache defendieron públicamente en sus obras publicadas entre 1768 y 1772 permite comprender cuál es la filosofía natural asociada la Cátedra de Astrología y Matemáticas y, con esto, a la cosmografía novohispana. Esta temporalidad permite determinar cuál fue el marco analítico que utilizaron para interpretar los fenómenos astronómicos acaecidos en 1769. Para contextualizar el contenido de las obras, se pone énfasis en los motivos de su publicación dadas por los autores.

II.4.1 Una “buena física” exacta y precisa: el newtonianismo como medio para encontrarse en el Universo

El 2 de marzo de 1768, en la Ciudad de México, el primer número del *Diario literario*,³⁵⁴ editado por Alzate, salió a la luz. De acuerdo con su autor, “La utilidad de los Diarios por sí misma se manifiesta; assi por el aprecio que de ella hacen las naciones sabias; como tambien porque en todos los Reynos en que florece la literatura permanecen”.³⁵⁵ Con estas palabras, se evidencia

ilustrado en el virreinato de Nueva España en el siglo XVIII”, *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, núm. 6 (2004): 317–23; Alberto Saladino García, “José Antonio Alzate y el periodismo ilustrado latinoamericano.”, en *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio Alzate y Ramírez* (México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco/ Sociedad Química de México, 2011), 603–16; Manuel Suárez Rivera, “El periodismo en construcción. Estrategias comerciales de la Gazeta de México. 1784-1785”, *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 36, núm. 143 (2015): 207–31; Dalia Valdez Garza, “La Gazeta de literatura de México (1788-1795). Tránsitos entre periódicos novohispanos y de la metrópoli”, *El Argonauta español. Revue bilingue, franco-espagnole, d’histoire moderne et contemporaine consacrée à l’étude de la presse espagnole de ses origines à nos jours (XVIIe-XXIe siècles)*, núm. 14 (2017).

³⁵² Un análisis detallado del contenido de esta publicación periódica puede consultarse en María del Carmen Ruiz Castañeda, “La Gaceta de México de 1722 primer periódico de la Nueva España”, *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas* 1, núm. 1 (1969).

³⁵³ En adelante, *Asuntos varios*. Alzate y Ramírez, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periodica dedicada al Rey N. Ser. (que Dios guarde)*.

³⁵⁴ Alzate y Ramírez, *Diario literario de Mexico*.

³⁵⁵ Alzate y Ramírez.

que para Alzate la utilidad de este tipo de escritos residía en demostrar que la Nueva España era una “nación sabia” al igual que sus habitantes. Aunado a esto, el también presbítero equiparó su publicación con las memorias editadas por las academias de ciencias europeas, como las de París,³⁵⁶ Berlín,³⁵⁷ Londres³⁵⁸ y San Petersburgo,³⁵⁹ donde se difundían “las obras de los mayores Physicos, y Mathematicos”. Asimismo, hizo referencia el *Diario curioso-erudito, y comercial público, y económico* (1758-1759), escrito en Madrid por Manuel Ruiz de Uribe, en el cual se abordaron temas relacionados con la “Agricultura, Comercio, Navegación, y de todo aquello que tiene relación con el bien público”.

Para frenar las críticas respecto a la escasez de impresos novohispanos, respecto a los producidos en Europa, Alzate aseguró que se debía a los altos costos de impresión y “no por falta de capacidades, pues las ay muy abundantes”.³⁶⁰ Para mostrar su punto, el novohispano prometió publicar algunos de los muchos manuscritos que se habían realizado en la Nueva España pero que, por falta de recursos, se encontraban en los “Archivos del olvido”. Además de dar a conocer las obras “literarias” que, a su consideración, dan cuenta de la capacidad intelectual de los hispanoamericanos, también buscó que su *Diario literario* sirviera como un canal de comunicación científico confiable: “Espero, que las personas eruditas, tendrán la benignidad de embiarme algunas observaciones, ò noticias particulares que tuvieren, las que manifestaré en su nombre, si gustan, sin que incurra en la fea nota de Plagiario”.³⁶¹ Esta invitación fue extensiva a las personas “menos cultivadas” al considerar que sus pesquisas también podían ser de utilidad “â la gente mas desdichada del Campo”. Este interés en recopilar información de distintas fuentes puede explicarse a partir del interés de Alzate por escribir: defender que incluso los menos letrados de la sociedad novohispana tenían la inteligencia suficiente para observar la naturaleza y extraer conocimiento que fuera de utilidad. En otras palabras, demostrar que *todos* los habitantes de América eran sujetos activos frente al mundo natural.

³⁵⁶ Histoire de l’Académie Royale des Sciences, Avec les Memoires de Mathematique et de Physique (1699-1768).

³⁵⁷ Histoire de l’Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Berlin, Avec les Mémoires (1745-1769)-

³⁵⁸ Philosophical Transactions of the Royal Society (1665- actualidad). A partir de 1752 se convirtió en una publicación oficial de la Royal Society of London for Improving Natural Knowledge.

³⁵⁹ Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae (1750-1776).

³⁶⁰ Alzate y Ramírez, *Diario literario de Mexico*.

³⁶¹ Alzate y Ramírez.

Por otro lado, el autor aseguró que evitaría hablar de las “materias de estados”; sin embargo, esto no le impidió abordar temas de geografía y comercio, por lo que también informó sobre la riqueza natural de América que, en su opinión, algunos autores europeos habían descrito de forma incorrecta. Así, con su publicación periódica, Alzate no solo dio a conocer las obras “literarias” que daban cuenta de la capacidad intelectual de los criollos novohispanos. También, al abordar problemáticas comerciales y geográficas, Alzate evidenció su interés sobre los asuntos políticos del virreinato. Por lo tanto, el *Diario literario* tuvo la misma función que las memorias de las Academias de Ciencias: difundir información sobre los descubrimientos científicos más recientes con la finalidad de que pudieran generarse más conocimiento y mostrar que los americanos podían dialogar en los mismos términos que los europeos.

Cuatro años más tarde, el 26 de octubre de 1772, Alzate publicó los *Asuntos varios sobre ciencias y artes*,³⁶² la cual se convirtió en su segundo “papel periódico”. En el “Prólogo, é idea general de la obra”³⁶³ Alzate reiteró su intención de ser “útil a la Patria” y soslayar la carencia de escritos con temática científica “tan abundantes en la Europa culta, debido a sus múltiples beneficios “bien sensibles a la Sociedad”.³⁶⁴ En su opinión, las matemáticas era uno de los conocimientos que más contribuciones había hecho gracias al patrocinio de aquellos “sabios” que eran conscientes de su “utilidad”. De la discusión sobre la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México realizada al inicio de este capítulo, se puede afirmar que dentro de estos “servicios” se encontraban la creación de métodos para calcular la longitud. Además, en esta publicación periódica, Alzate estuvo interesado en abordar temas de física, al considerar que “con los instrumentos en mano, averigua la naturaleza con descubrimientos que nuestros Mayores hubieran reputado por Mágicos”.³⁶⁵ Así, apuntaló este conocimiento como aquel que brindaba un conocimiento preciso del mundo natural.

De forma independiente, el 17 de octubre de 1772, Bartolache publicó el *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*.³⁶⁶ De esta

³⁶² Alzate y Ramírez, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periodica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*.

³⁶³ José Antonio de Alzate y Ramírez, “Prologo, é idea general de la obra”, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 1 (el 26 de octubre de 1772).

³⁶⁴ Alzate y Ramírez.

³⁶⁵ Alzate y Ramírez.

³⁶⁶ En adelante, *Mercurio Volante*. Bartolache, *Mercurio Volante: con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de Física i Medicina*.

manera, en 1772 y 1773, los criollos de la Ciudad de México pudieron leer a la par tanto la publicación periódica de Alzate y como la Bartolache.³⁶⁷ En el “Plan de este papel periódico”,³⁶⁸ Bartolache estableció que la “América Setentrional”, es decir la América Hispánica, floreció gracias a la dedicación que sus habitantes le dieron a “las letras, esto es, [...] los estudios i ciencias útiles”.³⁶⁹ De acuerdo con el autor del *Mercurio Volante*, la Real y Pontificia Universidad de México, fundada en 1553, era la institución encargada de la “enseñanza y cultivo” de los novohispanos, dado que había formado personas diestras en teología y jurisprudencia y, en menor número, aunque no por eso menos capaces, doctores en medicina, filosofía y artes liberales.

Al señalar la calidad de la educación en la Real y Pontificia Universidad de México y el interés de los novohispanos por las “letras”, Bartolache trató de evidenciar la larga tradición intelectual de los novohispanos y aseguró que si no había más graduados en artes liberales se debía al *Plan de Estatutos* de la institución educativa y no a la inteligencia de los novohispanos: “somos sumamente hábiles, ingeniosos, i de bellas potencias, y que aprendamos con facilidad todo quanto se nos enseña”.³⁷⁰ Así, Bartolache con el *Mercurio Volante* persiguió el mismo propósito político que Alzate: defender la intelectualidad de sus paisanos de los ataques europeos.

Por lo tanto, Alzate y Bartolache, a partir de informar sobre la geografía e historia natural novohispana, rechazaron la exclusión de las comunidades de conocimiento americanas por parte de los naturalistas europeos, a quienes acusaron de utilizar datos inexactos. Por ejemplo, en el *Diario literario*, Alzate expresó que “En los mas de los Autores que han escrito de esta America, se hallan algunos errores crasissimos: y assi me propongo ir dando algunos pedazos emmendados, para que les sirvan de correctivo”.³⁷¹ Así, al cuestionar de la veracidad de las historias naturales producidas en Europa, su propósito era que los naturalistas de este continente, a través de su publicación periódica, cayeran en cuenta de la inexactitud de sus datos y sus

³⁶⁷ En una carta publicada en el *Mercurio Volante* al editor se puede constatar que hubo personas que fueron lectores de ambas publicaciones periódicas. “Carta de un cazique discreto, al Mercurista i al autor de los Asuntos Varios”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 7 (el 2 de diciembre de 1772).

³⁶⁸ José Ignacio Bartolache, “Plan de este papel periódico”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, el 17 de octubre de 1772.

³⁶⁹ Bartolache.

³⁷⁰ Bartolache.

³⁷¹ Alzate y Ramírez, *Diario literario de Mexico*.

teorías y los modificaran con la información proporcionada por los americanos, quienes gozaban de un conocimiento privilegiado de América.

Bartolache reconoció que la intelectualidad novohispana podía rastrearse “en todos tiempos, i aun hai en el dia Indianos, en una i otra América, hombres de una instrucción i literatura mui particular. Hablo de los que son de línea, i bien conocidos: i no hai duda que infinitos otros, capaces de girar en maior ribita de la que tuvieron”.³⁷² Así, no solo defendió la inteligencia de los americanos gobernados por la Monarquía Hispánica; también, defendió a los habitantes de los dominios ingleses. Por otra parte, el autor del *Mercurio Volante*, al cuestionar “la misteriosa ceremonia de que todo lo de ciencias [haya] de salir en [l]atín”,³⁷³ defendió el uso del español como un idioma válido y preciso para comunicar el conocimiento científico

Al tener plena confianza en la inteligencia de sus compatriotas, Bartolache, al igual que Alzate, exhortó a sus lectores a enviarle “cosa digna de publicarse, en otro género de Ciencias ò Artes útiles: en la inteligencia de que viniendo de afuera, se ponga todo franco de portes”.³⁷⁴ Debido a que en su *Mercurio Volante* no abordaba asuntos de historia, geografía, poesía y matemáticas, su autor incentivó que las intervenciones que enviaran se centraran en estos temas. Por la importancia que se le daba a la exactitud, Bartolache aseguró que estaba dispuesto a aceptar críticas de su trabajo, siempre y cuando estas fueron imparciales: “Quien destruiere con buenas razones, lo que yo huviere asentado por cierto, no puede menos que ser mi Amiga, pues me ayuda a servir al Común sacándome de error; mi enemigo sería, quien tirase á precipitarme en alguno”.³⁷⁵ Estas palabras demuestran la creencia que los prejuicios generaban imprecisiones en los datos y, por lo tanto, debían ser eliminados.

La medición precisa del tiempo y del espacio, al estar asociada a la posición geográfica, se convirtieron en temas fundamentales para la defensa de las capacidades intelectuales y políticas de los novohispanos frente a las críticas europeas. Alzate y Bartolache abordaron ambos temas, tanto tangencial como centralmente. Debido a la importancia que tenían ambos conceptos en el desarrollo de distintas posturas filosóficas naturales, fueron objeto de debate entre los intelectuales de los siglos XVII y XVIII. Émilie Du Châtelet (1706-1749), filósofa

³⁷² Bartolache, “Plan de este papel periódico”.

³⁷³ Bartolache.

³⁷⁴ Bartolache.

³⁷⁵ Bartolache.

francesa a la que Alzate hizo referencia en su *Diario literario*, en sus *Institutions de Physique* (1740) mencionó que “la cuestión de la naturaleza del Espacio es una de las más famosas que ha dividido a los filósofos antiguos y modernos³⁷⁶ por igual. Es también uno de los más esenciales por su influencia en las verdades más importantes de la Física y de la Metafísica”.³⁷⁷

En el *Mercurio Volante*, Bartolache estableció clara y abiertamente su postura filosófica. En la “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”,³⁷⁸ publicada el 28 de octubre de 1772, defendió al newtonianismo como la “buena física”, la cual entendió como la “Ciencia, que nos dá conocimiento de los cuerpos, bastante para explicar la naturaleza de ellos, sus propiedades, i los efectos sensibles que resultan de la combinación con otros, i para ver en el de sus causas inmediatas”.³⁷⁹ Por “cuerpo”, Bartolache entendió cualquier objeto que existe: “todo lo que vemos, lo que palpamos, lo que percibimos por alguno de nuestros sentidos materiales i externos”.³⁸⁰ De esta manera, el objeto de la física, según lo escrito en el *Mercurio Volante*, era el estudio todo aquello que puede ser percibido, ya sea a partir de los sentidos biológicos o por medios instrumentos. Así, no es una sorpresa que, para Bartolache, la “buena física” estuviera sustentada en lo que consideró “las exâctas i bien averignadas noticias de la existencia de los cuerpos que componen mundo”³⁸¹ proporcionadas por la Historia Natural, la geometría euclidana y la aritmética. Es decir, para hacer una “buena física” se debían contar con datos precisos y exactos de la naturaleza, los cuales eran de “utilidad” para los asuntos políticos que interesaran a la sociedad novohispana.

Para el editor del *Mercurio Volante*, la física de Aristóteles, a pesar de ser “muy verdadera”, era objeto de muchas manipulaciones debido a que su autor “dexó escritos de propósito para que nadie los entendiese”.³⁸² De esta forma, al leerlos, Bartolache aseguró que “nos quedamos, por lo menos, en la misma confusión en la que estamos”.³⁸³ Así, el novohispano estableció que, aunque verdadera, no era lo suficientemente precisa para ser “útil”. Esta crítica

³⁷⁶ Uno de los debates más importantes entre los filósofos de la denominada “modernidad temprana” fue el de si el espacio estaba vacío o no.

³⁷⁷ Émilie Du Châtelet, “Chapter 5. Of Space”, trad. Katherine Brading et al. (Katherine Brading, 2018), https://www.kbrading.org/_files/ugd/96f981_745e89020c9c48a49cdfc6b7e5eca33b.pdf.

³⁷⁸ José Ignacio Bartolache, “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 2 (el 28 de octubre de 1772).

³⁷⁹ Bartolache.

³⁸⁰ Bartolache.

³⁸¹ Bartolache.

³⁸² Bartolache.

³⁸³ Bartolache.

moderada posiblemente se debió a la estrecha relación que trató de mantener con la Real y Pontificia Universidad de México, al buscar ocupar la plaza de catedrático de Astrología y Matemáticas, donde todavía se enseñaba la filosofía aristotélica.

Respecto al sistema ideado por René Descartes,³⁸⁴ Bartolache juzgó que el filósofo francés había sido “mas perseguido que estudiado”. Pese a que el también doctor en medicina juzgó a Descartes como un “hombre de vasto ingenio, buen Geómetra, i con quantas disposiciones habían menester para salir un gran Físico”,³⁸⁵ criticó su falta de experimentación, lo que lo llevó a suponer como ley general lo que únicamente era aplicable a unos cuantos casos particulares. De esta forma, aunque la física cartesiana tenía el potencial para explicar algunos fenómenos, era imprecisa para explicar otras cosas “mui notorias i fundamentales”.³⁸⁶ Así, para aquellos interesados en la precisión y exactitud del conocimiento natural, como lo era el autor del *Mercurio Volante*, el cartesianismo carecía del elemento central para ser catalogado como un ejemplo de “buena física”.

Para Bartolache, el sistema formulado por Isaac Newton³⁸⁷ era el único que tenía

la gloria de filosofar con solidez, i conocer la misma Naturaleza que Dios crió, sin atenerse à sistēmas imaginarios, demostrar con evidencia la conexi3n de los efectos mas admirables con sus respectivas causas, hacerse due3no del mundo fisico, poner en admiraci3n à todas las gentes, i dar zelos à las Naciones mas ilustradas.³⁸⁸

Con este enunciado, Bartolache estableció que el newtonianismo, al ser una teoría precisa basada en datos exactos, era el único sistema capaz de ayudar a los seres humanos a controlar la naturaleza. Por esto, el autor del *Mercurio Volante* afirmó que era considerada “universal” y “la sola útil de modo efectivo”. Es interesante señalar que en el “Scholium” del

³⁸⁴ La física cartesiana rechazó la explicación aristotélica de los fenómenos naturales que utilizaba los conceptos de “materia primaria” y “formas substanciales”. El concepto de “espacio” defendido por el filósofo francés está asociada a la “extensión del espacio de un cuerpo”. De esta forma, no había una distinción entre “cuerpo” y “espacio”. Por otra parte, el “tiempo” lo conceptualizó como la duración de cuerpo particular. Para más información, véase Edward Slowik, “Descartes’ Physics”, en *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, ed. Edward N. Zalta, Winter 2021 (Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021), <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/descartes-physics/>.

³⁸⁵ Bartolache, “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”.

³⁸⁶ Bartolache.

³⁸⁷ Por física newtoniana se entiende a la formulación mecánica del universo propuesto por Isaac Newton en su obra *Philosophiæ naturalis principia mathematica* en 1687. A partir de las observaciones realizadas por naturalistas como Galileo y Kepler, Newton logró mostrar que se podían aplicar los mismos principios físicos tanto a los fenómenos de la bóveda celeste como los terrestres. Para más información véase Károly Simonyi. *A Cultural History of Physics*. (Nueva York: CRC Press, 2012).

³⁸⁸ Bartolache, “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”.

Philosophia Naturalis Principia Mathematica, Newton distinguió entre el “tiempo absoluto, verdadero y matemático”, que no podía compararse con nada externo, y el “tiempo relativo, aparente y común”, el cual podía ser medido en horas, días, etc. y que era utilizado “en lugar del tiempo verdadero”.³⁸⁹ Sobre el espacio, el autor también distinguió entre uno absoluto y uno relativo, con la diferencia de que ambos eran “igual en especie y en magnitud, pero no siempre los mismos numéricamente”³⁹⁰ dado que la magnitud depende del sistema de referencia respecto al cual se mida. Es posible que, por la defensa tan abierta a esta filosofía natural en el *Mercurio Volante*, Bartolache también hiciera esta distinción entre nociones de tiempo y espacio “absolutos” y “relativos”.

Alzate, por su parte, fue más renuente a tomar una postura filosófica natural en particular. Esta actitud quizás se debió a los lazos que tuvo con el clero al gozar de una capellanía; aunque fue tajante en su rechazo a la escolástica.³⁹¹ El segundo número del *Diario literario*,³⁹² publicado el 18 de marzo de 1768, donde reseñó y comentó la tesis *Questiones Theologico Physicas* defendida por fray José de Soria en la ciudad de Querétaro, proporciona algunas pistas para develar el sistema filosófico de Alzate. Soria defendió el atomismo, del cual el presbítero únicamente señaló que era un error suponer que los átomos, unidades fundamentales indivisibles de la materia, existieron antes de la creación. Del sistema de la luz de Newton, Alzate señaló que, a pesar de su constante perfeccionamiento, “siempre está expuesto á muchas, y graves dificultades”.³⁹³ No obstante, el editor del *Diario literario* tampoco se señaló como un seguidor del cartesianismo. Al explicar la dinámica planetaria, Alzate afirmó que existía un debate entre los seguidores del sistema propuesto por Nicolás Copérnico y el Tycho Brahe. Respecto a este último, Alzate afirmó que únicamente “lo defienden como thesis muchos Physicos, porque suponen la tierra en reposo”,³⁹⁴ lo cual no entraba en contradicción con el aristotelismo. Debido al uso de la segunda persona, podemos deducir que el novohispano se apegó al modelo heliocéntrico de Copérnico. Por lo tanto, aunque Alzate evitó etiquetarse

³⁸⁹ Isaac Newton, *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trad. I. Bernard Cohen y Anne Miller Whitman (Berkeley: University of California Press, 1999), 408.

³⁹⁰ Newton, 408–9.

³⁹¹ Para más información al respecto, véase Mauricio Beuchot, *Filosofía y ciencia en el México dieciochesco* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996), 97–104.

³⁹² José Antonio de Alzate y Ramirez, “No. 2”, *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 2 (el 18 de marzo de 1768).

³⁹³ Alzate y Ramirez.

³⁹⁴ Alzate y Ramirez.

como un newtoniano o un cartesiano, sí puede afirmarse con total seguridad que Alzate era un defensor del heliocentrismo, como también lo fueron Descartes y Newton.

En la sexta entrega de los *Asuntos varios*,³⁹⁵ publicada el 30 de noviembre de 1772, su autor coincidió con Bartolache al considerar que, para el avance de la minería, era necesario considerar a “La Theorica, y Practica, hermanas inseparables”.³⁹⁶ De acuerdo con Alzate, el éxito que habían experimentado los mineros europeos se debió a que hicieron uso de “la buena Physica, y estudio util de las Matematicas”.³⁹⁷ De lo anterior se revela que para el presbítero la “buena física” era aquella que conjuntaba el uso de las matemáticas, la teoría y la práctica. Para el presbítero, Joaquín Velázquez de León representaba a los novohispanos que habían logrado con éxito conjuntar todas las partes. El explorador germano Alexander von Humboldt (1769-1859), quien recorrió la Nueva España entre 1803 y 1804, aseguró que Velázquez de León había sido un ávido lector de Newton.³⁹⁸ Esto lleva a pensar que la “buena física” a la que hizo referencia Alzate fuera la newtoniana. Así, se puede concluir que tanto Alzate como Bartolache consideraron al newtonianismo como el único sistema lo suficientemente preciso y exacto para ser defendido. De lo anterior, es posible afirmar que tanto Alzate como Bartolache pensaron el tránsito de Venus como un sistema mecánico que podía ser explicado a partir de la ley gravitación universal y defendieron se apegaron a las nociones newtonianas de tiempo y espacio.

II.5 Reflexiones finales

El análisis anterior permite concluir que la idea de un tiempo y espacio exactos fue un tema central entre las personas asociadas, directa o indirectamente, a la Catedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México. Si bien en el territorio novohispano nunca se estableció una academia de ciencias, había instituciones educativas que fungían como reguladores de la actividad científica, entendida como todo conocimiento explicado a partir de causas y principios. Asimismo, en el siglo XVIII, las publicaciones periódicas de Alzate y Bartolache sirvieron como medio para divulgar los avances científicos más relevantes del momento, como eran la geografía y la historia natural.

³⁹⁵ Alzate y Ramirez, “Número 6”.

³⁹⁶ Alzate y Ramirez.

³⁹⁷ Alzate y Ramirez, 6.

³⁹⁸ Marco Antonio Moreno Corral, “Alborada de la física newtoniana en México”, *Revista mexicana de física E* 57, núm. 1 (2011): 103.

La búsqueda de un método exacto para precisar la ubicación de la Ciudad de México también derivó en un cuestionamiento de los datos proporcionados por los matemáticos europeos. En lugar de aceptar ciegamente las tablas geográficas publicadas en Europa, los catedráticos de Astrología y Matemáticas utilizaron sus propios medios para calcular la longitud del lugar que habitaban. Esto los llevó a obtener resultados diferentes y a determinar que los suyos eran más precisos al realizarse a partir de instrumentos y metodologías lo suficientemente precisas. Asimismo, el apoyo que recibieron por parte de las autoridades virreinales incentivó este pensamiento.

La observación del tránsito de Venus y del eclipse lunar de 1769 sirvió como mecanismo para cuestionar la creencia europea de que los novohispanos, al habitar un continente “joven”, se encontraban en una eterna infancia. Las publicaciones de Alzate y Bartolache también compartieron este propósito. Con sus escritos, ambos autores buscaron evidenciar la tradición letrada de la Nueva España, que, debido a los altos costos de impresión, había carecido de una apropiada difusión. Al solicitar información del mundo natural, tanto a la población educada como a los neófitos, los editores de publicaciones periódicos mostraron su confianza en la capacidad intelectual de *todos* los novohispanos para proporcionar información exacta que fuera útil. Asimismo, la crítica fue deseable al considerarse un método para eliminar imprecisiones. Por lo tanto, la precisión y la exactitud fueron centrales en la defensa de la intelectualidad de todos los novohispanos.

A partir del examen detallado de las concepciones de tiempo y espacio defendidas en las publicaciones periódicas de Alzate y Bartolache, se pudo establecer que ambos, en mayor o menor grado, eran newtonianos, al considerar la formulación de Newton como la única que podía llamarse “buena física”. Es decir, aquella que a partir de datos exactos podía generar una descripción precisa de la naturaleza que fuera útil para resolver los problemas políticos, como lo fue el problema de la longitud. Con esto, ambos autores evidenciaron la necesidad de contar con instrumentos de medición precisos, como los relojes, con los cuales podrían obtener datos exactos y, por ende, confiables. De esta manera, el siguiente capítulo se centrará en esta temática.

Antes de finalizar, es importante señalar que la comparación del caso novohispano con el berlinés permite vislumbrar la creación una comunidad de conocimiento, compuesta por

científicos, autoridades virreinales, y personas no especializadas, interesada en la creación de un tiempo “público” determinado por el reloj de la Catedral de México. Asimismo, a partir de la figura de Velázquez de León, se observa el establecimiento de relaciones de poder entre aquellos interesados en el conocimiento científico. No obstante, aún se requiere de una investigación más exhaustiva en torno a lo “público” en la Nueva España.

III. UN “MICROUNIVERSO” EN LA PALMA DE LA MANO: LAS *REFLEXIONES* SOBRE LA MEDICIÓN EXACTA DEL TIEMPO DE UN RELOJERO NOVOHISPANO

Para finales del siglo XVIII, en la Nueva España las publicaciones periódicas de corte científico sirvieron como un mecanismo para evidenciar la inteligencia y raciocinio de los americanos. La precisión y la exactitud de los datos jugaron un papel central en esta defensa al estar asociada la capacidad del ejercicio político, el comercio y la intelectualidad. La precisión de los instrumentos de medición que utilizaron para determinar la ubicación geográfica, y con esto la posición de la Nueva España en el mundo, como los relojes, también fue objeto de escrutinio entre los intelectuales. Como evidencia el informe final de la observación del tránsito de Venus de 1769 en el Ayuntamiento de la Ciudad de México, Alzate y Bartolache cuidaron de resguardar en un sitio seguro el reloj que utilizaron. Aunado a esto, el presbítero, en su texto sobre el eclipse de Luna del 12 de diciembre de ese mismo año, mostró que la determinación de la hora exacta a partir del reloj de la catedral era una práctica cotidiana.

En las secciones anteriores, se abordaron la problemática de un tiempo y espacio de escala “imperial” asociada a la “imagen hispánica del mundo” y cómo la búsqueda de un método para determinar la longitud impulsó la creación de la Cátedra de Astrología y Matemáticas y con esto una comunidad de conocimiento, productora de papeles periódicos, en la Nueva España. La precisión y la exactitud no solo fueron relevantes para los asuntos políticos. Las *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulación: Asimismo de algunos otros Instrumentos, con Método para su mejor conservación*,³⁹⁹ publicación periódica escrita por Diego de Guadalaxa, que tuvo cinco números, muestra que el “público” no especializado, pero con las capacidades económicas necesarias para la adquisición de distintos tipos de relojes, también estaba interesada en la precisión y exactitud de sus máquinas. Es decir, las problemáticas relacionadas al “problema de la longitud” impactaron en la vida cotidiana del virreinato novohispano. ¿Qué papel jugaba la precisión en la producción de relojes mecánicos? ¿Cuáles eran las nociones de tiempo y espacio defendidas en la obra? En el presente capítulo se responden estas interrogantes, lo que permite una

³⁹⁹ En adelante, *Advertencias y reflexiones varias*. Guadalaxara Tello, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulación, así mismo de algunos otros instrumentos, con metodo para su mejor conservación*.

comprensión profunda tanto de las relaciones sociales que se formaron a partir del uso de instrumentos para medir el tiempo, así como de su marco cosmológico asociado.

III.1 La medición del tiempo en las publicaciones periódicas novohispanas, 1768-1772

Durante el siglo XVIII, al interior de la Monarquía Hispánica, se acrecentó el interés por la medición del tiempo a partir de relojes mecánicos. Lo anterior se reflejó en la vasta cantidad de tratados sobre relojería editados. En Madrid, por poner un par de ejemplos, se publicaron *Arte de relojes de ruedas para torre, sala i faltriquera* (1759) por Manuel del Río⁴⁰⁰ (1690-1766) y el *Tratado general y matemático de relojería que comprender el modo de hacer relojes de todas clases* (1781) de Manuel Antonio de Zerella y Ycoaga (1737-1799).⁴⁰¹ Por su parte, en la Nueva España, el astrónomo Juan Antonio de Mendoza y González,⁴⁰² de acuerdo con la *Gaceta de México*, publicó un cuaderno cuyo título era *Método para corregir Reloxes*.

Además de los autores de estos tratados, como se constató en el capítulo anterior, los editores novohispanos también se interesaron en escribir sobre relojes. En la séptima entrega del *Diario*, José Antonio Alzate escribió sobre un “Método para probar la bondad de los Reloxes de bolsa”,⁴⁰³ que ayudaría a examinar si estos aparatos eran “buenos” o no. El presbítero retomó este procedimiento de la *Regle artificielle du temps* (1736) escrita por el relojero Henry Sully⁴⁰⁴

⁴⁰⁰ Manuel del Río fue un relojero franciscano español. En 1759 publicó su obra *Arte de los relojes de rueda*. Es reconocido por describir un reloj mecánico de iglesia. Manuel del Río, *Arte de relojes de ruedas para torre, sala, y faltriquera...* (Santiago: en la imprenta de Ignacio Aguayo i Aldemunde, 1759).

⁴⁰¹ Manuel de Zerella fue un relojero español que se formó en la relojería en 1752 en Ginebra bajo el auspicio del rey de España Fernando VI y el marqués de la ensenada. En 1779, durante el reinado de Carlos III, es nombrado relojero de la cámara del Rey. Para más información, véase Ricardo Uribe, “Del Modo de Arreglar Un Reloj Por Los Planetas: Mutis, Caldas y Rizo, Lectores de Un Tratado de Relojería”, en *Medir El Tiempo, Calendarios y Relojes*. (Bogotá, 2017).

⁴⁰² Juan Antonio de Mendoza fue un cura jesuita de origen poblano. Estudió en el colegio de San Ildefonso. También, fue contadora de la catedral poblana y notario de la Inquisición. En 1722 escribió *Noticia y explicación del cometa descubierto al O. de México*. En 1728 también publicó *Modo para desaguar minas*. Elías Trabulse, *El círculo roto* (México: Fondo de Cultura Económica/ Secretaria de Educación Pública, 1984), 189–90.

⁴⁰³ José Antonio de Alzate y Ramirez, “Metodo para probar la bondad de los Reloxes de bolsa”, *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 7 (el 4 de mayo de 1768).

⁴⁰⁴ Henry Sully (1680-1729) fue un horólogo inglés. Trabajó con el relojero francés Julien Le Roy. En 1721, en Versalles, inventó de un reloj marino de péndula que tenía la finalidad de medir con precisión la longitud. A lo largo de su vida publicó diversos textos, entre los que se encuentran *Description abrégée d'une horloge d'une nouvelle invention* (1726), *Méthode pour régler les montres et les pendule* (1728) y *Regla artificielle du temps* (1736). Para más información, véase “Henry Sully”, *The Clock Work Shop* (blog), consultado el 14 de marzo de 2021, <https://www.dorsetantiqueclocks.co.uk/henry-sully/>; “Henry Sully (16.-1728)”, *data.bnf.fr*, consultado el 14 de marzo de 2021, https://data.bnf.fr/fr/14065295/henry_sully/.

(1680-1729) y de la entrada “Montre” del *Dictionnaire universel de mathematique et de physique* del matemático francés Alexandre Savérien (1720-1805).

El método descrito por Alzate, que iba dirigido a aquellos que tuvieran los recursos suficientes para adquirir un reloj de bolsillo, consistió en una serie de pasos. Primeramente, los usuarios debían llevar su reloj de bolsillo, o “muestra de faltriquera,”⁴⁰⁵ algunos días para determinar si el aparato experimentaba cambios a lo largo de los días. Si la regularidad de la máquina era constante o experimentaba pequeños cambios, de acuerdo con lo descrito en el *Diario literario*, se podía dar por “cierta su bondad.” En cambio, cuando alteraciones eran muy grandes, las causas podían ser varias, entre ellas que alguna pieza estuviera mal fabricada. Para contrarrestar este defecto de construcción, se debía colgar el reloj a lado de un “buen Relox de péndola” y registrar a lo largo de cuatro horas las horas que marcaban cada uno. Después de 24 horas, se tenía que sumar las diferencias entre ambos dispositivos. Después, se dejaría la *muestra* sobre una mesa, y se repetiría el proceso anterior. Si la diferencia entre ambas *observaciones* era de un minuto o menos, aseguró que se podía concluir que el reloj era de *buena* calidad. En cambio, si excedía los cuatro minutos, “ya es defecto notable, y la pieza no vale nada.”⁴⁰⁶

El método anteriormente descrito revela que tanto Alzate como sus lectores buscaron que los relojes de bolsillo tuvieran la mayor precisión posible. Además, el límite máximo de cuatro minutos, como se abordó en el capítulo 1, estaba asociado al cálculo de la longitud (1 grado de longitud o altura este-oeste equivalía exactamente a esa cantidad de tiempo). Es importante señalar que el editor novohispano era consciente de esta relación, dado que, en la séptima entrega⁴⁰⁷ de los *Asuntos varios*, que vio la luz el 7 de diciembre de 1772, donde abordó la importancia del estudio de la geografía del territorio novohispano, habló del problema de la longitud: “Las Longitudes que con asombro se han observado últimamente muy diferentes de lo que se decía [con ayuda de relojes mecánicos]; están en dicho plano [creado por Sigüenza] con algun error, pero no el que se suponía.”⁴⁰⁸ La cita anterior también revela la relación que tenía la medición del tiempo con la cartografía, es decir, con el “mapeo” del espacio.

⁴⁰⁵ Alzate y Ramirez, “Metodo para probar la bondad de los Reloxes de bolsa”.

⁴⁰⁶ Alzate y Ramirez.

⁴⁰⁷ José Antonio de Alzate y Ramirez, “Estado de la geografía de la Nueva España, y modo de perfeccionarla”, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 7 (el 7 de diciembre de 1772).

⁴⁰⁸ Alzate y Ramirez.

Por otra parte, Alzate también evidenció la relación entre el tiempo y la eficiencia de las actividades económicas. En la segunda entrega de los *Asuntos varios*, publicada el 2 de noviembre de 1772, que tituló “Descripción de una *Máquina muy sencilla, y muy útil para deshuesar el Algodón*”,⁴⁰⁹ habló sobre la basta cantidad de horas que se invertía en este proceso. La preocupación por hacer más eficiente este procedimiento lo llevó a plantear lo siguiente:

¿pues quanto tardará una sola persona en deshuesar seis onzas? Por lo que he observado, veo puede ejecutarlo en dos horas; quiero que no sea necesario mas tiempo que el de hora y media: ¿esta hora y media no, ya que se emplea en trabajar, no seria mucho mejor emplearla en hilar? En esto lograría algun alivio, en lo otro no le resta por premio mas que unos cayos, señales fatales, é indelebles, que sensiblemente nos muestran, lo que los artistas padecen, quando las artes no logran los socorros proporcionados, por los instrumentos, o máquinas útiles al intento.⁴¹⁰

Para Alzate, disminuir en 30 minutos el deshuesamiento del algodón representaba, no solo la posibilidad de tener un excedente de tiempo para hilar; además, permitía que los *artistas* no tuvieran afectaciones físicas permanentes. De esta manera, una máquina con un retraso menor de cuatro minutos no solo era útil para la cartografía, también ayudaba a economizar los procesos industriales de la Nueva España.

III.2 *Las Advertencias y reflexiones varias: una publicación periódica sobre la exactitud y la precisión en la cotidianidad*

El 12 de mayo de 1777,⁴¹¹ en la capital de la Nueva España, los interesados en adquirir noticias sobre relojería tuvieron a su disposición el primer número de las *Advertencias y reflexiones varias*.⁴¹² Su autor, Diego de Guadalaxara Tello, quien se presentó como “artífice relojero” de la capital novohispana, afirmó que después de años de dedicarse a la composición y fabricación de relojes mecánicos, se percató de la necesidad de escribir una publicación periódica especializado en estas máquinas, dado que se encontraban “en las manos de todos”.⁴¹³ A cambio

⁴⁰⁹ José Antonio de Alzate y Ramirez, “Descripcion De una Máquina muy sencilla, y muy útil para deshuesar el Algodón”, *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 2 (el 2 de noviembre de 1772).

⁴¹⁰ Alzate y Ramirez.

⁴¹¹ La fecha exacta de su aparición no está explicitada ni en la “Introducción y Plan de esta Obra”, ni tampoco en “Num. I. Razon historica de los Reloxes”, publicados al mismo tiempo. El siguiente número apareció el 12 de junio de 1777. El resto de las entregas también aparecieron los días doce del mes correspondiente. De esta forma, es altamente probable que esta regularidad se haya establecido desde el primer periódico.

⁴¹² Guadalaxara Tello, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulación, así mismo de algunos otros instrumentos, con metodo para su mejor conservación*.

⁴¹³ Diego de Guadalaxara Tello, *Advertencias y reflexiones varias...*, “Introduccion y Plan de esta Obra”, (1777).

de un real por entrega,⁴¹⁴ prometió a sus lectores que les enseñaría a utilizar correctamente estos objetos y a repararlos por su cuenta. Esta obra se convirtió en la primera publicación, escrita en español, dedicada exclusivamente a la relojería.⁴¹⁵

Las *Advertencias y reflexiones varias* fueron escritas bajo el mecenazgo de Don Juan Manuel González de Cossío (1728-1787), noble originario de Santotis, Cantabria, quien, entre muchos otros títulos, ostentó el de caballero de la orden de Calatrava. En el año de 1777 fungió como cónsul en el Real Tribunal del Consulado de la Nueva España,⁴¹⁶ por lo que sus ocupaciones se relacionaron con el comercio novohispano. Diego de Guadalajara afirmó que su publicación, bajo “el asilo de su Escudo”, se convertía en una obra respetable. El patrocinio de un cónsul pudo haberle conferido un grado de autoridad mayor a su obra, así como los medios de una amplia distribución tanto en la Ciudad de México, como al exterior.

Este último punto muestra las conexiones que Guadalajara tenía con las élites que manejaban la economía novohispana dado que el Real Tribunal del Consulado era el encargado de regular el comercio y todos los asuntos jurídicos derivados de esta actividad.⁴¹⁷ Los intereses económicos y comerciales que hubo detrás de la publicación de Guadalajara representaron una clara diferencia respecto a los fines personales que perseguía Alzate, quien patrocinó su obra con recursos de su familiares, y los propósito políticos de Bartolache, cuyo *Mercurio Volante* fue apoyado por el virrey Antonio María de Bucareli, máxima autoridad del virreinato. Así, antes de continuar con el análisis del contenido de las *Advertencias y reflexiones varias*, vale la pena identificar quién era este “artífice relojero”.

III.2.1 Un relojero novohispano interesado en el comercio de la exactitud

A pesar del reconocimiento que Diego de Guadalajara gozó en los círculos intelectuales novohispanos en la última década del siglo XVIII, los primeros años de su vida, e incluso su

⁴¹⁴ El costo por entrega, entre 1772-1773, del *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosa sobre varios asuntos de física i medicina*, editado por Josef Ignacio Bartolache, era de medio real y se podía adquirir en el Portal de Mercaderes. Por otro lado, en el periodo entre 1763 y 1810, un peso podía ser cambiado por 8 reales de plata y tenía el mismo valor que el dólar de la época. En 1773 con un real se podían adquirir 3.7 kg de maíz, 1.8 kg de trigo o 4.13 kg de carne de res. Enriqueta Quiroz, “La moneda menuda en la circulación monetaria de la ciudad de México. Siglo XVIII”, *Mexican Studies/Estudios Mexicanos* 22, núm. 2 (2006): 243.

⁴¹⁵ Espinosa Sánchez, “Diego de Guadalajara y la física newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”, 50.

⁴¹⁶ PARES, ES.41091.AGI//TITULOS_DE_CASTILLA,11,R.8

⁴¹⁷ Para más información sobre las actividades del Consulado de México, véase Guillermina del Valle Pavón, *Mercaderes, comercio y consulados de Nueva España en el siglo XVIII* (México: Instituto Mora, 2003).

fecha de nacimiento,⁴¹⁸ aún son completamente desconocidos. En contraposición con Alzate y Bartolache, el autor de las *Advertencias y reflexiones varias* no expuso los títulos de su educación en ninguno de los cinco números de su publicación periódica. No obstante, este hecho no implica una carencia de instrucción formal. Amelia Aranda-Huete menciona que, en la Real Escuela y Fábrica de Relojería, construida en la península ibérica en 1770, se instruyó a un total de ocho niños, entre los 12 y 16 años, el “arte” de la relojería. De esta manera, tuvieron acceso a una educación técnica y matemática que les permitía construir relojes precisos.⁴¹⁹ Es altamente probable que los talleres de relojería tuvieran un funcionamiento similar, sobre todo si se considera que la Ciudad de México y Madrid fueron las únicas ciudades hispanas que contaron con espacios dedicados exclusivamente a la manufactura, reparación y venta de relojes.⁴²⁰

En el mundo hispánico, aquellos que desempeñaban un oficio mecánico o que se encargaban de dar mantenimiento y cuidar que un determinado reloj funcionara y marcara la hora correcta, también eran reconocidos, indistintamente, como relojeros.⁴²¹ Sin embargo, Diego de Guadalajara, como se verá más adelante, insistió en distinguir entre los practicantes del oficio y los “profesores del arte.” Por lo tanto, se puede afirmar que, en algún momento anterior a la publicación de las *Advertencias y reflexiones varias*, el novohispano hubiese adquirido o perfeccionado sus conocimientos de relojería en un taller especializado en la materia.

A pesar de esta falta de información, la dedicatoria de su publicación periódica revela que antes de 1777 conoció a González de Cossío. Sus relaciones sociales no se limitaron a integrantes del Real Tribunal del Consulado. En una solicitud de matrimonio realizada en 1780,⁴²² en la que Guadalajara fue testigo, se puede constatar que también mantuvo relación con empleados de la Real Renta del Tabaco y de la Contaduría de Tabaco. Esta estrecha asociación con miembros de las instituciones creadas tras la instauración de la Casa de Borbón

⁴¹⁸ Juan Manuel Espinosa, uno de los pocos estudiosos de su obra, estimación que fue alrededor del año de 1742 en la Ciudad de México, basándose en una solicitud matrimonial de 1780, en la cual el editor fue testigo. Sin embargo, el historiador no profundiza en las razones de esta consideración. Espinosa Sánchez, “Diego de Guadaluajara y la física newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”, 49.

⁴¹⁹ Amelia Aranda-Huete, “Los tratados de relojería en la corte de Carlos III”, *Historia y sociedad*, núm. 37 (2019): 93.

⁴²⁰ Ricardo Uribe Parra, “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”, *Boletín Museo del Oro*, núm. 58 (2018): 14.

⁴²¹ Uribe Parra, 13..

⁴²² AGN, Instituciones Coloniales, Volumen 31, Expediente 24, f.193-201.

en la Monarquía Hispánica explica por qué Guadalajara omitió sus credenciales académicas: su interés era, sobre todo, comercial. No obstante, como se abordará más adelante, esto no le impidió tratar la filosofía natural detrás de los relojes mecánicos.

A pesar de la brevedad de su obra, es plausible afirmar que esta posicionó a Guadalajara, a su vez, dentro de los círculos intelectuales novohispanos (la cantidad de información sobre sus trabajos posteriores es mayor).⁴²³ Para 1790, el relojero era una figura consolidada. En ese año, Carlos IV de España (1788-1808) lo nombró director de la Cátedra de Matemáticas de la Real Academia de San Carlos,⁴²⁴ cargo que ostentó ininterrumpidamente hasta 1804.⁴²⁵ Es decir, ocupó una posición similar a la que tuvieron Velázquez de León y Bartolache en la Real y Pontificia Universidad de México, con la diferencia de que Guadalajara fue el único profesor de origen novohispano que laboró en una institución educativa borbónica, controladas por la Monarquía Hispánica.⁴²⁶

El libro que utilizó para impartir su clase fueron los *Principios de matemáticas de la Real Academia de San Fernando*,⁴²⁷ escritos por Benito de Bails (1730-1797), que, como su nombre lo indica, también era utilizado en otras universidades al interior de la Monarquía Hispánica⁴²⁸ y también en el Colegio de Minería de la Nueva España.⁴²⁹ El uso sistemático de esta obra en las instituciones educativas creados por los Borbones es un reflejo de su proyecto unificador, del que fue parte el relojero. Para finales del siglo XVIII, al ya contarse con mejores mecanismos para el cálculo de la longitud, la Monarquía Hispánica centró su apoyo en el desarrollo de metodologías más precisas para la explotación minera. De esta manera,

⁴²³ Por ejemplo, se sabe que, en 1784, el Tribunal de Minería lo nombró “Perito Facultativo en la Geometría y en la Arquitectura Subterránea e Hidráulica y también de Maquinaria.” Rojas Herrera y Rojas Herrera, “Diego de Guadalajara Tello, director de matemáticas de la Real Academia de San Carlos de Nueva España (1790-1804)”, 5.

⁴²⁴ Para más información, véase Thomas A. Brown, *La Academia de San Carlos de la Nueva España*, 2 vols. (México: Secretaría de Educación Pública, 1976).

⁴²⁵ En este año, “en consideración a su pobreza”, la Real Academia de San Carlos solventó los gastos de su entierro. Eduardo Báez Macías, *Guía del archivo de la Antigua Academia de San Carlos, 1781-1910* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003), 67.

⁴²⁶ Rojas Herrera y Rojas Herrera, “Diego de Guadalajara Tello, director de matemáticas de la Real Academia de San Carlos de Nueva España (1790-1804)”.

⁴²⁷ Benet Bails, *Principios de matematica de la Real Academia de San Fernando* (Madrid: en la imprenta de la Viuda de Ibarra, 1797).

⁴²⁸ Peset, “La ciencia en la España ilustrada”, 32.

⁴²⁹ Alberto Camacho Ríos, “La matemática escolar en el Colegio Nacional de Minería de mediados del siglo XIX”, *Revista iberoamericana de educación superior* 7, núm. 20 (2016): 99; María de la Paz Ramos Lara, *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII* (México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 1994).

Guadalajara, además de sus intereses comerciales, también participó en los proyectos educativos dirigidos desde Europa, que buscaban hacer más eficiente la explotación de los recursos naturales americanos.

Durante los primeros años del relojero como catedrático de la Real Academia de San Carlos, se llevó a cabo la expedición de Alejandro Malaspina (1789-1794), “la empresa científica española más importante del siglo de las Luces”.⁴³⁰ Por recomendación del propio Malaspina, Dionisio Alcalá Galiano (1760-1805), líder de los pilotos de la misión, buscó al autor de las *Advertencias y reflexiones varias* para que le construyera algunos instrumentos,⁴³¹ entre los que se encontró un cronómetro, que realizó con ayuda de Joaquín Velázquez de León. Un año más tarde, realizó observaciones astronómicas con Malaspina y Antonio de León y Gama, en el observatorio de este último, con la finalidad de determinar la longitud y la latitud de la Ciudad de México. De esta manera, al igual que Alzate y Bartolache, también tuvo interés en la precisión de la posición geográfica de la Nueva España.

III.2.2 Presentación. La relojería como un arte liberal

En la “Introducción y Plan de esta Obra”,⁴³² Diego de Guadalajara estableció que la relojería era un *arte liberal*⁴³³ debido a que “participa mas del espíritu, que del trabajo de las manos, y cuya excelencia, supone mas conocimientos que operacion”.⁴³⁴ Agregó que ninguna de las demás *Artes* necesitaba más “del espíritu de la invencion para su progreso, como la Reloxería”.⁴³⁵ Las artes liberales eran pensadas como “una fase preparatoria hacia el

⁴³⁰ Virginia González Claverán, “Observaciones celestes en el México de 1791”, *Historia Mexicana* 35, núm. 2 (1985): 197.

⁴³¹ Con la finalidad de informar a los usuarios acerca del armado y desarmado de los instrumentos, redactó la Memoria de los reparos y composiciones que se han hecho en los instrumentos matemáticas pertenecientes al rey de orden del sr. Dionisio Galiano capitán de fragata, la cual se encuentra extraviada. Ídem, 203.

⁴³² Diego de Guadalajara Tello, “Introducción y plan de esta obra”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).

⁴³³ Las artes liberales (*septenium*) fueron de especial importancia en la educación medieval. Estaban divididas en dos grandes grupos: el *trivium* (gramática, retórica y dialéctica) y el *quatrivium* (aritmética, geometría, música y astronomía). El escritor latino Casiodorra (487-585) argumentó que los monjes debían instruirse en las siete artes para poder entender la Biblia, la cual contenía al *septenium*. Daniel Pedoe, *Geometry and the liberal arts*, Peregrine books (Harmondsworth: Penguin, 1976), 11.

⁴³⁴ Guadalajara Tello, “Introducción y plan de esta obra”.

⁴³⁵ Guadalajara Tello.

conocimiento de las cosas divinas”, es decir, de la teología.⁴³⁶ De esta forma, el novohispano estaría interpretando a la relojería como el saber más cercano al conocimiento de Dios.

Es importante señalar que la analogía del universo como un reloj mecánico (en adelante, *Clockwork Universe*) fue una idea ampliamente extendida desde el medievo, la cual comparaba el funcionamiento del Universo con el mecanismo de un reloj perfectamente regular y exacto.⁴³⁷ Así, la figura de Dios estaría asociada al de un relojero o “artífice supremo”. Si bien la invención de esta concepción de la naturaleza ha sido asociada a Isaac Newton,⁴³⁸ autores del siglo XIII, como Sacrobosco, cuyo *De sphaera mundi* era estudiado en el marco de la Cátedra de Astrología y Matemáticas, utilizaban extensivamente esta visión. Por lo tanto, esta formulación del mundo estaba en consonancia con la “imagen hispánica del mundo” y, como veremos más adelante, fue la misma a la que se apegó Guadalajara

Por otro lado, el relojero estableció que los verdaderos “profesores del arte” debían estar instruidos en analogía y geometría, las cuales les permitirían colocar con exactitud la maquinaria interna del reloj. Por otra parte, los conocimientos en mecánica y analítica hacían posible “disponer una Máquina oportuna” y resolver los problemas que de ella se desprendieran. Por último, debían poseer conocimientos básicos de dibujo, debido a la “hermosura, simetría y proporción que prescribe”, y de música, la cual era necesaria para componer y suministrar los sonidos que estos aparatos producían cuando indicaban la hora. Es decir, los relojeros, para construir máquinas lo suficientemente precisas para el día a día, tenían que estar instruidos en múltiples áreas.

Debido a la posición privilegiada en la cual el novohispano colocó a la relojería, no resulta extraño que su periódico también tuviera el propósito de defender a sus practicantes de “algunas caprichosas ideas del Vulgo”, lo que provocaba que estos personajes fueran “molestados [...] con impertinentes reclamos” e involucrados en “temerarias calumnias”.⁴³⁹ Es decir, contrario a Alzate y Bartolache, quienes buscaron establecer un diálogo con las personas

⁴³⁶ Samuel Ijsseling, “The Liberal Arts and Education in the Middle Ages”, en *Rhetoric and Philosophy in Conflict: An Historical Survey* (Dordrecht: Springer Netherlands, 1976), 47.

⁴³⁷ E. R. Truitt, “The Clockwork Universe: Keeping Sacred and Secular Time”, en *Medieval Robots: Mechanism, Magic, Nature, and Art* (Filadelfia: University of Pennsylvania Press, 2015).

⁴³⁸ Stephen D. Snobelen, “The Myth of the Clockwork Universe: Newton, Newtonianism, and the Enlightenment”, en *The Persistence of the Sacred in Modern Thought* (Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press, 2012), 150–84.

⁴³⁹ Guadalajara Tello, “Introducción y plan de esta obra”.

“menos cultivadas”, Guadalajara, desde el primer número de publicación, tomó distancia de este sector al considerar que dañaban la imagen de los relojeros.

III.2.3 El reloj de bolsillo: vínculo preciso entre el “mundo” público y el privado

El primer número de las *Advertencias y reflexiones varias*, Guadalajara se centró en la “Razon histórica de los Reloxes”.⁴⁴⁰ Para el relojero, estos aparatos fueron inventados por el papa Silvestre II (945-1003), a quien también le atribuyó la introducción de los números arábigos a Italia y Francia desde España. De acuerdo con el autor, la relojería, desde el siglo X, había “progresado” a tal grado que “bajo sus solidísimos fundamentos, se espera el que se conseguirá el deseado punto de Longitud en el Mar, para cuyo fin se han inventado nobilísimas máquinas (B) por autores de mucha clase”, entre ellos los relojeros John Harrison⁴⁴¹ (1693-1776), Ferdinand Berthoud⁴⁴² (1727-1807) y Julien Le Roy⁴⁴³ (1686-1759). Con la afirmación anterior, Guadalajara estableció que el “problema de la longitud”, al que se hizo referencia en los capítulos anteriores, era el motor principal de la relojería.

Los relojes que se tuvieron disponibles durante los siglos XVI y XVII, cuando se utilizaban en mar abierto, se desajustaban a causa de la irregularidad de las corrientes marinas y por inclemencias del clima. De esta manera, medir el tiempo para precisar la posición de la nave era algo que solo se podía hacer en la teoría. Debido al interés que tenía la Monarquía Hispánica de ubicar y conectar todos sus dominios, a través de la Casa de Contratación se incentivó la

⁴⁴⁰ Hasta que se indique lo contrario, todas las citas subsecuentes fueron tomadas de Diego de Guadalajara Tello, “Núm. I. Razon historica de los Reloxes”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).

⁴⁴¹ Relojero inglés conocido por ser el ganador del premio establecido en el *Longitude Act* (1714) por la invención de un cronómetro marino lo suficientemente preciso, con un atrasado de apenas 5 segundos, para determinar la longitud en el mar. Para más información, véase J. A. Bennett, “Science Lost and Longitude Found: The Tercentenary of John Harrison”, *Journal for the History of Astronomy* 24, núm. 4 (1993): 281–87.

⁴⁴² Ferdinand Berthoud (1727-1807) fue un relojero prusiano, nacido en Suiza. Estudio horología en París. Se especializó en la creación de relojes marítimos. Debido a su contribución en el desarrollo de cronómetros marinos, fue nombrado miembro del Instituto de Francia y de Royal Society de Londres en 1764. Entre sus obras se encuentra el *Essai sur l'horlogerie* (1763). “History of Ferdinand Berthoud (Swiss Watch Brand since 1753) - YWH”, *Your Watch Hub* (blog), el 1 de enero de 2016, <https://www.yourwatchhub.com/ferdinand-berthoud/history-of-ferdinand-berthoud/>.

⁴⁴³ Fue el relojero oficial del rey francés Luis XV, quien le permitió abrir una fábrica de relojes Louvre. Fue el inventor de un mecanismo de repetición que mejoró la precisión de los relojes. Además, contribuyó en el desarrollo de un cronómetro marino junto con Henry Sully. Para más información, véase “Julien Le Roy (French, 1686 - 1759, Master 1713) (Getty Museum)”, The J. Paul Getty in Los Angeles, consultado el 14 de marzo de 2021, <https://www.getty.edu/art/collection/artists/550/julien-le-roy-french-1686-1759-master-1713/>.

creación de un “premio de la longitud”,⁴⁴⁴ que ofrecía una recompensa económica a quien diera con un método exacto para obtener la longitud en el mar. Aunque este galardón nunca tuvo un ganador, la iniciativa fue replicada, aunque sin influencia directa, por otros poderes políticos durante las centurias de 1600 y 1700.⁴⁴⁵ En 1714, el gobierno inglés, a partir de la *Longitude Act*, estableció un certamen de este tipo.⁴⁴⁶ John Harrison diseñó una serie cronómetro marinos que contrarrestaban, con ayuda de un sistema de muelles y resortes, los movimientos producidos en el mar que impedían a los relojes de péndulo ser lo suficientemente precisos.⁴⁴⁷ Debido a sus contribuciones, en 1773, Harrison fue reconocido como el ganador del “premio de la longitud inglés” por lo que recibió casi 20,000 libras.⁴⁴⁸ Estos certámenes propiciaron la creación de una red intelectual⁴⁴⁹ que, además de compartir una forma particular de entender el espacio, también estaba interesada en la implementación y desarrollo de métodos más precisos de medición de tiempo.

Respecto a la precisión de los relojes utilizados para el cálculo de la longitud, el novohispano aseguró que ya se habían producido cronómetros capaces de las variaciones relacionadas con la dilatación de los metales provocada por los cambios drásticos de temperatura en el ambiente marino. No obstante, enfatizó que aún faltaba solucionar ciertos aspectos técnicos: “la única dificultad que resta, que es (á mi vér) el igualar los pesos por sí mismos en todos los diversos lugares del Globo Terrestre, que son diferentes, como saben los Físicos”,⁴⁵⁰ lo cual hacía referencia a la relación entre la gravedad y la altura. Esta cita revela que, desde la

⁴⁴⁴ Grijs, “European Longitude Prizes I: Longitude determination in the Spanish Empire”.

⁴⁴⁵ Richard de Grijs, “European Longitude Prizes. II. Astronomy, Religion and Engineering Solutions in the Dutch Republic” (arXiv, 2021); Richard de Grijs, “European Longitude Prizes. III. The Unsolved Mystery of an Alleged Venetian Longitude Prize” (arXiv, 2021); Richard de Grijs, “European Longitude Prizes. IV. Thomas Axe’s Impossible Terms” (arXiv, 2021).

⁴⁴⁶ Tessa Mobbs y Robert Unwin, “The Longitude Act of 1714 and the Last Parliament of Queen Anne”, *Parliamentary History* 35, núm. 2 (2016): 152–70.

⁴⁴⁷ John Harrison, *A Narrative of the Proceedings Relative to the Discovery of the Longitude at Sea; by Mr. John Harrison’s Time-Keeper; Subsequent to Those Published in the Year 1763* (London: printed for the author, and sold by Mr. Sandby, in Fleet-Street, 1765).

⁴⁴⁸ Dava Sobel, *The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time* (New York: Bloomsbury USA, 2007); Juan José López Toimil, “La Historia de la búsqueda de la longitud: John Harrison”, *Revista general de marina* 259 (2010): 813–19; Rodolfo Soria-Galvarro Derpich, “La hora y la longitud, una historia de perseverancia”, *Revismar* 5 (2015): 52–57.

⁴⁴⁹ M. Diane Burton y Tom Nicholas, “Prizes, patents and the search for longitude”, *Explorations in Economic History* 64 (2017): 21–36.

⁴⁵⁰ Guadalaxara Tello, “Núm. I. Razon historica de los Reloxes”.

Nueva España, Guadalajara identificaba problemáticas que afectaban la exactitud de las máquinas europeas. Así, aunque reconocía su calidad, tampoco le impedía cuestionarlas.

La importancia de la relojería para Guadalajara, más allá del problema de longitud, residió en su influencia y “utilidades que el Mundo político y christiano sacan de esta nobilísima invención de las Máquinas de medir el tiempo”.⁴⁵¹ El hecho de que el novohispano englobó en un mismo “mundo” a la política con la religión se debe a que la Monarquía Hispánica, al ser católica y con esto “universal”, carecía de una separación entre estos dos ámbitos. Así, las ideas sobre la relojería de Guadalajara estaban en concordancia con el proyecto teológico-político de la Monarquía.

Por otro lado, Guadalajara distinguió entre relojes “públicos” y “privados”. Respecto a los del primer grupo, el relojero aseguró que regulaban tanto los oficios religiosos como las actividades de la administración virreinal. Es decir, para Guadalajara, tanto la política y la religión pertenecían al ámbito público. De los “relojes privados”, el novohispano señaló que había de distintos tipos y que cada uno tenía su propia finalidad. Algunos “advirtieron por sus índices y campanillas la hora, los cuartos, los minutos y segundos, el día del mes y de la semana, las fases de la Luna”.⁴⁵² Por su parte, los relojes de péndulo y los relojes de bolsillo, “señalan [...] la ecuación del tiempo, y desigualdad del movimiento del Sol”.⁴⁵³ La ecuación del tiempo relaciona el tiempo “verdadero” referido por Alzate en su texto sobre el eclipse de 1769.⁴⁵⁴ Por último, Guadalajara también mencionó los despertadores que “nos sacan del profundo sueño, que nos haría faltar á nuestras obligaciones y a los ministerios que nos confían”.⁴⁵⁵ Por lo tanto, eran utilizados para la construcción de un sujeto “industrioso”,⁴⁵⁶ que se preocupaba por cumplir puntualmente con sus compromisos “públicos”, y la organización de sus actividades cotidianas en el ámbito privado.

Es importante puntualizar que la preocupación por la consulta del tiempo en la Nueva España, mencionado tanto por Alzate como por Guadalajara, también estuvo asociada a las

⁴⁵¹ Guadalajara Tello.

⁴⁵² Guadalajara Tello.

⁴⁵³ Guadalajara Tello.

⁴⁵⁴ Alzate y Ramírez, *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*.

⁴⁵⁵ Guadalajara Tello, “Núm. I. Razon historica de los Reloxes”.

⁴⁵⁶ Por “industrioso” refiero a aquellas personas que son hábiles, diestras o mañosas en algún arte, tal y como lo establece el Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

políticas que implementó el rey borbón Felipe V (1700-1746), quien estimuló la idea de ajustar todos los relojes de sus dominios a una misma “escala imperial”.⁴⁵⁷ Esta necesidad está relacionada directamente con la naturaleza política de la Monarquía Hispánica, que buscó la creación de un “mundo” católico con un “tiempo universal”.⁴⁵⁸ Estas medidas se intensificaron durante el reinado de Carlos III (1759-1788), quien creó la Real Escuela de Relojería, cuyo propósito era dotar a la corte de relojeros profesionales que construyeran y repararan relojes, como se había hecho en Francia e Inglaterra.⁴⁵⁹

Lo anterior provocó que, en la Nueva España, durante la segunda mitad del siglo XVIII, se popularizara la posesión de los relojes de bolsillo perfectamente sincronizados con los relojes “públicos” debido a que abrieron “la posibilidad de consultar de manera individual el tiempo público”.⁴⁶⁰ Es decir, portar un reloj portátil se tradujo en la pertenencia del individuo al ámbito público y su vinculación con la administración virreinal⁴⁶¹ y la Monarquía Católica,⁴⁶² que en sus instituciones contaban con relojes de pared para medir el tiempo, los cuales eran conocidos como *relox*. Por otro lado, eran objetos de lujo que distinguían a los miembros de la élite novohispana del resto de las personas que pertenecían a rangos sociales inferiores.

En esta primera entrega también comenzó la “Reflección primera. Sobre la elección de Relojes o Muestras”,⁴⁶³ que tenía como propósito proporcionar diversos consejos sobre cómo

⁴⁵⁷ Uribe Parra, “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”.

⁴⁵⁸ Ricardo Uribe, “Composición, impresión y consulta del tiempo en los calendarios iberoamericanos (Valladolid 1628-Bogotá 1888)”, *Historia y Sociedad*, núm. 37 (diciembre de 2019): 55.

⁴⁵⁹ Aranda-Huete, “Los tratados de relojería en la corte de Carlos III”, 92.

⁴⁶⁰ Ricardo Uribe demostró que, entre las élites del virreinato de Nueva Granada, también existió la necesidad de la consulta del tiempo “público”. Para más información, véase Ricardo Uribe Parra, *Las dinámicas del tiempo. Relojes, calendarios y conductas en el Virreinato de la Nueva Granada* (Medellín: La Carreta Editores, 2016), 15.

⁴⁶¹ En 1528, se acordó la adquisición de un reloj para la sede de la recién creada Real Audiencia de México del cual hizo mención Cristóbal del Castillo en 1599, al cual se refirió como *cemilhuiltlapohualtepoztl*, que literalmente se traduce como “el contador metálico de un día”. Cristóbal del Castillo, *Historia de la venida de los mexicanos y otros pueblos e Historia de la conquista. Traducción y estudio introductorio de Federico Navarrete Linares*, Cien de México (México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2001), 152.

⁴⁶² Es interesante que, desde 1681, se decretó que, en la Casa de Contratación, que regulaba todo el comercio novohispano, tenía que haber un “Relox bien conertado”, por lo que se debía contratar a una persona que le diera mantenimiento y lo pusiera a la hora. Antonio de León Pinelo y Juan de Solórzano Pereira, *Recopilación de leyes de los reynos de las Indias. Tomo Tercero*, Aprobada por Carlos II (Madrid: Ivlian de Paredes, 1681), 131.

⁴⁶³ Diego de Guadalajara Tello, “Reflección primera. Sobre la elección de Relojes ó Muestras.”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion. Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).

seleccionar un reloj de buena calidad. A pesar de su conocimiento en relojería, el novohispano insistió a sus lectores que le era imposible brindarles “reglas indefectibles” basadas exclusivamente en una inspección externa, para seleccionarlos. Esta imposibilidad la asoció al hecho de que, “a golpe de ojo”, no se podía determinar la calidad de los metales del engranaje interno o las *ruedas* del reloj; ni las irregularidades en la medición del tiempo que podrían derivarse de su construcción. Lo anterior muestra que la precisión de las máquinas estuvo vinculada con la calidad de los metales utilizados por los relojeros y que el Guadalaxara negó la idea de *reglas* empíricas precisas. A pesar de esto, el autor aconsejó a sus lectores que verificaran la regularidad del sonido del *escapamento*, que era el mecanismo que producía el *tic tac*, lo cual denotaría la “igualdad de dentadura de la rueda de Reequentro ó Catarina”.⁴⁶⁴ Esta funcionaría como una “prueba auditiva” de que la maquinaria interna tenía un diseño apropiado.

III.3 Una “Sociedad civil” interesada en la exactitud de su tiempo

En el segundo número, titulado “Continua la reflexión primera sobre la elección de buenas Muestras”,⁴⁶⁵ que vio la luz el 12 de junio de 1777, Guadalaxara afirmó que “para el progreso de las Artes interesantes á la Sociedad civil” se debían perfeccionar las “ciencias exactas.” De acuerdo con el *Diccionario de Autoridades*, “sociedad” refirió a la “[c]ompañía de racionales” o a “la junta, ò compañía de varios sujetos para el adelantamiento de las facultades, y ciencias”. Lo “civil” anunció “[l]o que toca y pertenece al derecho de Ciudad, y de sus moradóres y Ciudadános”, a “aquello [...] [que] pertenece à la justicia en orden à intereses particulares” y de lo que era “desestimable, ruin, y de baxa condicion y procedéres”. Es importante señalar que Diego de Guadalaxara no utilizó “Sociedad civil” con una connotación negativa, al asociarla con un ideal de “progreso”.

En su lugar, la “Sociedad civil” a la que aludió el relojero, y que anteriormente había referido Alzate y Bartolache simplemente como “Sociedad”, era el conjunto de sujetos racionales, radicados en las ciudades, que estaban interesado en el estudio de las “ciencias exactas”, las cuales ayudarían, a su vez, al mejoramiento de la relojería. Es decir, a lo que hemos llamado una comunidad de conocimiento especializada en todos los conocimientos científicos

⁴⁶⁴ Guadalaxara Tello.

⁴⁶⁵ Diego de Guadalaxara Tello, “Continua la reflexión primera sobre la elección de buenas Muestras”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservacion. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 2 (el 6 de diciembre de 1777).

necesarios para construir y reparar relojes que mostraran la hora exacta. Es interesante señalar que, en el *Tesoro de la lengua castellana o española*, ninguno de los dos términos gozó de una entrada, lo cual sugiere que su utilización, con estas connotaciones, se popularizó hasta el siglo XVIII.

Como se estableció en el capítulo anterior, la exactitud en los textos de Alzate y Bartolache fue nodal para la defensa de la capacidad intelectual de los americanos. Aunque es posible que Guadalajara compartiera las ideas de sus colegas editores de periódicas, en las *Advertencias y reflexiones* esta cualidad está más bien asociada a “la precisión del cálculo [matemático]”. En consecuencia, las ciencias que denominó “exactas” eran aquellas que se fundamentaban en las matemáticas. Bartolache, en sus *Lecciones matemáticas*, coincidió con esta visión y aseguró que el “*Método matemático* o Método de los geómetras, es un exactísimo y rigurosísimo orden de hallar, y enseñar las verdades incógnitas”.⁴⁶⁶

Por otro lado, el editor del *Mercurio Volante* definió a las “matemáticas mixtas” como “todas aquellas donde se trata algún objeto físico de quien no tenemos las mejores ideas, sin embargo de conocerle por algunos efectos o propiedades suyas”.⁴⁶⁷ Por la descripción de la relojería realizada por Guadalajara a lo largo de las primeras dos entregas, se puede concluir que esta disciplina formaba parte de esta rama de las matemáticas.⁴⁶⁸ De acuerdo con el relojero novohispano, la relojería debía aspirar a la exactitud y sus “reglas” tenían que sustentarse en fundamentos matemáticos. No obstante, reconoció que, a pesar de los esfuerzos, “no todas [las reglas] las podremos sujetar rigurosamente a esta ley”.⁴⁶⁹ Así, el autor de las *Advertencias y reflexiones varias* reiteró constantemente a sus lectores que las sugerencias que ofrecía en su publicación, aunque útiles para escoger un reloj de bolsillo de buena calidad, eran falibles al estar sujetas al examen de los sentidos y no a leyes matemáticas.

En esta segunda entrega, además, el relojero advirtió que la *Potencia motriz* o *muelle*, que se generaba al darle cuerda al reloj, era otro factor relacionado directamente con la

⁴⁶⁶ Bartolache, *Lecciones matemáticas que en la Real Universidad de México dictaba don José Ignacio Bartolache. Estudio introductorio Luis Rionda Arreguín*, 46.

⁴⁶⁷ Bartolache, 68.

⁴⁶⁸ Para más información sobre las “matemáticas mixtas”, véase Gary I. Brown, “The Evolution of the Term ‘Mixed Mathematics’”, *Journal of the History of Ideas* 52, núm. 1 (1991): 81–102.

⁴⁶⁹ Guadalajara Tello, “Continúa la reflexión primera sobre la elección de buenas Muestras”.

“perfeccion de una *Muestra*”.⁴⁷⁰ De acuerdo con Guadalajara, se podía determinar al comparar, cada cuatro horas, lo que marcaba el reloj de bolsillo contra uno de *Péndula*,⁴⁷¹ cuya regulación fuera conocida. Si la desigualdad entre ambos se sextuplicaba tras 24 horas, era un indicador de la “igualdad en el tiro del *Muelle*, y buena graduación del *Caracol* [dispositivo en el cual se discurría la cuerda]”. Esta cualidad aseguraba al usuario la posibilidad de determinar con precisión cuánto debía atrasar o adelantar su reloj de bolsillo diariamente.

El método propuesto por Diego de Guadalajara, mismo que Alzate había descrito en su *Diario literario*, dependía de la consulta de un reloj de péndulo, cuyo mecanismo estaba perfeccionado para que el péndulo produjera un movimiento uniforme, que estaba asociado con una medición exacta del tiempo. De ahí su importancia para la calibración de relojes de bolsillo. A esta propiedad se le llamaba *isocronismo* o la “igualdad de oscilaciones en la duración del tiempo en que cada una describe su arco correspondiente”. Es decir, lo que hoy se denomina una “oscilación armónica”.

Como se vio en secciones anteriores, los relojes de péndulo podían ser encontrados en los espacios particulares (véase Figura 9, anexo III). De esta manera, el proceso descrito podía realizarse en el ámbito privado de los miembros de la “sociedad civil” a la que pertenecía Guadalajara. A pesar de esto, el relojero, a partir de la traducción que realizó del *Discurso Preliminar* de Ferdinand Berthoud, reveló que el mecanismo de los “Reloxes en las Ciudades donde se construyen” también funcionaban a través de la oscilación de un péndulo. Incluso mencionó que había operarios especializados, a los que denominó *muellers*, que “hac[ían] los muelles de Péndula y no se ocupan de otra cosa”.⁴⁷² Tanto en el Palacio Virreinal como en la Catedral Metropolitana de la Nueva España se encontraban relojes de este tipo.⁴⁷³ Así, el ajuste de los relojes de bolsillo en la capital novohispana se podía realizar a partir de la consulta del tiempo público.

⁴⁷⁰ Guadalajara Tello.

⁴⁷¹ Un reloj de péndulo o de “péndula” es aquel que utiliza un peso que oscila, debido a la fuerza gravitacional que produce el peso del objeto, para medir el tiempo.

⁴⁷² Diego de Guadalajara Tello, *Advertencias y reflexiones varias...*, “Reflección tercera. Sobre el peso del Volante de muestras para elegir las con acierto, y una Noticia de los sugetos que se empléan en la fábrica de ellos”, (12 de septiembre de 1777).

⁴⁷³ Eduardo Piña Garza, *Los relojes de México* (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Departamento de Ciencias Básicas, 1994).

En la historiografía sobre los espacios “públicos”, se ha establecido que, en la sociedad novohispana del siglo XVIII, lo “privado” no tenía significaciones positivas al ser el vocablo diametralmente opuesto a lo “público”.⁴⁷⁴ Sin embargo, en las *Advertencias y reflexiones* de Diego de Guadalajara se puede identificar que, a través de los relojes de bolsillo, se entrelazaban tanto el ámbito privado como el público. Los miembros de la “Sociedad civil”, como individuos que los portaban, establecían una conexión directa con el “mundo político y el christiano”. Como se verá más adelante, para el relojero novohispano, disponer de un reloj de bolsillo, no sólo significaba poseer un mecanismo “útil” de medición del tiempo. Implicaba, además, tener una filosofía natural muy específica, que fuera congruente con la política de la Monarquía española.

III.3.1 La relojería “científica”: la única exacta

En el tercer número de su periódico, publicado el 12 de julio de 1777, Guadalajara comenzó su segunda reflexión sobre “la elección de buenos Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”.⁴⁷⁵ En esta entrega, el relojero afirmó que pensaba “como Flores en un hermoso Jardin las producciones del *Arte liberal de Reloxería*”, al considerar que en ésta se admiraba simultáneamente “lo útil y provechoso, junto con lo hermoso y deleitable”.⁴⁷⁶ De acuerdo con Guadalajara, los relojeros habían ayudado a que la “*Mecánica* [tuviera] ventajosos progresos, muy útiles asi para la medida del tiempo, como para la aplicacion de estos pensamientos á otros usos de la Sociedad”.⁴⁷⁷ Por lo tanto, el autor concluyó que sus conocimientos y creaciones debían ser “conocidos de todos”. Es decir, los conocimientos generados por la “Sociedad civil” debían permear en el ámbito público.

Como se mencionó anteriormente, la formación como relojero en la Real Escuela y Fábrica de Relojería en España comenzaba desde los 12 y 16 años. Su educación no sólo fue a un nivel técnico, sino también teórico, dado que las “matemáticas, geometría y aritmética [...]”

⁴⁷⁴ Véase, por ejemplo, Annick Lempéière, “República y publicidad a finales del Antiguo Régimen (Nueva España)”, en *Los espacios públicos en Iberoamérica: Ambigüedades y problemas. Siglos XVIII-XIX*, de François-Xavier Guerra, OpenEditions Book, Historia (Mexico: Fondo de Cultura Económica/ Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, 2013), 35–51.

⁴⁷⁵ Diego de Guadalajara Tello, “Reflexión segunda. Sobre la elección de Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 3 (el 7 de diciembre de 1777).

⁴⁷⁶ Guadalajara Tello.

⁴⁷⁷ Guadalajara Tello.

era materias esenciales para construir las partes que integran la máquina de un reloj”.⁴⁷⁸ Así, se distinguían los “maestros relojeros” de aquellos que practicaban un oficio mecánico. Lo anterior debido a que en la sociedad novohispana permeó un rechazo hacia lo “mecánico” al considerarse como “tratos o ejercicios groseros”.⁴⁷⁹

Por lo anterior, Guadalajara señaló que no le interesaba mencionar a los *fabricantes* de relojes “muy antiguos” debido a que éstos, en vez de “una rigurosa aplicacion de *elementos matemáticos*”, utilizaron una “mecánica servil”. De esta manera, Guadalajara dejó fuera de la “Sociedad civil” a todos aquellos relojeros que carecieron de una instrucción matemática. Asimismo, afirmó que estos relojes “serviles” únicamente habían sido utilizados por las mujeres como adornos y que estaban mal proporcionados, por lo que “tenian muy poca duracion, y [...] estaban sujetas á variaciones muy excesivas”.⁴⁸⁰ Debido a que los como los relojes antiguos carecían de exactitud y no estar “al cálculo”, no los consideró maquinas que merecieran su atención.

El interés de Guadalajara, por lo tanto, se enfocó en la “Reloxería científica”, cuyo origen lo estableció en 1675. Para el autor de las *Advertencias y reflexiones varias* existieron tres “Heroes”: el inglés Robert Hooke (1635-1703), a quien consideró uno de los “sabios mas sobresalientes de su tiempo”; el francés Jean de Hautefeuille (1647-1724) y al neerlandés Christiaan Huygens (1629-1695). Respecto a este último, el novohispano afirmó había sido el matemático “mas fino de Olanda y á quien se le debe la perfeccion de los *Reloxes de Péndula*, pues fue el que la aplicó primero, por lo que le interesaba un *Isocronismo* perfecto para medir el tiempo en las observaciones astronómicas, y de estas la perfección de la Geografía y otras facultades útiles al beneficio Público”.⁴⁸¹ Así, Guadalajara midió la capacidad de un relojero a partir de si sus invenciones podían ayudar a precisar la ubicación geográfica, es decir, la longitud.

Por otro lado, mencionó que los “héros” de la relojería se vieron envueltos en una controversia relacionada con la invención de un reloj basado en el movimiento de un resorte o “Muelle espiral [...] en el Volante”. De acuerdo con Guadalajara, los ingleses atribuyeron la

⁴⁷⁸ Aranda-Huete, “Los tratados de relojería en la corte de Carlos III”, 93.

⁴⁷⁹ Carlos Aguirre Anaya, ed., “La resignificación de lo público a finales del siglo XVIII”, en *Los espacios públicos de la ciudad: siglos XVIII y XIX* (México: Casa Juan Pablos, 2002), 53.

⁴⁸⁰ Guadalajara Tello, “Reflección segunda. Sobre la elección de Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”.

⁴⁸¹ Guadalajara Tello.

introducción del resorte a la relojería *científica* a Robert Hooke; mientras que los holandeses a Christiaan Huygens y “otros”, sin especificar quiénes, a Hautefeuille. Afirmó que Hooke solicitó la patente de este tipo de reloj de bolsillo desde 1660; pero, debido a los “esfuerzos de sus enemigos”, no fue hasta 1675 que el rey de Inglaterra, Carlos II (1630-1685), le dio su autorización para construirlo con el reconocido mecánico inglés Thomas Tompion (1639–1713).⁴⁸² El novohispano consideró que, gracias a la controversia, los relojes habían alcanzado “una regularidad casi perfecta”.

Una vez narrada la historia de la relojería “científica”, Guadalaxara dividió en tres grandes grupos a los fabricantes de relojes, a partir de su habilidad, su inventiva y la calidad sus obras. En el primer conjunto, el novohispano posicionó a los relojeros que realizaron, a su perspectiva, “muestras” excelentes, como era el caso Tompion. Es interesante que el autor de las *Advertencias y reflexiones varias* haya hecho particular énfasis en las contribuciones de la relojería inglesa, dedicando un párrafo a cada relojero que abordó, entre los que se encuentran John Ellicott (1706-1772), Daniel Quare (1648/49-1724), Thomas Windmills (1686-1740) y George Graham (1673-1751).

Para el caso de los franceses, se limitó a mencionar los nombres Julien Le Roy, Charles Dutertre, Jean-Baptise Baillon III, Ferdinand Berthoud Jean-Antoine Lépine (1720-1814) y Antoine Gaudron. Aseguró que sus relojes también eran de primer orden y que, en exactitud, se asemejaban a los ingleses. Diego de Guadalaxara reconoció que los conocimientos horológicos de estos relojeros “ilustra[ron] al mundo” y “advier[t]ieron un zeño particular ácia el adelantamiento, no solo de su Nacion, sino para todo el Universo”.⁴⁸³ De los relojes que Guadalaxara mencionó, Le Roy, Berthoud y Lépine dedicaron parte de su trabajo a la construcción de cronómetros marítimos que dieran solución al problema de la longitud. Por lo tanto, estos “adelantamientos” a los que hace referencia el novohispano pudieran estar asociadas a la precisión de la ubicación marítima.

Con respecto a los de segundo orden, Guadalaxara mencionó a Gardenier, Greg, Antonio Soler y al relojero español Tomás Lozano, quien viajó a Londres y aprendió sobre la relojería

⁴⁸² Para más información sobre la controversia entre Hooke y Huygens, véase A. R. Hall, “Robert Hooke and Horology”, *Notes and Records of the Royal Society of London* 8, núm. 2 (1951): 167–77; Rob Iliffe, “‘In the Warehouse’: Privacy, Property and Priority in the Early Royal Society”, *History of Science* 30, núm. 1 (el 1 de marzo de 1992): 29–68.

⁴⁸³ Guadalaxara Tello, “Reflección segunda. Sobre la elección de Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”.

inglesa y, posteriormente, se estableció en la ciudad de Bogotá, por lo que sus relojes fueron conocidos en toda América.⁴⁸⁴ Dentro de los productores de tercer orden identificó a Villison, aunque admitió que algunas de sus creaciones eran de primera calidad, Villson, Brome, Moree, e incluyó a los ingleses Graham y Windmill, de quienes se refiere más extensamente al inicio del periódico. Por último, aclaró que los autores que abordó son muy pocos comparados con los que “ilustran esta Nobilísima Arte en la Europa culta”.

En este punto, es pertinente ahondar sobre lo “público” en el mundo hispánico del siglo XVIII, particularmente en la Nueva España. Como se abordó en el capítulo 2, Michael Sauter demostró que el ajuste de los relojes de bolsillo a partir de la observación del reloj de la Academia Prusiana de las Ciencias de Berlín generó una “esfera pública”.⁴⁸⁵ Es interesante que Diego de Guadalaxara, en el contexto novohispano, hablara de una “Sociedad civil” al momento de proponer un método de calibración de relojes portátiles que requería de la consulta de relojes de péndulo, los cuales se asociaban tanto al ámbito público como al privado. Sin embargo, en ninguno de los dos casos se debe entender lo “público” con lo que Habermas⁴⁸⁶ denominó “esfera pública”. El concepto de Habermas está formulado para las sociedades burguesas europeas, por lo que “no se puede transferir [...] a cualquier número de situaciones históricas”.⁴⁸⁷ De lo contrario, se le negaría agencia histórica y especificidad a la sociedad novohispana, lo que podría conducir a interpretaciones teleológicas. Las categorías utilizadas por el relojero se deben entender en su contexto particular.

Por otra parte, la “sociedad civil”, para Habermas, aparece exclusivamente en las sociedades burguesas, que generaron una nueva sociabilidad a partir de un discurso racional y crítico alejado de la “tradición”, entendida como religiosidad. Además, las personas que la componen se convierten y desarrollan en individuos en un ámbito privado que está completamente separado de lo “público”, representado por el gobernante. Es decir, únicamente es aplicable cuando los sujetos históricos reconocen y persiguen una separación tajante entre lo

⁴⁸⁴ Uribe Parra, “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”, 45.

⁴⁸⁵ Michael J. Sauter, “Clockwatchers and Stargazers: Time Discipline in Early Modern Berlin”, *The American Historical Review* 112, núm. 3 (2007): 685–709.

⁴⁸⁶ Jürgen Habermas, *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois Society*, Studies in contemporary German social thought (Cambridge, Mass: MIT Press, 1989).

⁴⁸⁷ Craig J. Calhoun, ed., “Introduction”, en *Habermas and the public sphere*, Nachdr., Studies in contemporary German social thought (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2011), 6.

“público y lo privado”.⁴⁸⁸ En el periódico de Diego de Guadalajara esa división marcada está ausente. De las entregas anteriores podemos constatar que los sujetos industriosos novohispanos buscaron, a partir del uso de relojes de bolsillo y despertadores, vincularse estrechamente con el “mundo político y cristiano”. Por ejemplo, el propio relojero mencionó que “Los Reloxes públicos por medio del juego *de Sonería* advierten las horas y distribuciones de los Divinos Oficios, y fundaciones de nuestra sagrada Religión, y regulan los trabajos públicos, con conocido provecho”.⁴⁸⁹ Así, estos sujetos “racionales” que discutían sobre algún tema de “ciencia”⁴⁹⁰ no buscaron establecer un pensamiento secular alejado de la “tradición”. Alzate y Bartolache son muestra de este perfil, debido a que también se interesaron en temas religiosos.⁴⁹¹

Lo anterior sugiere que, algunos sujetos pertenecientes a la élite novohispana, usuarios de relojería “científica” y miembros de la “Sociedad civil”, como lo era el autor de las *Advertencias y reflexiones varias*, realizaron una clara identificación de la naturaleza dual que constituían el ámbito público en la Nueva España, al cual buscaban pertenecer: lo “christiano”, que “professa[ba] la Ley de Jesu Christo”⁴⁹² y lo “politico” relacionado al gobierno de la República y la moral de los hombres.⁴⁹³ Es decir, los miembros de la “Sociedad civil” no buscaron la “secularización” de lo “público”, ni una separación tajante de lo “privado”. A través de los relojes “privados” buscaron unir su vida personal al ámbito político y religioso, administrados por la Monarquía Hispánica.

Por último, la mención que hace Diego de Guadalajara sobre las mujeres lleva a cuestionar quiénes, desde su punto de vista, podían pertenecer a la “Sociedad civil”, lo cual parece estar relacionado con el género. De acuerdo con retratos de la época, los relojes de bolsillo fueron portados extendidamente por las mujeres de la élite novohispana, tanto de

⁴⁸⁸ Calhoun, 7-8.

⁴⁸⁹ Guadalajara Tello, “Introducción y plan de esta obra”.

⁴⁹⁰ La teología era considerada una “ciencia” en el español del siglo XVIII. Véase la entrada “ciencia” “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”, Gobierno de España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Nuevo Diccionario Histórico del Español, consultado el 13 de marzo de 2021, <https://webfrrl.rae.es/DA.html>.

⁴⁹¹ En los *Asuntos varios*, Alzate incluso habla de una “Ciencia Sagrada cuyo objeto es la suma verdad”. Por su parte, Bartolache se interesó en el culto a la Virgen de Guadalupe. Para más información, véase José Ignacio Bartolache, *Manifiesto satisfactorio anunciado en la Gaceta de México, t. 1, no. 53: opúsculo Guadalupano* (México: D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1790).

⁴⁹² Véase “Christiano” en Real Academia Española, “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”.

⁴⁹³ Véase “Política” en Real Academia Española.

descendencia española⁴⁹⁴ como indígena⁴⁹⁵ (véase anexo III). Se ha propuesto que el uso de dos ejemplares se debió a la necesidad de comparar la hora entre ambos para “verificar que ésta fuera exacta”.⁴⁹⁶ El rechazo de Guadalajara contrasta con lo establecido por Bartolache en el *Mercurio Volante*, quien defendió la capacidad intelectual de las mujeres y consideró que los mitos en torno a su supuesta ignorancia para las ciencias se difundieron por “haberlo querido así lo hombres, i no por otra razon”.⁴⁹⁷ Esta afirmación revela que la participación de las mujeres en la “Sociedad civil” aún era objeto de debate entre la sociedad novohispana, aunque esto no impidió que algunas mujeres, como fue el caso de Doña Francisca Gonzaga del Castillo, fueran autoras de obras astronómicas, donde la medición precisa del tiempo era crucial.⁴⁹⁸

A pesar de lo anterior, hubo una resistencia de Guadalajara a feminizar la “Sociedad civil”, al considerar que las mujeres más bien traían consigo objetos “serviles”, utilizado como adornos o joyas. Aunque hay historiadores que coinciden con este punto de vista,⁴⁹⁹ es importante señalar que sujetaban estos aparatos por medio de un *chatelaine*, que eran una serie de cadenas típicamente utilizadas para cargar diversos artefactos domésticos como llaves, dedales, navajas y cintas métricas.⁵⁰⁰ Es decir, con este tipo de ornamentos se colgaban objetos utilitarios que se necesitan tener “a la mano”. Por lo tanto, es posible que las mujeres novohispanas, al igual que el autor de las *Advertencias y reflexiones varias*, vieran a los relojes como un artefacto útil y cotidiano que les permitía conocer con exactitud la hora y planificar sus actividades.

⁴⁹⁴ Por mencionar algunos, Anónimo, Doña María Magdalena de Villaurrutia Salcedo Ortiz de la Torre y López-Osorio Terrazas de Fagoaga, marquesa del Apartado con su mascota, 1770. Colección Privada. Catalogada por Juan Carlos Cancino; Anónimo, Retrato póstumo de doña María Josefa Juana de Llera y Bayas de Escandón, I condesa de Sierra Gorda (descendiente del Cid Campeador), Ca. 1780. From the collection of Antonio Escandón Maciá. Catalogue by Juan Carlos Cancino.

⁴⁹⁵ Anónimo, Doña Melchora Cano de Moctezuma y Rojas Señora de Tacuba, 1805. De la Colección de Rodrigo Rivero-Lake Antigüedades del Museo del Virreinato en San Luis Potosí, Mexico.

⁴⁹⁶ Citado en Amelia Aranda-Huete, “Relojes de bolsillo en la corte española: joyas para medir el tiempo”, *Cuadernos Dieciochistas* 19 (2018): 56.

⁴⁹⁷ Bartolache, “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”.

⁴⁹⁸ Para más información sobre los trabajos de Francisca del Castillo, véase Aurora Tovar Ramírez, “Ephemeris calculada al Meridiano de México para el año Del Señor de 1757. Por Doña Maria Francisca Gonzaga de el Castillo”, *Cadernos Pagu*, núm. 15 (2000): 103–27.

⁴⁹⁹ Andrea Martins Torres, “La a joyería femenina novohispana. Continuidades y rupturas en la estética del adorno corporal”, en *Mujeres en la Nueva España*, Historia Novohispana 99 (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2017), 162.

⁵⁰⁰ “Explanation on chatelaine by adin antique jewelry”, consultado el 4 de mayo de 2021, <https://www.antiquejewel.com/en/explanation-on-chatelaine-by-adin-antique-jewelry.htm>.

III.4 *El gran teatro del Universo en las Advertencias y reflexiones varias*

En los primeros números de las *Advertencias y reflexiones varias*, Diego de Guadalajara estableció a la relojería como un arte liberal. De acuerdo con el autor, los relojeros, además de tener conocimientos técnicos, también debían ser doctos en filosofía y matemáticas. Esta última era necesaria al ser el lenguaje que permitiría comunicarse con el “Artífice supremo”. El cuarto número tuvo el propósito de contextualizar los nombres y las obras de los relojeros que mencionó en la tercera entrega, a quienes consideró “muy a [su] propósito para la buena elección de *Reloxes y Muestras*”. Esto le permitió evidenciar que había una filosofía natural, a la cual los miembros de la “Sociedad civil” debían apegarse.

III.4.1 Un autómatos que imita la naturaleza: el reloj de bolsillo como un “microuniverso”

En la cuarta entrega, titulada “Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”,⁵⁰¹ publicada el 12 de agosto de 1777, Guadalajara se interesó en abordar la filosofía natural que había detrás de los relojes mecánicos. Primeramente, dio a conocer la concepción que tenía sobre la naturaleza, a la cual describió de la siguiente manera:

[d]e todas las obras del Artífice Supremo que se presentan en el gran teatro del Universo al exâmen de nuestros sentidos, aquellas á quien les comunicó la virtud de moverse, y exercitar acciones visibles, son objeto de nuestra admiración. Si exâminamos atentamente el movimiento del Sol, Luna y Planetas, no podemos salir del exâmen sin que tengamos motivos muy eficaces para elevar el espíritu de consideración ácia la Omnipotencia de su Hacedor.⁵⁰²

Guadalajara ofreció una descripción mecanicista del *Universo*, debido a que el movimiento era la pieza central de su funcionamiento. Esta visión, se complementa con lo que estableció previamente en el primer número de su publicación, donde aseguró que los movimientos de los cuerpos celestes se podrían determinar si eran “oportunamente aplicadas en el centro de una Esfera, en que se imagina situado el Sol, según la Hypótesi de *Copérnico*”.⁵⁰³ Es decir, su sistema del mundo se apegó al modelo copernicano, en el cual el “Hacedor” proporcionaba a

⁵⁰¹ Diego de Guadalajara Tello, “Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 4 (el 8 de diciembre de 1777).

⁵⁰² Guadalajara Tello.

⁵⁰³ Guadalajara Tello, “Núm. I. Razon historica de los Reloxes”.

los objetos la capacidad de “moverse”, más no la forma ni el momento en el que ocurre, debido a que esto solo dependía del objeto y de su contexto particular.

La separación del “creador” de su “creación” se puede constatar en la descripción detallada que realizó del ciclo del agua, el cual le interesó porque era el *elemento* más abundante de la Tierra. De acuerdo con Guadalajara,

[c]on su movimiento y murmureo alegre el corazón del hombre, ya en desatadas lágrimas de una peña, ya en difundidos arroyuelos émulos del cristal mas puro [...] en corpulentos mares, cuya magnitud asombra, y cuyos movimientos pasman. Por último, elevada en vapores, forma las nubes, para que rieguen toda la superficie de la tierra, y aun aquellas partes que se hallan negadas á la jurisdicción de sus corrientes. Por medio pues de estos prodigiosos movimientos alimenta á todo lo animal y vegetal, alegra los prados, formando sus producciones tapizerias tan vistosas, que al verlas su Hacedor, le sirvieron de agrado y complacencia.⁵⁰⁴

El ciclo del agua al que refirió se fundamentó exclusivamente en principios mecánicos visibles. A lo largo del pasaje el relojero enfatizó que el “Hacedor” era un ente separado por completo de su creación, por lo que limitó su papel al de un observador de lo que el agua generaba, por sí misma, con su movimiento. Del resto de los *elementos* se preguntó “¿[...] qué dirémos del Ayre, y Leyes de su movimiento? ¿Qué del Fuego, y sus fenómenos? ¿Y qué en fin de todo el espectáculo de la Naturaleza?”.⁵⁰⁵

Diego de Guadalajara, en sus entregas anteriores, mencionó que la relojería era un arte liberal, por lo que el conocimiento del *trivium* (gramática, retórica y dialéctica) y el *quatrivium* (aritmética, geometría, música y astronomía) era fundamental. Para la enseñanza de este último, las instituciones educativas que se apegaban al sistema de la Universidad de Salamanca, como era el caso de la Real y Pontificia Universidad de México, utilizaban como libro de texto el *De Sphaera Mundi* de Sacrobosco,⁵⁰⁶ el cual era leído durante el primer año de la Cátedra de Astrología y Matemáticas. De acuerdo con Sacrobosco

[...] la vniuersal machina del mundo en dos partes se diuide: conuiene à Saber, en region celestial, y en elementar. La de los elementos que está aparejada a ser passada de la continua

⁵⁰⁴ Guadalajara Tello, “Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”.

⁵⁰⁵ Guadalajara Tello.

⁵⁰⁶ Gómez Martínez, “Claves didácticas en un manual de astronomía: De Sphaera Mundi de Sacrobosco”.

alteracion, se duide en quatro partes, y està la tierra, en medio de todas, como centro del mundo; entorno de la qual esta el agua, entorno del agua el ayre, entorno del ayre el fuego.⁵⁰⁷

Esta cita es interesante debido a que muestra de cómo su autor conceptualizó al mundo como una “máquina” donde los “elementos” interactúan entre ellos para configurar el mundo natural. Para el autor de las *Advertencias y reflexiones varias* la Tierra también era el elemento central al ser donde se desarrolla el “gran teatro del Universo”. Una vez que estableció la imagen del mundo, Guadalajara procedió a describir y cuestionar los principios, en el mismo orden, del agua, el aire y el fuego. Por lo tanto, es posible señalar una clara influencia del texto de Sacrobosco en el sistema cosmológico del relojero. Esto es un ejemplo de cómo los intelectuales novohispanos, con la finalidad de crear sus propias conceptualizaciones del Universo, podían conciliar ciertas ideas de autores “clásicos” que defendieron el geocentrismo, como fue el caso de Sacrobosco, con las nociones de aquellos que defendieron el heliocentrismo, como Copérnico.

Bartolache y Alzate defendieron que existían leyes universales que regían el Universo y también se apegaron a una descripción newtoniana de la naturaleza, la cual, como vimos anteriormente, se relacionó como el *Clockwork Universe*. El editor del *Mercurio Volante* mencionó la regularidad del movimiento de los cometas.⁵⁰⁸ Asimismo, buscó proporcionar, “bajo las leyes de un método mui exácto”,⁵⁰⁹ una historia natural⁵¹⁰ y una descripción de las propiedades físicas⁵¹¹ precisas del pulque, por lo que en las publicaciones periódicas se muestra que la exactitud también fue una característica importante de otras disciplinas en la Nueva España. Por su parte, Alzate aseguró que la “verdadera *Cosmogonia*” era aquella que ofrecía el *Génesis*. En su opinión, para que la astronomía, la historia natural y la física se “perfeccionaran”, es decir se hicieran más exactas y precisas, se debía leer la “Sagrada Escritura”. Alzate

⁵⁰⁷ Johannes de Sacro Bosco, *La Sphera de Iuan de Sacrobosco*, trad. Rodrigo Saenz de Santayana y Espinosa (Valladolid: Por Adrian Ghemart, a costa de Pedro de Corcuera, 1568), 7v.

⁵⁰⁸ José Ignacio Bartolache, “Noticia i descripción de los instrumentos mas necesarios i manuales que sirven a la buena física”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 3 (el 4 de noviembre de 1772).

⁵⁰⁹ José Ignacio Bartolache, “Uso i abuso del pulque para curar enfermedades”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 8 (el 9 de diciembre de 1772).

⁵¹⁰ Al respecto, véase Bartolache; José Ignacio Bartolache, “Prosigue la historia del pulque”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 9 (el 23 de diciembre de 1772).

⁵¹¹ José Ignacio Bartolache, “Experimentos i observaciones físicas del autor en el Pulque blanco”, *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 10 (el 30 de diciembre de 1772).

coincidió con el autor de las *Advertencias y reflexiones varias*: el estudio de la teología debía acompañar al de las “artes liberales”.

Una vez que dio a conocer su interpretación de la Naturaleza y del “Artífice supremo”, el novohispano abordó el tema de los “autómatos”, denominación que utilizó para nombrar a aquellas máquinas que contaban con un sistema autónomo de movimiento. Respecto a estos objetos, realizó el siguiente cuestionamiento:

¿quién duda que se hace en cierto modo mas admirable (supuesta nuestra limitación) que el hombre con su industria haga Autómatos movibles, ya por medio de la gravedad de un pezo, yá por la elasticidad de un resorte, y otros medos que halla oportunos en la Naturaleza, de manera que con justa razón se admiran estas máquinas como prodigiosas del Arte y de la industria, comunicada por Dios al hombre?⁵¹²

En este párrafo, Guadalajara estableció que la producción de *autómatos* era posible debido a la existencia de mecanismos en la Naturaleza, los cuales eran adaptados por los seres humanos para generar movimiento. En contraposición, advirtió que la dinámica que producían estos sistemas, entre los que se encontraban el péndulo y los resortes, era imperfecta. De hecho, en la tercera entrega aseveró que “nada ha[bía] infinitamente perfecto de mano de los hombres; porque esa perfeccion está solo depositada en las obras de aquel Sér supremo á quien adoramos Omnipotente; pero nos contentamos con la mayor posible”.⁵¹³ Esto permite vislumbrar que el *Artífice supremo* guadalaxariano era una entidad perfecta, la cual proveía a los seres humanos el conocimiento necesario para la creación de máquinas mecánicas que lo imitaran, aunque estas siempre tuvieran cierto grado de imperfección intrínseca, como la humanidad misma. Esta opinión también era compartida por Bartolache, quien aseguró que “*No hai Medicina perfecta en el mundo [...] i si existe aún la que Dios crió, ningún México la posee*”. Esta cita revela una paradoja: a pesar de que los novohispanos buscaban implementar teorías y sistemas exactos y precisos, aceptaban que su conocimiento siempre sería imperfecto, dado que la perfección era una característica única de Dios.

Aunado a lo anterior, Guadalajara aseveró que de “[e]ntre los muchos *Autómatos* movibles, que el hombre ha inventado para diversos fines en la comodidad que apetece a la vida temporal, parece que el mas util y admirable es el Relox portátil llamado *Muestra de faltriquera*,

⁵¹² Guadalajara Tello, “Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”.

⁵¹³ Guadalajara Tello, “Reflección segunda. Sobre la elección de Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”.

por ser un instrumento que le mide el tiempo, y le regula las acciones de la vida”.⁵¹⁴ La vinculación que realizó entre los *autómatos* con un tipo de *vida* se debe a que, en la segunda mitad del siglo XVIII, estos aparatos no eran considerados piezas artísticas; sino como un recurso que permitía “epitomizar lo animado y lo orgánico”.⁵¹⁵ Así, en este marco epistemológico, el reloj mecánico se consideraba un objeto animado, el cual, a través del movimiento de sus manecillas, “cobraba vida”.

De la idea del Universo que sostuvo Diego de Guadalajara en las *Advertencias y reflexiones varias*, las matemáticas y la filosofía eran los dos saberes que permitían a los relojeros con mayor *industria* comprender mejor que nadie los principios mecánicos que eran ofrecidos directamente por el *Artífice supremo*. Por lo tanto, a través de la analogía que realizó entre Dios como creador del Universo en movimiento con el del hombre constructor de *autómatos*, elevó a los relojeros al rango de *hacedores* de sus propios “microuniversos”. Su dominio del lenguaje matemático les permitió crear una “vida temporal” que, aunque imperfecta, era lo suficientemente “buena” para el desarrollo de los miembros de la “Sociedad civil”, quienes orgullosamente portaban sus relojes mecánicos.

Si bien las filosofías naturales de Guadalajara, Alzate y Bartolache eran mecanicistas y estaban asociadas al *Clockwork Universe*, tienen diferencias entre sí. Como se constató en el capítulo anterior, Alzate y Bartolache, al estar asociados de una u otra forma a la Cátedra de Astrología y Matemáticas, se apegaron al newtonianismo. Aunque Juan Manuel Espinosa ha identificado a Guadalajara como un newtoniano,⁵¹⁶ y de esta manera parte de la misma comunidad de conocimiento que los otros dos editores de publicaciones periódicas,⁵¹⁷ hay algunos matices que deben considerarse. El primero de ellos es que, en ninguna entrega de las *Advertencias y reflexiones varias*, Guadalajara hizo referencia al filósofo inglés. En su lugar, el novohispano estableció a Hooke, Huygens y Hautefuille como los “héroes” de la relojería.

⁵¹⁴ Diego de Guadalajara Tello, *Advertencias y reflexiones varias...*, “Núm. 4. Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Relojes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”, (12 de agosto de 1777).

⁵¹⁵ Jessica Riskin, “Eighteenth-Century Wetware”, *Representations* 83, núm. 1 (2003): 104.

⁵¹⁶ Espinosa Sánchez, “Diego de Guadalajara y la física newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”.

⁵¹⁷ Espinosa Sanchez, *Newton en la ciencia novohispana*.

Las desavenencias entre las teorías de gravitación de Hooke y Newton⁵¹⁸ y de los modelos disímiles para describir la naturaleza de la luz ideados por Huygens y por Newton⁵¹⁹ son muestra de las diferencias que existieron entre el newtonianismo y otras filosofías naturales durante los siglos XVII y XVIII. Bartolache, en una publicación periódica de la misma naturaleza que la del autor de las *Advertencias y reflexiones varias*, reveló explícitamente su afiliación a la filosofía de Newton, por lo que es cuestionable que Guadalajara, de haber sido newtoniano, tuviera motivos para ocultarlo. En su lugar, al estar Hooke⁵²⁰ y Huygens⁵²¹ interesados en la relojería y en idear relojes precisos que dieran solución al cálculo de la longitud, es plausible que el relojero novohispano se sintiera más identificado con sus propuestas. Por ejemplo, la filosofía natural hookiana se apegó al empirismo, al considerar que los instrumentos “eran dispositivos útiles [...] con un fin práctico”⁵²² y que, además, permitían realizar observaciones de la naturaleza más confiables; contrario a Newton que se apegó a una filosofía natural matematizada.

III.4.2 Distintas clases de relojes, diferentes exactitudes

Una vez que mostró cuál era su imagen del Universo, Guadalajara regresó al aspecto material de estos aparatos. Aunque la perfección de cualquier muestra era una tarea imposible para cualquier ser humano, esta pausa le permitió definir con “exactitud” qué eran estos objetos “del Arte y de la industria” sobre los que había escrito tres números. Para lograr su objetivo, utilizó una “forma narrativa euclidiana”, con lo cual refirió a la estructura con la que Euclides dividió

⁵¹⁸ Para más información, véase Niccolò Guicciardini, “Reconsidering the Hooke-Newton Debate on Gravitation: Recent Results”, *Early Science and Medicine* 10, núm. 4 (2005): 510–17.

⁵¹⁹ Para más información, véase A. E. Shapiro, “Huygens’ ‘Traité de la Lumière’ and Newton’s ‘Opticks’: Pursuing and Eschewing Hypotheses”, *Notes and Records of the Royal Society of London* 43, núm. 2 (1989): 223–47.

⁵²⁰ En Inglaterra, Robert Hooke hizo diversas contribuciones a la horología. Al igual que Huygens, también le interesó crear un sistema que determinara la longitud en el mar. Utilizando un péndulo cónico, “fue capaz de obtener un movimiento isócrono”, que tuvo diversas aplicaciones en la relojería. Este mismo arreglo lo utilizó para simular y demostrar el movimiento planetario, cuya explicación fue parte esencial del “sistema del mundo” que propuso. J. A. Bennett, “Robert Hooke as Mechanic and Natural Philosopher”, *Notes and Records of the Royal Society of London* 35, núm. 1 (1980): 39.

⁵²¹ Huygens se interesó por su resolución y utilizando las propiedades *isócronas* de los péndulos, cuyo mecanismo fue ampliamente difundido por todo Europa y América. Por otro lado, apegándose al programa cartesiano, buscó explicar cualquier efecto de la naturaleza en función de principios puramente mecánicos, por lo que rechazó cualquier tipo de acción a distancia, contraponiéndose a la idea de gravedad propuesta por Kepler, que posteriormente retomaría Newton. Por su parte, propuso que se trataba de un fenómeno externo, “un efecto del movimiento velocísimo del material sutil [aquella que llena los huecos que dejan las demás partículas]”. Alberto Elena Díaz, “Huygens y el cartesianismo”, *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 5, núm. 8 (1982): 9.

⁵²² Bennett, “Robert Hooke as Mechanic and Natural Philosopher”, 44.

sus *Elementos*. En otras palabras, al acomodo de la información matemática en (a) definiciones; (b) proposiciones y (c) postulados con sus respectivas demostraciones, como se muestra a continuación

Definición

Una *Muestra* es una pequeña máquina portátil, compuesta de varias piezas dispuestas de manera, que obrando sus esfuerzos de unas en otras, producen movimientos de bastante duracion, y sus periodos dividen sensiblemente el tiempo en partes iguales.⁵²³

Las *muestras*, como mencionó el novohispano, al igual que los relojes de *péndula*, debían suscribir un movimiento *sincrónico*. Es decir, se esperaba que estas máquinas realizaran una medición exacta y precisa del tiempo, lo cual no podía ser producido por cualquier relojero. Una vez que estableció esta cualidad que el reloj de bolsillo debía cumplir, procedió a señalar la maquinaria interna que hacía posible la dinámica del *Relox*. Mencionó que las partes principales son las *ruedas* (engranajes), que eran las encargadas de producir el movimiento cuando se unían.

Por otro lado, Guadalajara aseguró que el “buen” funcionamiento de estas *pequeñas* máquinas consistía “en la buena distribución de sus partes, igualdad de sus dentaduras, proporcion de los esfuerzos de la *Potencia motriz*, docilidad de sus engranajes, y correspondencia exâcta del pezo del *Volante* relativo al tiro del *Muelle motor*”.⁵²⁴ La relación entre el peso del *volante*, el cual cumplía la misma función que el péndulo en los relojes de *péndula*, y el *muelle motor*, que proveía la energía necesaria para producir el movimiento de la maquinaria interna, prometió desarrollarla en el quinto número. En el resto de la cuarta entrega se limitó a explicar las “clases” de “buenas muestras” realizados por los distintos maestros relojeros. En esta sección, nuevamente regresa a la descripción material de los relojes. De acuerdo con el novohispano, la superioridad y el buen funcionamiento de una *muestra* estaba determinada por la calidad de la maquinaria interna. Identificó tres *clases*: las *superfinas*, las *finas* y las *entrefinas*.

Las de primer tipo correspondían a aquellas cuyo *volante* estuviera montado en diamante y su maquinaria interna estuviera perfectamente pulida. De lo contrario, aseguró que “no [eran] de primera; porque el uso corriente entre los Comerciantes [...] es lo mas electo”. Es decir,

⁵²³ Guadalajara Tello, “Prosigue la Reflección Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”.

⁵²⁴ Guadalajara Tello.

identificó que el uso de este tipo de máquinas era común entre aquellos dedicados al comercio, lo cual no es de extrañar si se considera su alto poder adquisitivo. Entre las señales visibles que las caracterizaban se encontraban: (i) sus movimientos regulares; (iii) los *guarda-polvos* que las acompañaban; y (iii) su *caxas*, hechas de oro y plata, “fuertes y pezadas”. Aseguró que las *muestras superfinas* eran constantemente falsificadas. Entre las “supercherías” más comunes se encontraban *volantes* que simulaban haber sido montados sobre diamante, cuando en realidad se trataba de latón. Además, aconsejó que el *Relox* debía ser protegido del polvo.

Sobre las *muestras finas* o *de segunda*, el relojero mencionó que estaban montadas en rubí, en acero o en latón. Al igual que las *superfinas*, la gran mayoría tenían su *guarda-polvo* y contaban con una maquinaria interna que también estaba “muy despejada [y] limpia”. Afirmó que los relojes de esta calidad eran de alta duración y que la única diferencia con las de la primera clase era que carecían de la montadura de diamante. Por último, de la *muestra entrefina* refirió que eran “obra solida y fuerte”, aunque sus piezas internas no estuvieran tan pulidas comparadas con las antes descritas. No contaban con guardapolvos, ni *sobrecaxas* y, además, tenían en el aza la figura de una rosa, las cuales eran las firmas de los relojeros Higgs y Cabrier. De acuerdo con Guadalajara, eran de “buen servicio, y de cómodo precio”, por lo que da a entender a su público que, aunque más asequibles que las anteriores, funcionaban correctamente.

A pesar de su detallada descripción de las características de cada una de las clases de *muestras*, advirtió nuevamente a sus lectores que había otra clase de *muestras* que eran muy inferiores a las que había mencionado. Aunque detalló que había algunas razonables, alertó que la gran mayoría eran inservibles, al no sujetarse “regla ninguna: es obra muy inferior y despreciable y tiene por milagro mecánico el que medianamente se arreglen”, incluso en manos del más diestro de los relojeros. Por lo tanto, se puede concluir que este tipo de relojes, al ser inexactos y poco fiables, no constituían verdaderos “microuniversos” por lo que sus usuarios no podían pertenecer a la “Sociedad civil” a la que refirió, entendida como aquellos sujetos racionales que se reunían a discutir sobre relojería “científica”, al reducirse a objetos decorativos.

III.4.3 Matematizar: un medio para llegar a la exactitud

El quinto número de las *Advertencias y reflexiones varias*, publicado el 12 de septiembre de 1777, se tituló “Reflección tercera. Sobre el peso del Volante de las Muestras para elegir las con

acierto, y una Noticia de los Sugetos que se empléan en la fábrica de ellas”.⁵²⁵ Desde el inicio de este texto, Guadalajara enfatizó lo difícil que le resultaba escribir sobre el tema de su reflexión, al considerar que estaba reduciendo “á un breve Mapa una Selva copiosa de Laureles”. Sin embargo, aseguró que existía un método “muy util y curioso” que permitía determinar si el peso del *volante* del reloj era apropiado en relación con su muelle.

El relojero, en esta entrega, intensificó el uso de la narrativa euclidiana explica arriba que había introducido en la cuarta entrega tras hablar de su idea del Universo y los relojes como creadores de “microuniversos”. Así, sugirió a sus lectores que plantearan la situación descrita en el párrafo anterior como una problemática matemática a resolver con la siguiente terminología

PROBLEMA

¿Dada una Muestra cuyo Escapamento sea de rueda Catarina, se solicita saber si el tiro de su Muelle es correspondiente al peso del Volante?

RESOLUCIÓN

...⁵²⁶

El orden propuesto es un reflejo del pensamiento abstracto de Guadalajara quien, a pesar de haber sido un defensor abierto y constante de la *exactitud* de las matemáticas como el único medio de perfeccionar la relojería, debido a las limitaciones de sus lectores, ofreció un método empírico como resolución. De acuerdo con el novohispano, la solución más “exacta” para el problema que propuso era través del cálculo; no obstante, reconoció que este podría resultar una “operación embarazosa” para aquellos que no tenían conocimiento en la materia. Sin embargo, aunque no se realizara el cálculo numérico, al estar escrito en una narrativa euclidiana, era un método válido. Por lo tanto, en este número, la resolución al problema que planteó también se limitó a la *experiencia* que pudiera tener su público, la cual, al fin de cuentas, sería la que “prontamente desidir[ía] el verdadero peso” del *volante*.

⁵²⁵ Diego de Guadalajara Tello, “Reflección tercera. Sobre el peso del Volante de muestras para elegir las con acierto, y una Noticia de los sugetos que se empléan en la fábrica de ellos”, *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Asimismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 5 (el 9 de diciembre de 1777).

⁵²⁶ Guadalajara Tello.

El método consistió en quitar el péndulo o el resorte de la *muestra* de tal forma que únicamente quedará el *volante*. Después, se le daría “cuerda completa” y se igualaría los *índices* con ayuda de otro reloj cuya resolución fuera conocida. Al cabo de 1 hora, la persona vería una diferencia de treinta y cinco minutos. Si fuera mayor esta cantidad, el *volante* es más pesado de lo que debería; por el contrario, si fuera menor, entonces sería más ligero. De acuerdo con el novohispano, la demostración de la afirmación anterior se fundamentaba en “experimentos físicos” asociados a la dilatación de los metales; sin embargo, no profundizó en los mismos. Aseguró que este “regla” era utilizada únicamente por los *aficionados*, como lo era su público, que no tienen la capacidad de hacer el correspondiente cálculo, y aquellos que no quieran realizar “este prolijo trabajo en máquinas tan pequeñas”. Esto es un indicio de que el cálculo se complicaba para *muestras* pequeñas. Por último, para complacer a sus lectores, realizó la traducción del *Discurso preliminar* de Ferdinand Berthoud, anteriormente citado, mediante el cual dio a conocer las personas que trabajaban en la construcción de los relojes públicos en las ciudades. Esto evidencia, además, que, entre sus labores de relojero, al igual que Alzate⁵²⁷ y Bartolache, también estaba la traducción de textos franceses.

La quinta entrega fue la última de las *Advertencias y reflexiones varias*. Diego de Guadalajara no abordó todos los asuntos que nombró en la “Introducción y Plan de esta Obra”.⁵²⁸ En esta primera entrega, Guadalajara prometió a sus lectores escribir sobre las *muestras* de movimiento cilíndrico; las innovaciones tecnológicas del relojero francés Jean-Antoine Lépine, a quien mencionó en la tercera entrega, quien introdujo una “correccion exâcta del Muelle motor”,⁵²⁹ los relojes solares; y un método para determinar el meridiano, es decir, la longitud. Tampoco hizo la descripción de algunos “instrumentos de Física”, como el *areometro*, utilizado en la Nueva España, de acuerdo con el relojero, para medir la densidad del aguardiente; ni del pantómetro inglés, ocupado para resolver problemas matemáticos. De hecho, únicamente trató uno de los objetos que se propuso: el de los relojes de bolsillo o *muestras de faltriquera*. Esta interrupción pudo ser causada por diversos motivos: (i) el desinterés de la sociedad novohispana por la publicación o del propio autor por continuar su obra; (ii) el alto costo de

⁵²⁷ José Antonio de Alzate y Ramirez, “Discurso de Monsieur Saverien”, *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 4 (de abril de de 1772).

⁵²⁸ Guadalajara Tello, “Introducción y plan de esta obra”.

⁵²⁹ Guadalajara Tello.

adquisición; o (iii) la suspensión del mecenazgo de González de Cossío. Sin embargo, no se cuenta con información al respecto para determinar con certeza el motivo.

III.5 Reflexiones finales

De las *Advertencias y reflexiones varias* se puede constatar que la medición de tiempo, además de estar asociado con el conocimiento cartográfico, también tenía una relación con la eficiencia de los procesos económicos, como el *deshuesamiento* del algodón que describió Alzate. Esto explicaría por qué existió un vínculo entre esta publicación sobre relojes con un miembro del Real Tribunal del Consulado. Por otra parte, la relojería también estaba relacionada con el estudio de las “artes liberales”, dado que para ser un “artífice relojero” era necesario tener conocimiento artístico, técnico y matemático.

La publicación periódica de Guadalajara revela la interacción entre lo “público” y lo “privado”. El reloj de bolsillo era la unión entre ambos “mundos”: al “darle cuerda” al reloj, el tiempo del individuo se sincronizaba con el tiempo público, el del “virreinato”. Los interesados en la medición del tiempo generaron una “Sociedad civil” donde el conocimiento matemático era central, al considerarse el más “exacto”. Esto devela que la preocupación por la exactitud no era un asunto exclusivo de las autoridades monárquicas, los cosmógrafos o los catedráticos de astrología y matemáticas; también era importante para aquellos con los suficientes recursos económicos para adquirir un reloj.

La relojería “privada” y la “pública”, aunque tenían distintas funciones, estaban entrelazadas. Esto se puede constatar a través del método descrito por Alzate y Guadalajara: una muestra que tenía un atraso de más de 4 minutos, asociado a 1 grado de longitud, era considerado inservible. Además, el relojero novohispano dio como la principal razón histórica de la relojería el cálculo de la longitud, por lo que señaló a Hooke, Hautefeuille y Huygens, quienes dedicaron sus esfuerzos a la creación de aparatos que permitieran su obtención, como sus héroes. Es interesante señalar que Guadalajara ha sido señalado como un newtoniano. Si bien no se puede asegurar que no lo fuera, es importante señalar que, contrario a Alzate y Bartolache, el relojero no lo mencionó en ninguna de sus entregas. La imagen del mundo revelada en las *Advertencias y reflexiones varias* sugiere que Guadalajara se apegó al *Clockwork universe*. Esta tampoco es prueba suficiente de su newtonianismo debido a que autores como Sacrobosco, leídos como parte del currículo de la Catedra de Astrología y

Matemáticas, también defendían esta posición. Sea como sea, Guadalajara, Alzate y Bartolache, con sus sutiles diferencias, compartieron el proyecto político de difundir la “imagen hispánica del mundo” por lo que se puede concluir que pertenecían a la misma comunidad de conocimiento.

Por último, es importante señalar que, para Guadalajara, el tiempo está asociado al movimiento. Los relojes mecánicos, a los que consideró los autómatas más cercanos a la perfección, eran vistos como “microuniversos” debido a que su mecanismo imitaba a la naturaleza y, con esto, generaba una “vida temporal”. Las matemáticas eran el único lenguaje que permitía la comprensión de las leyes bajo las que se regía. No obstante, Guadalajara tampoco rechazó por completo el empirismo y brindó a sus lectores leyes para determinar la calidad de la muestra.

CONCLUSIÓN

El “tiempo” y el “espacio” son conceptos escurridizos, que fácilmente damos por sentados. Aunque parezca contra-intuitivo, el denominado “tiempo lineal” existe en el éter, en el mundo donde todo es posible: el universo de las ideas. En ocasiones, los físicos, al menos ese fue mi caso, utilizamos esta idea como si se tratara de un objeto material más. Esto se debe a que el tiempo, junto con la posición, relacionada con el espacio, nos permite conocer el estado dinámico de un sistema, caracterizar su *evolución*. No obstante, en el presente trabajo, a través de las publicaciones periódicas de un grupo de novohispanos, se revela que el tiempo y el espacio son tan “naturales” como un reloj mecánico y están en función de los intereses políticos y económicos del momento.

El fervor por delimitar con exactitud y precisión el lugar y el tiempo donde se estaba, al menos entre los ibéricos, se acrecentó a raíz de saber que había “otro mundo” con otras personas del “otro lado” del Atlántico. Las pugnas por delimitar quien controlaría esas bastas tierras llevaron a dividir, a partir de una línea imaginaria, el mundo en dos mitades: la hispánica y la lusa. La necesidad de posicionar ese meridiano cero llegó a tal grado que la Monarquía Hispánica, a través de la Casa de Contratación de Sevilla, apoyó a un grupo de personas que con ayuda del sistema de coordenadas geográficas de Ptolomeo y la geometría de Euclides prometieron dar solución a esta problemática: los cosmógrafos.

Los practicantes de la cosmografía, que buscaba dar una representación del mundo a partir del conocimiento geográfico y astronómico disponible en el siglo XVI, idearon diversas maneras de obtener tanto la longitud como la latitud, suficientes para posicionar unívocamente cualquier lugar, persona o navío en el espacio. Así, al conciliar el conocimiento de los “clásicos” con los suyos y los de sus contemporáneos, propusieron metodologías que buscaban “universalizar” el conocimiento del mundo natural.

La observación de eclipses, al ser fenómenos astronómicos divisables al mismo tiempo en dos lugares distintos, fue considerada por los cosmógrafos como la llave maestra para determinar la ubicación de todos los territorios americanos. El “instrumento de Indias”, una especie de gnomon que ayudaría a calcular tanto la latitud como la longitud del lugar donde se posicionara, da cuenta de ese proyecto sistematizador. La longitud, relacionada con el paso del tiempo, se trató de medir con un instrumento matemático. Esto es un indicio de que la medición

del tiempo era considerada como una problemática matemática. Es decir, el tiempo estaba asociado a las matemáticas.

La cosmografía de la Nueva España, heredera de la desarrollada en la Casa de Contratación, también centró sus esfuerzos en el cálculo de la longitud como forma de posicionar tanto geográficamente como política e intelectualmente a los criollos. Desde su institucionalización en 1637 en la Real y Pontificia Universidad de México a partir de la creación de la Cátedra de Astrología y Matemáticas, sus practicantes defendieron sus métodos y sus datos, que consideraron tan o más exactos que los recopilados por los europeos. Sigüenza y Góngora, máximo representante de esta corriente cosmográfica, desafió los cánones impuestos por la Monarquía ibérica al escoger a Uranibourg, isla donde se encontraba el observatorio de Tycho Brahe, en vez de Toledo o Madrid como su meridiano de referencia. Así, la cosmografía estudiada en la Nueva España era un saber autónomo; pero, no por esto, menos exacta y precisa que la cosmografía peninsular.

Este proyecto identitario que acompañaba al cálculo preciso de la longitud trascendió hasta el siglo XVIII, centuria llena de cambios políticos y administrativos en el Mundo Hispánico a causa de la llegada de los Borbones al poder. Casi 20 años después de la llegada de Felipe V a la Corona española en 1750, los fenómenos astronómicos todavía eran considerados la clave para determinar la “verdadera” posición de la Ciudad de México, capital del virreinato novohispano. Para José Ignacio Bartolache y José Antonio Alzate, quienes fueron comisionados por las autoridades virreinales para la observación del Tránsito de Venus de 1769, este evento era importante por dos razones: (i) permitiría precisar la longitud y (ii) era la prueba de que los novohispanos tenían la capacidad intelectual para llevar a cabo exitosamente un proyecto científico.

Alzate, quien también observó el eclipse lunar de 1769, en el informe que publicó con sus resultados dio cuenta de la importancia que la consulta del tiempo “público” entre los novohispanos. Al mencionar que el atraso del reloj de la Catedral de la Ciudad de México causó conmoción entre sus usuarios, dio pauta para discutir la creación de una comunidad de conocimiento interesada en la medición precisa del tiempo. Al conjuntar esta discusión con la mostrada en los cinco números de las *Advertencias y reflexiones varias* de Diego de Guadalajara, aparecidos en 1777, podemos concluir que efectivamente había un grupo de

personas, con los recursos económicos suficientes para adquirir un reloj de bolsillo, que incluso adquirirían publicaciones periódicas especializadas en horología.

Si bien Guadalajara identificó a esa comunidad como la “Sociedad civil” es importante mencionar que portar un reloj de bolsillo no implicaba automáticamente pertenecer a ella. Los aparatos debían tener un retraso menor a 4 minutos, el equivalente a un grado de longitud, para ser considerados fiables. Además, el reloj debía poseer cierta calidad para que fuera lo suficientemente exacto. Aunque ciertos retratos de la época sugieren que las mujeres también estaban interesadas en la medición del tiempo, el editor de las *Advertencias y reflexiones varias* se mostró renuente a incluirlas. No obstante, Bartolache, en su *Mercurio Volante*, defendió su capacidad intelectual y subrayó que era un prejuicio la creencia de que no pudieran entender temas científicos.

Ser hombre, preocuparse por la exactitud del tiempo y poseer un reloj de bolsillo preciso tampoco eran elementos suficientes para ser considerado como parte de la “Sociedad civil”: se necesitaba comprender el funcionamiento del cosmos y todo lo que hay en él. Es decir, se debía tener una filosofía natural. Bartolache, en el segundo número de su publicación periódica, defendió el newtonianismo como la “buena física”, es decir, aquella que utilizaba datos exactos para la comprensión de la naturaleza. Alzate, aunque fue renuente a apearse públicamente a un sistema filosófico particular, también fue, hasta cierto punto, un newtoniano, aunque aceptó ciertos aspectos del cartesianismo. Guadalajara, por su parte, se apeó a la interpretación del *Clockwork universe* de Sacrobosco. No obstante, esto no le impidió integrar los trabajos de autores más contemporáneos como Huygens y Hooke, a los que consideró “héroes de la relojería”. Los tres editores de publicaciones periódicas, aunque tenían diferencias, compartían su apeo al copernicanismo. En esta tesis, la lectura simultánea que hacían estos novohispanos de textos que abogaban por un sistema geocéntrico con aquellos que defendía el heliocentrismo no se interpretan como la muestra de una actitud “eclectica” relacionado a una supuesta “Ilustración iberoamericana”. En su lugar, se asocian a la tradición cosmográfica que generaba conocimiento nuevo a partir de la lectura de autores “clásicos” y contemporáneos.

Alzate y Bartolache, al apearse a la filosofía de Newton, posiblemente distinguieron entre dos conceptos de tiempo y espacio: el “absoluto” y el “relativo”. El “tiempo absoluto” era conceptualizado como una entidad matemática que no podía compararse con nada externo. Es

decir, que era imposible de medir, contrario al tiempo relativo que se secciona en días, horas y semanas. El espacio “absoluto” y el “relativo” eran iguales tanto en naturaleza, ambos conceptos matemáticos, como medibles, pero, al estar asociado su valor numérico al sistema de referencia, no necesariamente tenían el mismo valor numérico. Por su parte, Guadalajara conceptualizó el tiempo a través del movimiento de las manecillas del reloj. Debido a que estos aparatos, por lo establecido en las *Advertencias y reflexiones varias* eran interpretados como “microuniversos” que imitaba el movimiento del Universo creado por el “Hacedor”, se puede concluir que Guadalajara asoció al tiempo con la dinámica del mundo natural. Así, su ejemplo del ciclo del agua es en realidad una analogía del paso del tiempo.

Por último, cuestionarse sobre el tiempo y el espacio también llevó a una discusión sobre lo “público” y lo “privado” en la Nueva España. Guadalajara reconoció la existencia de relojes “públicos” y “privados”, los cuales tenían distintas funciones. Los primeros eran aquellos utilizados para regular las actividades políticas y religiosas; mientras que los segundos estaban asociados al individuo y su hogar. Sin embargo, lejos de querer establecer una división tajante entre ambos “mundos”, los usuarios de relojes de bolsillo buscaron vincularse a lo “público” a partir de sincronizar sus aparatos al tiempo “público”. Por lo tanto, no se puede hablar de una separación tajante entre los dos ámbitos.

Por lo anteriormente referido, esta investigación contribuye a la historiografía (i) las prácticas científicas hispánicas durante el periodo temprano moderno; (ii) la función que cumplían, fuera del ámbito académico, los catedráticos de Astrología y Matemáticas de la Nueva España; (iii) el papel que tuvieron las publicaciones periódicas en la conservación de la “imagen hispánica del mundo”, asociada a nociones particulares de tiempo y espacio; (iv) la importancia que tenía la exactitud y la precisión de las teorías y aparatos “científicos” en el proyecto identitario conocido como “patriotismo criollo” y (v) el rol que tuvo el desarrollo de relojería de precisión en la conformación de una comunidad de conocimiento novohispana.

ANEXO I

Tabla I. Relación entre el observador, el tipo de reloj utilizado y la hora marcada de finalización del eclipse.

Observador	Tipo de reloj	Lugar desde donde se hizo la medición	Hora de finalización del eclipse
Cristóbal Gudiel	Relox de pesas	“en las cassas reales presente el Illustrissimo señor arcobispo de mexico ”	7 horas y 27 minutos
Franciso Domínguez	Relox de ruedas	“en las casas reales presente el Ilustrisimo señor arcobispo”	7 horas y 27 minutos
Pedro Farfán	Relox de cuerda [sistema de engranaje]	“en las casas del doctor Pedro Farfan”	7 horas y 30 minutos [casi un grado de longitud respecto a las de Gudiel y Domínguez]
Jaime Juan	Relox de ruedas [que le proporcionó el arzobispo, quien lo compró especialmente para esta ocasión]	No lo menciona, probablemente en la casa del Arzobispo también, pero utilizó un reloj distinto al de Gudiel y Domínguez.	7 horas 31 minutos [Un grado de longitud mayor respecto a las mediciones hechas por Gudiel y Domínguez]

Fuente: Toda la información se obtuvo de AGI, Patronato, 183, N.1, R, 13.

ANEXO II

La observación del tránsito de Venus de 1769 en la provincia de California por el abate Chappe d'Auterroche

Uno de los lugares donde se observó el tránsito de Venus en 1769 fue en la provincia de California, ubicada en el septentrión novohispano, al ser uno de los lugares más favorables para su observación. La *Académie des sciences* de París solicitó permiso a la Monarquía Hispánica para llevar a cabo la expedición. Este les fue concedido con la condición de que la misión francesa, liderada por el abate Jean Baptiste Chappe d'Auterroche, quien fue invitado por la misma Catalina II de Rusia a Siberia para medir el tránsito de 1761, fuera acompañada por dos oficiales españoles, Vicente Doz (1734-1781), quien también era astrónomo, y Salvador de Medina, capitán de la fragata que los llevaría a la Nueva España.⁵³⁰ Con la finalidad de que la comisión hispánica pudiera participar en las observaciones, fue adquirido en Francia “un telescopio ô antejo astronómico,”⁵³¹ que le fue entregado a Chappe antes de su partida a Cadiz.

Una porción del viaje de la misión hispanofrancesa a California fue relatada por el propio Chappe en su bitácora, la cual fue publicada en 1772 por Jacques Cassini (1677-1756),⁵³² quien era director del Observatorio de París en ese momento. La comisión francesa estuvo integrada por tres personas más seleccionadas especialmente por Chappe debido a sus habilidades:

[e]l Sr. [Jean] Pauly, Ingeniero Geógrafo del Rey, de cuyos conocimientos esperaba obtener un enorme apoyo, debería secundarme en trabajos astronómicas y geográficas; Mr. [Jean] Noël [Alexander], alumno de la Academia de Pintura, encargado de las obras que requerirían de su arte: dibujos de las costas, pinturas de la naturaleza, de las plantas, de los animales, en una palabra, de todo aquello que pudiéramos encontrar de interesante sobre nuestra ruta. Finalmente el hábil y valiente [Jean] Dubois, relojero, debería velar por la conservación de mis instrumentos, reparando los pequeños accidentes tan frecuentes en nuestro largo viaje [sic].⁵³³

⁵³⁰ Espinoza Meléndez, “Medir el Sistema Solar. El viaje de Jean-Baptiste Chappe D'Auterroche a la Antigua California y la observación del tránsito de Venus en 1769”, 13.

⁵³¹ AGI, CONTRATACION, 5511B,N.2,R.69.

⁵³² Jean Chappe d'Auterroche y Jean-Dominique Cassini, *Voyage En Californie Pour l'observation Du Passage de Venus 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, Par Feu M. Chappe d'Auterroche, ... Rédigé et Publié Par M. de Cassini Fils,...* (Paris: Chez Charles-Antoine Jombert, Labrire du Roi pour l'Artillerie & le Genie..., 1772), <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5727799z>. Para este trabajo, se utilizaron las traducciones posteriores al inglés y al español. Véase Chappe d'Auterroche, Cassini, y Alzate y Ramirez, *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus*; Chappe d'Auterroche, *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*.

⁵³³ Chappe d'Auterroche, *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*, 6.

De esta cita, se puede deducir que la expedición, además de tener propósitos astronómicos, también tenía como finalidad la recopilación de información relacionada con la historia natural de la Nueva España. En palabras del abate: “Astronomía, geografía, física e historia natural eran los objetivos que perseguí.”⁵³⁴

De acuerdo con el relato de Chappe, durante el viaje del puerto Cádiz al de Veracruz, realizó diversos experimentos y observaciones físicas y astronómicas, como “comparar la altura de los diferentes termómetros, sumergidos en el mar a diferentes profundidades, otros al aire libre; determiné la declinación e inclinación magnética de la aguja imantada en diferentes latitudes, finalmente, hice varias observaciones de la distancia de la Luna a las estrellas.”⁵³⁵ Así, el abate se interesó en probar la efectividad de los métodos astronómicos para la determinación de la longitud en el mar, entre ellos, sin éxito, la observación de los satélites de Júpiter con ayuda de un telescopio. Al respecto, Chappe afirmó lo siguiente:

Estos diferentes ensayos me hicieron pensar que difícilmente se tendrá éxito en inventar instrumentos de fácil uso en el mar, sin otro apoyo que la mano del observador; debo además comentar la [dificultad para la] determinación de la longitud de un lugar por medio de las diferencias que hay entre la Luna y las estrellas, más los complicados y grandes cálculos que exige este método, unidos a lo preciso y atento que requiere la obseración en sí, me hacen dudar que puedan ser utilizados por los barcos mercantes. [...] Todo esto me ha persuadido de que el uso de los relojes será por su extrema facilidad más útil a la marina, pues no se requiere de otros instrumentos que los comunes que utilizan los marinos, la observación no es delicada y el cálculo es breve y fácil, *lo que es una gran ventaja en todos los casos y sobre todo en el mar.*⁵³⁶

Aquí, el astrónomo francés cuestionó la viabilidad de las observaciones astronómicas en el mar, las cuales, además de verse afectadas por el oleaje del mar, requerían de cálculos y el uso de anuarios astronómicos que no necesariamente eran accesibles a los marinos, quienes, como vimos en el capítulo anterior, solían carecer de una sólida formación matemática. Así, Chappe se decantó por el uso de cronómetros marinos como el medio más certero para determinar la longitud.

Por lo anterior, no resulta extraño el cuidado y la preocupación que el abate tenía hacia sus instrumentos de medición a lo largo de toda su narración. Por ejemplo, durante el huracán acaecido tras su desembarque en Veracruz el 6 de marzo de 1769, escribió que “estaba en gran preocupación por mis instrumentos, y por la gente que venía conmigo quienes no pudieron

⁵³⁴ Chappe d’Auteroche, Cassini, y Alzate y Ramirez, *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus*, 3.

⁵³⁵ Chappe d’Auteroche, *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*, 13.

⁵³⁶ Chappe d’Auteroche, 13–14.

desembarcar [...]”⁵³⁷ De la misma forma, cuando la tripulación se estableció San José del Cabo, Baja California, el 19 de mayo de ese mismo año, aseguró que “de ninguna manera arriesgaría mis instrumentos en este primer intento [de desembarco] [...] Esta última circunstancia me hizo tomar medidas extremas para transportar mi reloj [de péndulo], que había guardado conmigo, y por el cual temía del agua marina. Por lo tanto, lo envolví muy bien y me senté sobre él para mantenerlo seco en caso de que las olas nos inundaran.”⁵³⁸ Así, se puede concluir que el reloj que traía consigo era el instrumento más valioso con el que contaba.

Tras el desembarque exitoso en San José, improvisó un observatorio en un granero donde “tuve todo el tiempo para realizar observaciones exactas y múltiples para el ajuste de mi reloj. Al fin vino el tres de junio [de 1769] y tuve la oportunidad de hacer una observación muy completa.”⁵³⁹ De esta manera, para el abate la exactitud de las mediciones que podía lograr con su reloj fue fundamental tanto para la determinación de la longitud de San José, la cual calculó con ayuda de los satélites de Júpiter, como para la observación del tránsito de Venus. En la Figura 9 se muestra cómo Chappe registró sistemáticamente la fecha, el tiempo de observación, el tiempo verdadero, así como la descripción del fenómeno. A partir de esto, fijó la longitud en 7h 28’ y 10” que corresponden a 112° 2’ y 30”.⁵⁴⁰ La misión astronómica tuvo un final funesto. Debido a una epidemia que azotó la provincia de California, identificada por José Antonio Alzate en una carta como *matlazáhuatl*,⁵⁴¹ tanto el abate como Dubois, y posteriormente Medina, perecieron en el viaje.

⁵³⁷ Chappe d’Auteroche, Cassini, y Alzate y Ramirez, *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus*, 19.

⁵³⁸ Chappe d’Auteroche, Cassini, y Alzate y Ramirez, 61.

⁵³⁹ Chappe d’Auteroche, Cassini, y Alzate y Ramirez, 63.

⁵⁴⁰ Las longitud actual del poblado de San José del Cabo es 109° 42’ 29” O. Chappe d’Auteroche, *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*, 93.

⁵⁴¹ José Antonio de Alzate y Ramirez, “Extract of a Letter from Mexico Addressed to the Royal Academy of Science at Paris, by Don Joseph Anthony de Alzate y Ramyrez, Now a Correspondent of the Said Academy, Containg Some Curious Particulars, Relative to the Natural History of the Constry Adjacent to the City of Mexico”, en *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus* (London: Printed for Edward and Charles Dilly, 1778), 77–105.

ANEXO III

Retratos de mujeres y hombres novohispanos que portan relojes de bolsillo o “faltriquera”

Figura 5. Retrato de Doña Melchora Cano de Moctezuma y Rojas, Señora de Tacuba (1805). A la izquierda, se observa un reloj de “faltriquera” atado a la cintura con un *chatelaine*.



Fuente: Anónimo, “Doña Melchora Cano de Moctezuma y Rojas Señora de Tacuba”, óleo sobre tela, sin medidas, 1801, Museo del Virreinato, <https://rb.gy/zj7iyh>

Figura 6. Retrato de Doña Ana María de la Campa Cos Zeballos, condesa de San Matheo de Valparaíso y marquesa de Jaral de Berrio. A la derecha, se observa un reloj de bolsillo o “faltriquera” atado a la cintura con un chatelaine.



Fuente: Ajdrés Islas, “Señora Doña Ana María de la Campa Cos Zeballos Zeballos Villegas, condesa de San Matheo de Valparaíso y marquesa de Jaral de Berrio”, óleo sobre tela, sin medidas, ca. 1753-1773, Banco Nacional de México, <https://tinyurl.com/v8zhx96a>

Figura 7. Retrato de María Manuela Esquivel y Serruto (1794). En la parte central, se observan dos relojes de bolsillo o “faltriquera” atados a la cintura por medios de dos *chatelaine*.



Fuente: Ignacio María Barrera. “María Manuela Esquivel y Serruto”, óleo sobre tela, 94 x 73 cm., 1794, Museo Nacional de Historia, Castillo de Chapultepec, Instituto Nacional de Antropología e Historia, <https://tinyurl.com/yckx2wvr>

Figura 8. Retrato de un caballero no identificado perteneciente a la familia Sánchez Navarro (ca. 1760). En la mano derecha, el hombre sostiene un reloj de bolsillo.



Fuente: Anónimo, “Retrato de caballero no identificado de la familia Sánchez Navarro”, óleo sobre tela, sin medidas (96 x 80 cm., aprox.), ca. 1760, colección particular, catalogación: Juan Carlos Cancino, <https://tinyurl.com/2p8fp6yf>

Figura 9. Retrato de un caballero no identificado. En la mano derecha, el hombre sostiene un reloj de bolsillo, A la izquierda, se observa un reloj de mesa, el cual, bajo la definición de Diego de Guadalaxara, sería considerado como un “reloj privado”.



Fuente: Anónimo, “Personaje con relojes”, óleo sobre tela, 105.2 x 198 cm, siglo XVIII, Museo Nacional del Virreinato, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Consultado el 29 de mayo de 2022. Disponible en: <https://tinyurl.com/49k5y83e>

REFERENCIAS

- Aceves Pastrana, Patricia. “La ciencia de la Ilustración Mexicana: alcances y límites de una tradición historiográfica”. En *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez*, 19–35. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001.
- Achim, Miruna. “Lecturas para todos: Pronósticos y calendarios en el Mexico virreinal”. En *Historia de la literatura mexicana desde sus orígenes hasta nuestros días. Volumen 3. Cambios de reglas, mentalidades y recursos retóricos en la Nueva España del siglo XVIII*, 598–618. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Siglo XXI Editores, 2011.
- Aguirre Anaya, Carlos, ed. “La resignificación de lo público a finales del siglo XVIII”. En *Los espacios públicos de la ciudad: siglos XVIII y XIX*, 37–54. México: Casa Juan Pablos, 2002.
- Albisson, Mathilde. “En mala estrella: los pronósticos astrológicos y repertorios de los tiempos censurados por la inquisición española (1632-1707)”. *Studia Historica: Historia Moderna* 41, núm. 2 (2019): 249–74.
- Alzate y Ramírez, José Antonio de. *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periodica dedicada al Rey N. Ser. (que Dios guarde)*. México: Imprenta de la Bibliotheca Mexicana del Lic. D. Josef de Jauregui, 1772.
- Alzate y Ramirez, José Antonio de. “Descripcion De una Máquina muy sencilla, y muy útil para deshuesar el Algodón”. *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 2 (el 2 de noviembre de 1772).
- Alzate y Ramírez, José Antonio de. *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*. México: Imprenta de la Bibliotheca Mexicana, 1768.
- Alzate y Ramirez, José Antonio de. “Discurso de Monsieur Saverien”. *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 4 (de abril de de 1772).
- Alzate y Ramírez, José Antonio de. *Eclipse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años: observado en la imperial ciudad de Mexico*. Impresso por Joseph Jauregui, 1770.

- . “Extract of a Letter from Mexico Addressed to the Royal Academy of Science at Paris, by Don Joseph Anthony de Alzate y Ramyrez, Now a Correspondent of the Said Academy, Containg Some Curious Particulars, Relative to the Natural History of the Constry Adjacent to the City of Mexico”. En *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus*, 77–105. London: Printed for Edward and Charles Dilly, 1778.
- . *Gacetas de literatura de México*. Puebla: Hospital de S. Pedro, 1831. http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080024484_C/1080024484_C.html.
- Alzate y Ramirez, José Antonio de. “Metodo para probar la bondan de los Reloxes de bolsa”. *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 7 (el 4 de mayo de 1768).
- . “No. 2”. *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 2 (el 18 de marzo de 1768).
- Alzate y Ramírez, José Antonio de. “Num. 5”. *Diario literario de Mexico: Dispuesto para la utilidad publica, à quien se dedica*, núm. 5 (el 12 de marzo de 1768).
- Alzate y Ramirez, José Antonio de. “Número 6”. *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 6 (el 30 de noviembre de 1772).
- . “Prologo, é idea general de la obra”. *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 1 (el 26 de octubre de 1772).
- . “Stado de la geografía de la Nueva España, y modo de perfeccionarla”. *Asuntos varios sobre ciencias, y artes. Obra periódica dedicada al Rey N. Sr. (que Dios guarde)*, núm. 7 (el 7 de diciembre de 1772).
- André, Sylvain. “El momento ovandino. De la empresa de saber a la fábrica de la acción”. *e-Spania. Revue interdisciplinaire d’études hispaniques médiévales et modernes*, núm. 33 (2019).
- Anónimo. “Planisfério de Cantino”, 1502. Biblioteca Estense Universitaria. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cantino_planisphere_\(1502\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cantino_planisphere_(1502).jpg).
- Aranda-Huete, Amelia. “Los tratados de relojería en la corte de Carlos III”. *Historia y sociedad*, núm. 37 (2019): 83–101.
- . “Relojes de bolsillo en la corte española: joyas para medir el tiempo”. *Cuadernos Dieciochistas* 19 (2018): 53–82.

- Arphe y Villafañe, Joan de. *De varia commensuratione pro la escultura, architectura. Dirigida al Excelentísimo señor Don Pedro Gieron, Duque de Ossuna, Conde de Vreña, y Marques de Peñafiel. Virei de Napoles*. Sevilla: Andrea Pescioni y Juan de León, 1585.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, ed. “La propuesta de Alzate en torno al debate sobre la verdadera figura de la Tierra”. En *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana*, 143–206. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000.
- Azuela Bernal, Luz Fernanda, y José Omar Moncada Maya. “La geografía en las Gacetas de Literatura”. En *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez*, 431–50. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001.
- Báez Macías, Eduardo. *Guía del archivo de la Antigua Academia de San Carlos, 1781-1910*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
- Bails, Benet. *Principios de matematica de la Real Academia de San Fernando*. Madrid: en la imprenta de la Viuda de Ibarra, 1797.
- Barranon, Armando. “Fray Alonso de la Veracruz y la cosmografía augustiniana”. *Ometeca* 13 (2009): 104–17.
- Barrera-Osorio, Antonio. *Experiencing Nature: The Spanish American Empire and the Early Scientific Revolution*. Austin: University of Texas Press, 2006.
- Barreto Xavier, Ângela. “The Casa da Índia and the Emergence of a Science of Administration in the Portuguese Empire”. *Journal of Early Modern History* 22, núm. 5 (2018): 327–47.
- Bartolache, José Ignacio. “Experimentos i observaciones físicas del autor en el Pulque blanco”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 10 (el 30 de diciembre de 1772).
- . *Lecciones matemáticas que en la Real Universidad de México dictaba don José Ignacio Bartolache. Estudio introductorio Luis Rionda Arreguín*. Documentos del Archivo General del Estado. Guanajuato, 1990.
- . *Manifiesto satisfactorio anunciado en la Gaceta de México, t. 1, no. 53: opúsculo Guadalupano*. México: D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1790.

- . *Mercurio Volante: con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de Física i Medicina*. México: en casa de D. Felipe de Zúñiga i Ontiveros, 1772.
- . “Noticia i descripción de los instrumentos mas necesarios i manuales que sirven a la buena física”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 3 (el 4 de noviembre de 1772).
- . “Plan de este papel periódico”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, el 17 de octubre de 1772.
- . “Prosigue la historia del pulque”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 9 (el 23 de diciembre de 1772).
- . “Uso i abuso del pulque para curar enfermedades”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 8 (el 9 de diciembre de 1772).
- . “Verdadera idea de la buena física, i de su grande utilidad”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 2 (el 28 de octubre de 1772).
- Bennett, J. A. “Robert Hooke as Mechanic and Natural Philosopher”. *Notes and Records of the Royal Society of London* 35, núm. 1 (1980): 33–48.
- . “Science Lost and Longitude Found: The Tercentenary of John Harrison”. *Journal for the History of Astronomy* 24, núm. 4 (1993): 281–87.
- Bennett, Jim. “Early Modern Mathematical Instruments”. *Isis* 102, núm. 4 (2011): 697–705.
- Berman, Marshall. *All That Is Solid Melts Into Air: The Experience of Modernity*. Nueva York: Penguin Group, 1982.
- Bernal, Cristóbal. “Tratado de Zaragoza (17 a 22-IV-1529).” Sevilla 2019-2022, 2019. http://sevilla.2019-2022.org/wp-content/uploads/2016/03/12.ICSevilla2019_Tratado-de-Zaragoza-a15.pdf.
- Beuchot, Mauricio. *Filosofía y ciencia en el México dieciochesco*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
- Bjork, Katharine. “The Link That Kept the Philippines Spanish: Mexican Merchant Interests and the Manila Trade, 1571-1815”. *Journal of World History* 9, núm. 1 (1998): 25–50.

- Bonialian, Mariano, y Bernd Hausberger. “Consideraciones sobre el comercio y el papel de la plata hispanoamericana en la temprana globalización, siglos XVI-XIX”. *Historia Mexicana* 68, núm. 1 (2018): 197–244.
- Bosco, Johannes de Sacro. *La Sphera de Iuan de Sacrobosco*. Traducido por Rodrigo Saenz de Santayana y Espinosa. Valladolid: Por Adrian Ghemart, a costa de Pedro de Corcuera, 1568.
- Brading, David A. *Los orígenes del nacionalismo mexicano*. México: Ediciones Era, 1988.
- . *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*. Historia. México: Fondo de Cultura Económica, 2015.
- . *Orbe indiano: De la monarquía católica a la república criolla, 1492-1867*. Historia. México: Fondo de Cultura Económica, 2017.
- Brown, Gary I. “The Evolution of the Term ‘Mixed Mathematics’”. *Journal of the History of Ideas* 52, núm. 1 (1991): 81–102.
- Brown, Thomas A. *La Academia de San Carlos de la Nueva España*. 2 vols. México: Secretaría de Educación Pública, 1976.
- Burton, M. Diane, y Tom Nicholas. “Prizes, patents and the search for longitude”. *Explorations in Economic History* 64 (2017): 21–36.
- Calhoun, Craig J., ed. “Introduction”. En *Habermas and the public sphere*, Nachdr., 1–48. Studies in contemporary German social thought. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2011.
- Calvo, Thomas. “Ciencia, cultura y política ilustradas (Nueva España y otras partes)”. En *Las reformas borbónicas, 1750-1808*, 83–130. Historia crítica de las modernizaciones en México 1. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas/ Fondo de Cultura Económica/ Consejo Nacional de la Cultura y las Artes/ Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México/ Fundación Cultural de la Ciudad de México, 2019.
- Calzada-Orihuela, Sofia. “El Mercurio volante: el espacio público y el discurso científico ilustrado en la Nueva España”. Tesis para obtener el título de doctor en filosofía, Universidad de Maryland, 2013.
- Camacho Ríos, Alberto. “La matemática escolar en el Colegio Nacional de Minería de mediados del siglo XIX”. *Revista iberoamericana de educación superior* 7, núm. 20 (2016): 94–112.

- Cañizares-Esguerra, Jorge. “Chivalric Epistemology and Patriotic Narratives”. En *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World*, 7–13. Stanford: Stanford University Press, 2006.
- . “From Baroque to Modern Colonial Science”. En *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World*, 46–63. Stanford: Stanford University Press, 2006.
- . *How to Write the History of the New World: Histories, Epistemologies, and Identities in the Eighteenth-Century Atlantic World*. Stanford: Stanford University Press, 2001.
- “Carta de un cazique discreto, al Mercurista i al autor de los Asuntos Varios”. *Mercurio Volante con noticias importantes i curiosas sobre varios asuntos de física i medicina*, núm. 7 (el 2 de diciembre de 1772).
- Castillo, Cristóbal del. *Historia de la venida de los mexicanos y otros pueblos e Historia de la conquista. Traducción y estudio introductorio de Federico Navarrete Linares*. Cien de México. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2001.
- Cervera Jiménez, José Antonio. “El Galeón de Manila: mercancías, personas e ideas viajando a través del Pacífico (1565-1815)”. *México y la cuenca del pacífico* 9, núm. 26 (2020): 69–90.
- . “Los planes españoles para conquistar China a través de Nueva España y Centroamérica en el siglo XVI”. *Cuadernos Intercambio sobre Centroamérica y el Caribe* 10, núm. 12 (2013): 207–34.
- Chappe d’Auteroche, Jean. *Viaje a Baja California para observar el tránsito de Venus sobre el disco del Sol, el 3 de junio de 1769*. Traducido por Manuel Alvarez Pérez Duarte y Graciela Albert Palacios. Colección Astronomía y su Historia. Ensenada: Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
- Chappe d’Auteroche, Jean, Jean Dominique Cassini, y Jose Antonio Alzate y Ramirez. *A Voyage to California, to Observe the Transit of Venus*. London: Printed for Edward and Charles Dilly, 1778.
- Chappe d’Auteroche, Jean, y Jean-Dominique Cassini. *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, Par Feu M. Chappe d’Auteroche,... Rédigé et Publié Par*

- M. de Cassini Fils*,... Paris: Chez Charles-Antoine Jombert, Labrire du Roi pour l'Artillerie & le Genie..., 1772. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5727799z>.
- Clark, Fiona. “‘Read All About It’: Science, Translation, Adaptation, and Confrontation in the *Gazeta de Literatura de México, 1788–1795*”. En *Science in the Spanish and Portuguese Empires, 1500-1800*, 147–77. Stanford: Stanford University Press, 2008.
- Claverán, Virginia González. “Observaciones celestes en el México de 1791”. *Historia Mexicana* 35, núm. 2 (1985): 197–218.
- Clément, Jean-Pierre. “La Ciencia en la prensa periódica hispanoamericana del siglo XVIII”. *El Argonauta español*, núm. 14 (2017). <https://journals.openedition.org/argonauta/2617>.
- Conrad, Sebastian. “Enlightenment in Global History: A Historiographical Critique”. *The American Historical Review* 117, núm. 4 (2012): 999–1027.
- Correa Ballester, Jorge. “Las Bulas Inter coetera”. Universidad de Valencia. Consultado el 3 de agosto de 2021. <https://www.uv.es/correa/troncal/resources/intercoetera.pdf>.
- Covarrubias Orozco, Sebastián de. *Tesoro de la lengua castellana, o española*. En Madrid: por Luis Sanchez, 1611.
- Crespo Sanz, Antonio. “El padrón real. Una base de datos cartográfica en continua actualización”. *CT: Catastro*, núm. 76 (2012): 65–89.
- Crowther, Kathleen M. “Sacrobosco’s Sphaera in Spain and Portugal”. En *De sphaera of Johannes de Sacrobosco in the Early Modern Period: The Authors of the Commentaries*, editado por Matteo Valleriani, 161–84. Cham: Springer International Publishing, 2020.
- Cuesta Domingo, Mariano. “Alonso de Santa Cruz, cartógrafo y fabricante de instrumentos náuticos de la Casa de Contratación”. *Revista Complutense de Historia de América* 30 (2004): 7–40.
- . *Alonso de Santa Cruz. Estudio crítico*. Madrid: Fundación Ignacio Larramendi, 2016.
- . “Los Cronistas oficiales de Indias. De López de Velasco a Céspedes del Castillo”. *Revista Complutense de Historia de América* 33 (2007): 115–50.
- Cuevas, Josef Angel de. *Arenga que a nombre de la M. Noble Insigne, y M. Leal Imperial Ciudad de México. Hizo y Dixo Don Josef Angel de Cuevas Aguirre, y Avedaño, señor de las Casas, y Solares de Aguirre, Ssasia, Velaunza y Suosola, Regidor perpetuo y Decna de su Ilustre Ayuntamiento*. México: En la imprenta de D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, Calle de la Palma, 1771.

- Davenport, Frances Gardiner. “Treaty between Spain and Portugal concluded at Tordesillas; June 7, 1494”. The Avalon Project. Documents in Law, History and Diplomacy. Washington, DC: The Carnegie Institution of Washington, 1917, 2008. https://avalon.law.yale.edu/15th_century/mod001.asp.
- . “Treaty between Spain and Portugal, concluded at Vitoria; February 19, 1524”. Washington, DC : The Carnegie Institution of Washington, 1917. Consultado el 31 de agosto de 2021. https://avalon.law.yale.edu/16th_century/mod003.asp.
- Davids, Karel. “Craft Secrecy in Europe in the Early Modern Period: A Comparative View”. *Early Science and Medicine* 10, núm. 3 (2005): 341–48.
- . “Dutch and Spanish Global Networks of Knowledge in the Early Modern period: Structures, Connections, Changes”. En *Centres and Cycles of Accumulation in and Around the Netherlands during the Early Modern Period*, 29–52. Munster: LIT Verlag, 2011.
- Dávila, Javier. “La cátedra de Astrología y Matemáticas y sus fundamentos ideológicos”. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 2013. <http://web.uaemex.mx/iesu/PNovohispano/Encuentros/2013%20XXVI%20EPN/Siglo%20XVII/Javier%20Davila.pdf>.
- Del Piero, Gina. “Cosmografía novohispana en el siglo XVII”. En *Dinámicas del espacio : reflexiones desde América Latina*, 391–97. Buenos Aires: Fundación Universidad Católica Argentina, 2019.
- Nuevo Diccionario Histórico del Español. “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”. Gobierno de España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consultado el 13 de marzo de 2021. <https://webfrrl.rae.es/DA.html>.
- Du Châtelet, Émilie. “Chapter 5. Of Space”. Traducido por Katherine Brading, Monica Salomon, Anne Seul, y Penelope Brading. Katherine Brading, 2018. https://www.kbrading.org/_files/ugd/96f981_745e89020c9c48a49cdfc6b7e5eca33b.pdf.
- Dugatkin, Lee Alan. “Buffon, Jefferson and the Theory of New World Degeneracy”. *Evolution: Education and Outreach* 12, núm. 1 (2019): 15.

- Durán-González, Rosa Elena, y Raquel Ofelia Barceló-Quintal. “José Ignacio Bartolache y Díaz de Posada: sus aportes a la medicina”. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 57, núm. 6 (2019): 406–12.
- Duve, Thomas. “El Tratado de Tordesillas: ¿Una ‘revolución espacial’? Cosmografía, prácticas jurídicas y la historia del derecho internacional público”. *Revista de historia del derecho*, núm. 54 (2017): 77–107.
- Edwards, Clinton R. “Mapping by Questionnaire: An Early Spanish Attempt to Determine New World Geographical Positions”. *Imago Mundi* 23 (1969): 17–28.
- Elena Díaz, Alberto. “Huygens y el cartesianismo”. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 5, núm. 8 (1982): 5–16.
- Engstrand, Iris Wilson. *Royal Officer in Baja California, 1768-1770: Joaquín Velázquez de León*. El Triunfo, Baja California Sur: Editorial del Museo Ruta de Plata, 2018.
- Espinosa Sánchez, Juan Manuel. “Diego de Guadalajara y la física newtoniana en la construcción de relojes novohispanos del siglo XVIII”. *Boletín del Archivo General de la Nación* 8, núm. 02 (1): 47–63.
- . “Los antinewtonianos y la difusión de la ciencia newtoniana en la Nueva España del siglo XVIII.” *Sincronía*, núm. 75 (2014): 129–43.
- Espinosa Sanchez, Juan Manuel. *Newton en la ciencia novohispana*. Quintana Roo: Universidad de Quintana Roo, 2014.
- Espinoza Meléndez, Pedro. “Medir el Sistema Solar. El viaje de Jean-Baptiste Chappe D’Auteroche a la Antigua California y la observación del tránsito de Venus en 1769”. *Meyibó. Revista del Instituto de Investigación Históricas-UABC* 8, núm. 15 (2018).
- Euclides. *Los seis libros primeros de la geometria de Euclides. Traduzidos en le[n]gua española por Rodrigo çamorano astrologo y mathematico, y cathedratico de Cosmographia por su Magestad en la Casa de Contratacio[n] de Sevilla*. Traducido por Rodrigo Zamorano. Sevilla: en casa de Alonso de la Barrera, 1576.
- “Explanation on chatelaine by adin antique jewelry”. Consultado el 4 de mayo de 2021. <https://www.antiquejewel.com/en/explanation-on-chatelaine-by-adin-antique-jewelry.htm>.

- Falero, Francisco. *EL TRATADO DEL ESPHERA (ESFERA) Y DEL ARTE DE MAREAR: con el regimiento de las alturas: con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias*. Madrid: Ministerio de Defensa/ Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1989.
- Fernández de Enciso, Martín. *Suma de geographia: q[ue] trata de todas las partidas y prouincias del mundo, en especial de las indias y trata largame[n]te del arte del marear ju[n]tamente*. Sevilla: Jacobo Croberger, 1520.
- Florescano, Enrique. *Memoria mexicana*. México: Fondo de Cultura Económica, 2002.
- Flórez Miguel, Cirilo. “Las Ciencias y la Universidad de Salamanca en el siglo XV”. En *Salamanca y su universidad en el Primer Renacimiento: siglo XV, 2011*, 179–202. Salamanca: Universidad de Salamanca, 2011.
- Friendly, Michael, Pedro Valero-Mora, y Joaquín Ibáñez Ulargui. “The First (Known) Statistical Graph: Michael Florent van Langren and the ‘Secret’ of Longitude”. *The American Statistician* 64, núm. 2 (2010): 174–84.
- García Ayluardo, Clara, ed. *Las reformas borbónicas, 1750-1808*. Historia crítica de las modernizaciones en México 1. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas/ Fondo de Cultura Económica/ Consejo Nacional de la Cultura y las Artes/ Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México/ Fundación Cultural de la Ciudad de México, 2019.
- García de Palacio, Diego. *Instrucción Náutica para el buen uso y regimiento de las naos, su traça y gobierno conforme a la altura de México*. México: En casa de Pedro Ocharte, 1587.
- Gauger Quiroz, Juan Manuel. *Autoridad jesuita y saber universal: la polémica cometaria entre Carlos de Sigüenza y Góngora y Eusebio Francisco Kino*. Nueva York: Instituto de Estudios Auriseculares, 2015.
- Gómez de Escontria, José. *Oracion funebre, que en las honras anniversarias de los militares difuntos de la monarchia española, celebradas en la Iglesia Cathedral de Mexico, dixo, en presencia del Excmo. Sr. Marques de Croix, [...] el dia 23 de noviembre de el año de 1770, el P. Dr. D. Joseph Gomez de Escontria presbytero de la congregacion de San Phelipe Neri, de esta Corte. Dalo a luz Don Joseph Matheos Chirinos, regidor perpetuo de esta nobilissima Ciudad*. México: En la imprenta Real del superior gobierno, del Br. D. Joseph Antonio de Hogal, en la calle de las Capuchinas, 1770.

- Gómez Martínez, Marta. “Claves didácticas en un manual de astronomía: De Sphaera Mundi de Sacrobosco”. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 34, núm. 135 (2013): 39–58.
- Góngora, Carlos de Sigüenza y, y Antonio Lorente Medina. *Oriental planeta evangélico*. Madrid: Iberoamericana Editorial, 2008.
- González González, Enrique. “Los Primitivos Estatutos y Ordenanzas de La Real Universidad de México”. En *Universidades Españolas y Americanas. Época Colonial. Prólogo de Mariano Peset*, 207–24. Valencia: Generalitat Valenciana, 1987.
- Gortari, Eli de. *La ciencia en la historia de México*. México: Fondo de Cultura Económica, 1963.
- Government of Canada, Natural Resources Canada. “Magnetic Declination”. Consultado el 17 de mayo de 2022. https://www.geomag.nrcan.gc.ca/mag_fld/magdec-en.php.
- Greenbaum, Dorian Gieseler. “Astronomy, Astrology, and Medicine”. En *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, 117–32. Nueva York: Springer, 2015.
- Grijs, Richard de. “European Longitude Prizes I: Longitude determination in the Spanish Empire”. *Journal of Astronomical History and Heritage* 23, núm. 3 (2020): 465–94.
- Grijs, Richard de. “European Longitude Prizes. II. Astronomy, Religion and Engineering Solutions in the Dutch Republic”. arXiv, 2021.
- . “European Longitude Prizes. III. The Unsolved Mystery of an Alleged Venetian Longitude Prize”. arXiv, 2021.
- . “European Longitude Prizes. IV. Thomas Axe’s Impossible Terms”. arXiv, 2021.
- Gruszczyński, Rafał. “Parts of Falling Objects: Galileo’s Thought Experiment in Mereological Setting”. *Erkenntnis*, 2020.
- Gruzinski, Serge. *El Águila y el dragón: desmesura europea y mundialización en el siglo XVI*. Historia. México: Fondo de Cultura Económica, 2018.
- . *El águila y el dragón: Desmesura europea y mundialización en el siglo XVI*. Fondo de Cultura Económica, 2018.
- Guadalajara Tello, Diego de. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes. Papeles periódicos. Reproducción Fascimular del primer periódico especializado en el mundo sobre relojes y la primera obra escrita en castellano sobre esta materia*. Edición privada José L. Cossío. México: Vargas Rea, 1968.

- . “Continúa la reflexión primera sobre la elección de buenas Muestras”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 2 (el 6 de diciembre de 1777).
- . “Introducción y plan de esta obra”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).
- . “Núm. I. Razon historica de los Reloxes”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).
- . “Prosigue la Reflexión Segunda sobre la elección de Reloxes y Muestras por su calidad, y acertada maniobra”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 4 (el 8 de diciembre de 1777).
- . “Reflección primera. Sobre la elección de Reloxes ó Muestras.” *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 1 (1777).
- . “Reflección segunda. Sobre la elección de Reloxes y Muestras por el buen nombre de sus Autores”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su regulacion: Así mismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 3 (el 7 de diciembre de 1777).
- . “Reflección tercera. Sobre el peso del Volante de muestras para elegirlas con acierto, y una Noticia de los sugetos que se empléan en la fábrica de ellos”. *Advertencias y reflexiones varias conducentes al buen uso de los relojes grandes y pequeños, y su*

- regulacion: Asímismo de algunos otros instrumentos, con Método para su conservación. Papeles periódicos dedicados al Sr. D. Juan Manuel Gonzalez de Cossio...*, núm. 5 (el 9 de diciembre de 1777).
- Guevara Bravo, César. “Historia de los instrumentos matemáticos. Arte, astronomía y geometría”. En *Instrumentos y matemáticas. Historia, fundamentos y perspectivas históricas*, editado por Manuel Falconi Magaña y Verónica Hoyos Aguilar, 7–40. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Coordinación de Servicios Editoriales, 2005.
- Guicciardini, Niccolò. “Reconsidering the Hooke-Newton Debate on Gravitation: Recent Results”. *Early Science and Medicine* 10, núm. 4 (2005): 510–17.
- Habermas, Jürgen. *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois Society*. Studies in contemporary German social thought. Cambridge, Mass: MIT Press, 1989.
- Hall, A. R. “Robert Hooke and Horology”. *Notes and Records of the Royal Society of London* 8, núm. 2 (1951): 167–77.
- Harrison, John. *A Narrative of the Proceedings Relative to the Discovery of the Longitude at Sea; by Mr. John Harrison’s Time-Keeper; Subsequent to Those Published in the Year 1763*. London: printed for the author, and sold by Mr. Sandby, in Fleet-Street, 1765.
- Harvey, David Allen. “The Varieties of Man: Racial Theory Between Climate and Heredity”. En *The French Enlightenment and Its Others: The Mandarin, the Savage, and the Invention of the Human Sciences*, 125–53. Palgrave Studies in Cultural and Intellectual History. New York: Palgrave Macmillan US, 2012.
- Hassig, Ross. *Time, History, and Belief in Aztec and Colonial Mexico*. Austin: University of Texas Press, 2001.
- Hébert, Sara. “José Antonio de Alzate y Ramírez: Una empresa periodística sabia en el Nuevo Mundo”. *Tinkuy: Boletín de investigación y debate*, núm. 17 (2011): 1–65.
- The Clock Work Shop. “Henry Sully”. Consultado el 14 de marzo de 2021. <https://www.dorsetantiqueclocks.co.uk/henry-sully/>.
- data.bnf.fr. “Henry Sully (16..-1728)”. Consultado el 14 de marzo de 2021. https://data.bnf.fr/fr/14065295/henry_sully/.

- Your Watch Hub. “History of Ferdinand Berthoud (Swiss Watch Brand since 1753) - YWH”, el 1 de enero de 2016. <https://www.yourwatchhub.com/ferdinand-berthoud/history-of-ferdinand-berthoud/>.
- Ijsseling, Samuel. “The Liberal Arts and Education in the Middle Ages”. En *Rhetoric and Philosophy in Conflict: An Historical Survey*, 46–53. Dordrecht: Springer Netherlands, 1976.
- Ilfie, Rob. “‘In the Warehouse’: Privacy, Property and Priority in the Early Royal Society”. *History of Science* 30, núm. 1 (el 1 de marzo de 1992): 29–68.
- Instrucción para la observación de los eclipses de luna. En el legajo número 93 de los papeles que el sr. d. francisco del paso y troncoso encontro en simiancas, espana, y cuyas copias ahora se encuentran en el museo. Biblioteca de historiadores mexicanos. México: Vargas Rea, 1953.*
- “Jeremiah Horrocks and the Transit of Venus”. *Nature* 62, núm. 1602 (1990): 257–58. <https://doi.org/10.1038/062257a0>.
- Johnston, Scott Alan. *The Clocks Are Telling Lies: Science, Society, and the Construction of Time*. Montreal: McGill-Queen’s University Press, 2022.
- The J. Paul Getty in Los Angeles. “Julien Le Roy (French, 1686 - 1759, Master 1713) (Getty Museum)”. Consultado el 14 de marzo de 2021. <https://www.getty.edu/art/collection/artists/550/julien-le-roy-french-1686-1759-master-1713/>.
- Kelley, Donald R. “Intellectual history and cultural history: the inside and the outside”. *History of the Human Sciences* 15, núm. 2 (2002): 1–19.
- Kino, Eusebio Francisco. *Exposición astronómica del cometa, que el año de 1680, por los meses de noviembre, y Diciembre, y este año de 1681, por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y se ha observado en la ciudad de Cádiz*. México: por Francisco Rodríguez Lupercio, 1681.
- Lafuente, Antonio, y Manuel A. Sellés. “The Problem of Longitude at Sea in the 18th Century in Spain”, 1985. <https://digital.csic.es/handle/10261/16656>.
- Lanuza Navarro, Tayra María del Carmen. “La astrología en las universidades castellanas durante el siglo XVIII”. En *Actes de la VIII Trobada d’Història de la Ciència i de la*

- Tècnica. Mallorca, 18-21 de novembre de 2004*, 577-582. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2004.
- Larralde Rangel, Américo, y Juana Inés de la Cruz. *El eclipse del Sueño de Sor Juana*. Tezontle. México: Fondo de Cultura Económica, 2011.
- Lempéière, Annick. “República y publicidad a finales del Antiguo Régimen (Nueva España)”. En *Los espacios públicos en Iberoamérica: Ambigüedades y problemas. Siglos XVIII-XIX*, de François-Xavier Guerra, 35–51, OpenEditions Book. Historia. Mexico: Fondo de Cultura Económica/ Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, 2013.
- León Cazares, María del Carmen, Martha Iliá Nájera Coronado, y Tolita Figueroa. *Carta-Relación de Diego García de Palacio a Felipe II sobre la provincia de Guatemala, 8 de marzo de 1576. Relación y forma que el licenciado Palacio oidor de la Real Audiencia de Guatemala hizo para los que hubieren de visitar, contar, tasar y repartir en las provincias de este distrito*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1983.
- León Pinelo, Antonio de, y Juan de Solórzano Pereira. *Recopilación de leyes de los reynos de las Indias. Tomo Primero*. Aprobada por Carlos II. Madrid: Ivlian de Paredes, 1681.
- . *Recopilación de leyes de los reynos de las Indias. Tomo Tercero*. Aprobada por Carlos II. Madrid: Ivlian de Paredes, 1681.
- León y Gama, Antonio de. “Carta que en elogio del Sr. D. Joaquin Velazquez de Leon, colegial que fue del insigne, mayor y mas antiguo colegio de Santa Maria de Todos Santos de esta ciudad de México, abogado de la real audicencia, e individuo de su ilustre colegio, catedrático de matematicas en la real y pontificia Universidad, del consejo de S. M., su alcalde de corte honorario, y director del importante cuerpo de minería de este reino”. En *El museo mexicano*, 4:541–49. México: Ignacio Cumplido, 1844.
- Livesey, James. “Intellectual History and the History of Science”. En *Palgrave Advances in Intellectual History*, editado por Richard Whatmore y Brian Young, 130–46. Palgrave Advances. London: Palgrave Macmillan UK, 2006.
- López Toimil, Juan José. “La Historia de la búsqueda de la longitud: John Harrison”. *Revista general de marina* 259 (2010): 813–19.
- Luna, Andrea, y Susana Biro Biro. “La ciencia en la cultura novohispana: el debate sobre la aurora boreal de 1789”. *Revista mexicana de física E* 63, núm. 2 (2017): 87–94.

- Madrid Casado, Carlos Miguel. “Compás, mapa y espada: la cosmografía novohispana en los siglos XVI y XVII”. *Cuadernos Hispanoamericanos*, núm. 836 (2020): 31–43.
- Major, F. G. *Quo Vadis: Evolution of Modern Navigation*. Nueva York: Springer, 2014.
- Marsak, Leonard M. “Bernard de Fontenelle: The Idea of Science in the French Enlightenment”. *Transactions of the American Philosophical Society* 49, núm. 7 (1959): 1–64.
- Martínez, Carolina. “Antiguos y modernos en la construcción de una nueva imagen del mundo. El auge del género cosmográfico en el siglo XVI”, 2019.
- Martínez, Henrico. *Reportorio de los tiempos, y historia natvral desta Nveva España*. México: En la Emprinta del mesmo autor, 1606.
- Martínez-Cortés, Fernando. “La Ilustración y el médico José Ignacio Bartolache”. *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina* 9, núm. 1 (2006): 9–15.
- Martín-Merás, Luisa. “Las enseñanzas náuticas en la Casa de la Contratación de Sevilla”. En *La Casa de la Contratación y la Navegación entre España y las Indias*, 667–93. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2004.
- Martins Torres, Andreia. “La a joyería femenina novohispana. Continuidades y rupturas en la estética del adorno corporal”. En *Mujeres en la Nueva España*. Historia Novohispana 99. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2017.
- Medina, José Toribio. *El veneciano Sebastián Caboto, al servicio de España y especialmente de su proyectado viaje á las Molucas por el Estrecho de Magallanes y al reconocimiento de la costa del continente hasta la gobernación de Pedrarias Dávila*. Santiago de Chile: Impr. y encuadernación universitaria, 1908.
- Medina, Pedro de. “Suma de cosmographia”, 1550.
- Megged, Amos. *Social memory in ancient and colonial Mesoamerica*. Cambridge/ New York: Cambridge University Press, 2010.
- Melón y Ruiz de Gordejuela, Amando. “El primer Manual español de geografía”. *Anales de la Universidad de Murcia. Filosofía y Letras*, 1961, F7-G18.
- Mendieta Zerón, Hugo. “Dr. José Ignacio Bartolache. Semblanza”. *CIENCIA ergo-sum* 12, núm. 2 (el 12 de marzo de 2015): 213–18.
- Mendoza Vargas, Héctor, ed. “Alzate y la geografía francesa: el proyecto y las propuestas para la Nueva España”. En *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana*, 207–19. Morelia:

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000.
- Meza Navarro, Andrea. “Las huellas del Cosmographicus liber de Petrus Apianus”. *Caiana. Revista de Historia del Arte y Cultura Visual del Centro Argentino de Investigadores de Arte*, núm. 5 (2014): 106–15.
- Mobbs, Tessa, y Robert Unwin. “The Longitude Act of 1714 and the Last Parliament of Queen Anne”. *Parliamentary History* 35, núm. 2 (2016): 152–70.
- Moncayo Ramírez, Jonatan. “‘Comunicar al vulgo las ciencias útiles sin misteriosas insinuaciones’: Reflexiones en torno al Mercurio Volante de José Ignacio Bartolache”. En *De pérnago a la nube: Nuevos acercamientos y perspectivas a las edades del libro*. Colección Banquete. UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2019.
- Montero Cartelle, Emilio. “De la Antigüedad a la Edad Media: medicina, magia y astrología latinas”. *Cuadernos del CEMYR*, núm. 8 (2000): 53–72.
- Morato-Moreno, Manuel. “La medición de un imperio: reconstrucción de los instrumentos utilizados en el proyecto de López de Velasco para la determinación de la longitud”. *Anuario de Estudios Americanos* 73, núm. 2 (2016): 597–621.
- More, Anna. “Cosmopolitanism and Scientific Reason in New Spain: Carlos de Sigüenza y Góngora and the Dispute over the 1680 Comet”. En *Science in the Spanish and Portuguese Empires, 1500–1800*, 115–31. Redwood City, California: Stanford University Press, 2008.
- Moreno Corral, Marco Antonio. “Alborada de la física newtoniana en México”. *Revista mexicana de física E* 57, núm. 1 (2011): 102–8.
- Moreno Corral, Marco Arturo. “Ciencia y arte en dos publicaciones astronómicas novohispanas del siglo XVIII”. *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* 35, núm. 102 (2013): 11–31.
- Moreno Madrid, José María. “Ciencia y patronazgo real en el imperio español del siglo XVII: Fray Ignacio Muñoz y su Propuesta de trabajo en Artes Náuticas”. *Anuario de Estudios Americanos* 78, núm. 1 (el 2 de junio de 2021): 45–78.
- Moreno, Rafael. “La concepción de la ciencia en Alzate”. *Historia Mexicana* 13, núm. 3 (1964): 346–78.

- Moreno, Roberto. “Apuntes biográficos de Joaquín Velázquez de León: 1732-1786”. *Historia Mexicana* 25, núm. 1 (1975): 41–75.
- Moreno, Roberto, y Edmundo O’Gorman. *Un eclesiástico criollo frente al estado Borbón: discurso*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1980.
- Mundy, Barbara E. *The Mapping of New Spain: Indigenous Cartography and the Maps of the Relaciones Geográficas*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- Narváez Lora, Adriana. “Guadalupe, cultura barroca e identidad criolla”. *Historia y grafía*, núm. 35 (diciembre de 2010): 121–49.
- Navarro Brotons, Víctor. “La Libra Astronómica y Filosófica de Sigüenza y Góngora: la polémica sobre el cometa de 1680”. En *Carlos de Sigüenza y Góngora Homenaje 1700-2000. I*, editado por Alicia Mayer, 145–86. Serie Historia Novohispana 65. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000.
- Navarro Brotons, Víctor, y William Eamon. “Spain and the Scientific Revolution: Historiographical Questions and Conjectures”. En *Más allá de la Leyenda Negra: España y la revolución científica*, 27–40. Valencia: Universitat de València, 2007.
- Newton, Isaac. *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Traducido por I. Bernard Cohen y Anne Miller Whitman. Berkeley: University of California Press, 1999.
- Novalés, Alberto Gil. “El concepto de Academia de Ciencias en el siglo XVIII español”. *Cuadernos de Estudios del Siglo XVIII*, núm. 7–8 (1980): 3–23.
- Novo y Colson, Pedro. *Magallanes y Elcano*. Madrid: Establecimiento Tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, 1892.
- O’Hara, Matthew D. *The History of the Future in Colonial Mexico*. New Haven: Yale University Press, 2018.
- . “The History of Time in Colonial Latin America”. *History Compass* 11, núm. 1 (2013): 77–88.
- Osborne, Peter. “Modernity Is a Qualitative, Not a Chronological, Category: Notes on the Dialectics of Differential Historical Time”. En *Postmodernism and the Re-Reading of Modernity*. Manchester: Manchester University Press, 1992.
- Pedoe, Daniel. *Geometry and the liberal arts*. Peregrine books. Harmondsworth: Penguin, 1976.

- Pedro Robles, Antonio E. de, y Florencio Torres Hernández. “La prensa y la divulgación del conocimiento ilustrado en el virreinato de Nueva España en el siglo XVIII”. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, núm. 6 (2004): 317–23.
- Pelcastre Juárez, Erika Mariana. “Lunarios novohispanos: astrología-astronomía como herramienta en el pronóstico médico durante el siglo XVIII”. Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
- Peset, José Luis. “La ciencia en la España ilustrada”. En *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español*, 23–39. Valencia: Publicacions de la Universitat de València, 2008.
- Pimentel, Juan. “The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800”. *Osiris* 15 (2001): 17–30.
- Pino Abad, Miguel. “El Tratado de Zaragoza de 22 de abril de 1529 como anticipo a la conquista de Filipinas”. En *Guerra, derecho y política: Aproximaciones a una interacción inevitable*, 25–44. Valladolid: Asociación Veritas para el Estudio de la Historia, el Derecho y las Instituciones, 2014.
- Piña Garza, Eduardo. *Los relojes de México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Departamento de Ciencias Básicas, 1994.
- Portuondo, María M. *Secret Science: Spanish Cosmography and the New World*. Chicago: University of Chicago Press, 2009.
- Ptolomeo, Arnold Buckinck, y Konrad Sweynheim. *Geografía (Clavdii Ptholemei Alexandrini philosophi Cosmographia)*. Roma: Arnold Buckinck, 1478.
- Quintanilla Madero, Beatriz. “José Ignacio Bartolache, un educador en el siglo XVIII: los orígenes de la prensa médica en México”. *Revista panamericana de pedagogía*, núm. 11 (2007): 135–63.
- Quiroz, Enriqueta. “La moneda menuda en la circulación monetaria de la ciudad de México. Siglo XVIII”. *Mexican Studies/Estudios Mexicanos* 22, núm. 2 (2006): 219–49.
- Ramos Lara, María de la Paz, ed. “Alzate y la física en el siglo XVIII”. En *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana*, 131–42. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000.
- . “Alzate y la física en sus Gacetas de Literatura”. En *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez*, 403–30. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 2001.

- . *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 1994.
- Real Academia Española. “Diccionario de Autoridades (1726-1739)”. Diccionario histórico de la lengua española, 2012. <https://webfrrl.rae.es/DA.html>.
- Recopilación de leyes de los reinos de las Indias mandadas imprimir, y publicar por la magestad catolica del Rey Don Carlos II, nvestro señor*. Vol. Tomo Tercero. Madrid: Ivlian de Paredes, 1681.
- Recopilación de leyes de los reinos de las Indias mandadas imprimir, y publicar por la magestad catolica del Rey Don Carlos II, nvestro señor*. Vol. Tomo Primero. Madrid: Ivlian de Paredes, 1681.
- Riccioli, Giovanni Baptista. *Geographiae et hydrographiae reformatae*. Venecia: Typis Ioannis LaNoú, 1672.
- Río, Manuel del. *Arte de relojes de ruedas para torre, sala, y faltriquera...* Santiago: en la imprenta de Ignacio Aguayo i Aldemunde, 1759.
- Riskin, Jessica. “Eighteenth-Century Wetware”. *Representations* 83, núm. 1 (2003): 97–125.
- Rodríguez Alcalá, Antonio. “El patrimonio gnomónico de México: los cuadrantes solares coloniales del estado de Yucatán”. *Intervención (México DF)* 5, núm. 10 (2014): 67–77.
- Rodríguez, Marc S., Donna R. Gabbaccia, y James R. Grossman. *Repositioning North American Migration History: New Directions in Modern Continental Migration, Citizenship, and Community*. Nueva York: University Rochester Press, 2004.
- Rodríguez, Martha Eugenia. “La cátedra de Astrología y Matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México”. *Asclepio* 46, núm. 2 (el 30 de diciembre de 1994): 93–102. <https://doi.org/10.3989/asclepio.1994.v46.2.466>.
- Rodríguez Salas, María Luisa. “Cristóbal Gudiel, armero y polvorista real”. En *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España*, 85–101. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016.
- . *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016.
- . “Francisco Domínguez y Ocampo, geógrafo y cosmógrafo”. En *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España*, 67–83. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016.

- . “La misión científica de Jaime Juan en la Nueva España y las Islas Filipinas”. En *Eclipse de Luna: Misión científica de Felipe II en Nueva España*, 43–66. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016.
- Rojas Herrera, Edmunda Inés, y María Elena Rojas Herrera. “Diego de Guadalaxara Tello, director de matemáticas de la Real Academia de San Carlos de Nueva España (1790-1804)”. En *Memoria electrónica del Congreso Nacional de Investigación Educativa*, 1–12. San Luis Potosí: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 2017.
- Ruan, Felipe E. “Cosmographic description, law, and fact making: Juan López de Velasco’s American and Peninsular questionnaires”. *Colonial Latin American Review* 28, núm. 4 (2019): 450–77.
- Ruiz Castañeda, María del Carmen. “La Gaceta de México de 1722 primer periódico de la Nueva España”. *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas* 1, núm. 1 (1969).
- Saladino García, Alberto. *Ciencia y prensa durante la ilustración latinoamericana*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 1996.
- . *El sabio: José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, 2001.
- Saladino Garcia, Alberto. “José Antonio Alzate y el periodismo ilustrado latinoamericano.” En *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio Alzate y Ramírez*, 603–16. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco/ Sociedad Química de México, 2011.
- Saladino García, Alberto. “José Antonio Alzate y Ramírez: Máxima figura de la cultura novohispana del siglo XVIII”. *La Colmena*, núm. 21 (el 11 de octubre de 2017): 83–90.
- Saldaña, Juan José. “Science and Public Happiness in Latin American Enlightenment”. En *Science in Latin America. A history*, 51–92. Austin: University of Texas Press, 2006.
- Sánchez, Antonio. “Cosmografía y humanismo en la España del siglo XVI: La Geographia de Ptolomeo y la imagen de América”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. XV, núm. 354 (2011). http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-354.htm#_edn78.
- Sánchez Martínez, Antonio. “De la ‘cartografía oficial’ a la ‘cartografía jurídica’: la querrela de las Molucas reconsiderada, 1479-1529”. *Nuevo Mundo Mundos Nuevos. Nouveaux*

- mondes mondes nouveaux - Novo Mundo Mundos Novos - New world New worlds*, 2009, 1–21.
- . “La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Acedemia de Matemáticas de Felipe II”. *Revista de Indias* 70, núm. 250 (2010): 715–48.
- . “Los artífices del ‘Plus Ultra’: pilotos, cartógrafos y cosmógrafos en la Casa de la Contratación de Sevilla durante el siglo XVI”. *Hispania: Revista española de historia* 70, núm. 236 (2010): 607–32.
- Sánchez Menchero, Mauricio. *El corazón de los libros: Alzate y Bartolache: lectores y escritores novohispanos (s. XVIII)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2012.
- Sandman, Alison. “Mirroring the World. Sea Charts, Navigation, and Territorial Claims in Sixteenth-Century Spain”. En *Merchants and Marvels: Commerce, Science, and Art in Early Modern Europe*, 83–108. Sussex: Psychology Press, 2002.
- Santa Cruz, Alonso de. *Libro de las longitudes y manera que hasta agora a tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos, dirigido al muy alto y muy poderoso señor Philipe II de este nombre Rey de España*. Publicado bajo la dirección del Excmo. Sr. Antonio Blazquez y Delgado Aguilera. Sevilla: Tip. Zarzuela, Álvarez Quintero 72, 1921.
- Sanz, Eufemio Lorenzo, Gloria Tejedor, y Francisco Gallego. *El Tratado de Tordesillas*. Valladolid: Junta de Castilla y León/ Anaya Educación, 1995.
- Sauter, Michael J. *Clock Watchers and Stargazers: Berlin’s Clocks Between Science, State and the Public Sphere at the Eighteenth Century’s End*. Documentos de Trabajo 26. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas, 2003.
- . “Clockwatchers and Stargazers: Time Discipline in Early Modern Berlin”. *The American Historical Review* 112, núm. 3 (2007): 685–709.
- . *The Spatial Reformation: Euclid Between Man, Cosmos, and God*. University of Pennsylvania Press, 2018.
- Shapin, Steven. *La revolución científica: Una interpretación alternativa*. Madrid: Grupo Planeta (GBS), 2000.

- Shapiro, A. E. “Huygens’ ‘Traité de la Lumière’ and Newton’s ‘Opticks’: Pursuing and Eschewing Hypotheses”. *Notes and Records of the Royal Society of London* 43, núm. 2 (1989): 223–47.
- Short, John Rennie. “From Cosmography to Geography”. En *Alternative Geographies*, 3–45. Nueva York: Routledge, 2000.
- Sigüenza y Góngora, Carlos de. *Libra astronómica y filosófica*. Edición y Notas de Bernabé Navarro. Presentación de José Gaos. México: Centro de Estudios Filosóficos, UNAM, 1984.
- . *Libra astronómica y filosófica. En que D... examina no solo lo que a su manifiesto filosófico contra los cometas opuso el R.P. Eusebio Francisco Kino... sino lo que el mismo R.P. opinó, y pretendió haber demostrado en su Exposición astronómica del cometa del año de 1681*. México: Viuda de Bernardo Calderón, 1690.
- Slack, Edward. “Orientalizing New Spain: Perspectives on Asian Influence in Colonial Mexico”. *México y La Cuenca Del Pacífico* 15, núm. 43 (2012): 97–127.
- Slack, Nancy G. “1. America as Degeneracy”. En *Reconstructing America*, 19–42. Yale University Press, 1997.
- Sloan, Phillip R. “The Idea of Racial Degeneracy in Buffon’s *Histoire Naturelle*”. *Studies in Eighteenth-Century Culture* 3, núm. 1 (1974): 293–321.
- Slowik, Edward. “Descartes’ Physics”. En *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta, Winter 2021. Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/descartes-physics/>.
- Snobelen, Stephen D. “The Myth of the Clockwork Universe: Newton, Newtonianism, and the Enlightenment”. En *The Persistence of the Sacred in Modern Thought*, 150–84. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press, 2012.
- Sobel, Dava. *The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. New York: Bloomsbury USA, 2007.
- Solano, Francisco de, ed. “Ordenanzas para la formación del libro de las descripciones de las Indias”. En *Cuestionarios para la formación de las relaciones geográficas de Indias: siglos XVI/XIX*, 16–74. Colección Tierra nueva e cielo nuevo 25. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Estudios Históricos, Departamento de Historia de América, 1988.

- Soria-Galvarro Derpich, Rodolfo. “La hora y la longitud, una historia de perseverancia”. *Revismar* 5 (2015): 52–57.
- Soto, Carlos Isler. “El Tiempo en las Confesiones de San Agustín”. *Revista de Humanidades* 17–18 (2008): 187–99.
- Stampa, Manuel Carrera. “Relaciones geográficas de Nueva España, siglos XVI y XVIII”. *Estudios de historia novohispana*, núm. 2 (1968): 233–61.
- Suárez Rivera, Manuel. “El periodismo en construcción. Estrategias comerciales de la Gazeta de México. 1784-1785”. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 36, núm. 143 (2015): 207–31.
- Susannah Ferreira. *The Crown, the Court and the Casa Da Índia: Political Centralization in Portugal 1479-1521*. The Medieval and Early Modern Iberian World. Leiden: Brill, 2015.
- Swerdlow, N. M. “The Empirical Foundations of Ptolemy’s Planetary Theory”. *Journal for the History of Astronomy* 35, núm. 3 (2004): 249–71.
- Tovar Ramírez, Aurora. “Ephemeris calculada al Meridiano de México para el año Del Señor de 1757. Por Doña Maria Francisca Gonzaga de el Castillo”. *Cadernos Pagu*, núm. 15 (2000): 103–27.
- Towns, Lydia. “Merchants, Monarchs, and Sixteenth-Century Atlantic Exploration: New Insight into Henry VIII’s Planned Voyage of 1521”. *Terrae Incognitae* 52, núm. 2 (2020): 214–28.
- Trabulse, Elías. *El círculo roto*. México: Fondo de Cultura Económica/ Secretaría de Educación Pública, 1984.
- . “El reloj de Oaxaca. Astronomía y cronometría en el México colonial”. *Estudios*, núm. 3 (1985): 9–29.
- . “Fray Diego Rodríguez y la posición geográfica de México”. *Diálogos: Artes, Letras, Ciencias humanas* 18, núm. 4 (106) (1982): 13–15.
- . *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*. 2a ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2017.
- . “La obra cartográfica de don Carlos de Sigüenza y Góngora”. *Caravelle. Cahiers du monde hispanique et luso-brésilien* 76, núm. 1 (2001): 265–75.

- , ed. “La obra científica de don Carlos de Sigüenza y Góngora (1667-1700)”. En *Carlos de Sigüenza y Góngora: homenaje, 1700-2000*, 93–124. Serie Historia novohispana 65. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2000.
- . “Un científico mexicano del siglo XVII: Fray Diego Rodríguez y su obra”. *Historia Mexicana*, el 1 de julio de 1974, 36–69.
- Truitt, E. R. “The Clockwork Universe: Keeping Sacred and Secular Time”. En *Medieval Robots: Mechanism, Magic, Nature, and Art*. Filadelfia: University of Pennsylvania Press, 2015.
- Tutino, John. *Creando un nuevo mundo: Los orígenes del capitalismo en el Bajío y la Norteamérica española*. México: Fondo de Cultura Económica, 2016.
- Uribe Parra, Ricardo. “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”. *Boletín Museo del Oro*, núm. 58 (2018): 8–56.
- . *Las dinámicas del tiempo. Relojes, calendarios y conductas en el Virreinato de la Nueva Granada*. Medellín: La Carreta Editores, 2016.
- Uribe, Ricardo. “Composición, impresión y consulta del tiempo en los calendarios iberoamericanos (Valladolid 1628-Bogotá 1888)”. *Historia y Sociedad*, núm. 37 (diciembre de 2019): 52–82.
- . “Del Modo de Arreglar Un Reloj Por Los Planetas: Mutis, Caldas y Rizo, Lectores de Un Tratado de Relojería”. En *Medir El Tiempo, Calendarios y Relojes*. Bogotá, 2017.
- Valdez Garza, Dalia. “La Gazeta de literatura de México (1788-1795). Tránsitos entre periódicos novohispanos y de la metrópoli”. *El Argonauta español. Revue bilingue, franco-espagnole, d’histoire moderne et contemporaine consacrée à l’étude de la presse espagnole de ses origines à nos jours (XVIIe-XXIe siècles)*, núm. 14 (2017).
- Valle Pavón, Guillermina del. *Mercaderes, comercio y consulados de Nueva España en el siglo XVIII*. México: Instituto Mora, 2003.
- Van Damme, Stéphane. “Measuring the Scientific Greatness: the Recognition of Paris in European Enlightenment”. *Les Dossiers du Grihl*, 2007. <https://journals.openedition.org/dossiersgrihl/772>.
- Vartija, Devin. “Revisiting Enlightenment Racial Classification: Time and the Question of Human Diversity”. *Intellectual History Review* 31, núm. 4 (2021): 603–25.

- Velasco, Juan López de. *Geografía y descripción Uuiversal de las India. Publicada por primera vez en el Boletín de la Soiedad Geográfca de Madrid, con adiciones e ilustraciones por Don Justo Zaragoza*. Madrid: Impresor de la Real Academia de la Historia, 1894.
- Velázquez de León, Joaquín. “Descripción histórica y topográfica del Valle, las lagunas y Ciudad de México. De las inundaciones que ésta ha padecido y principalmente de las grandes obras que se han hecho y aún se están haciendo para preservarla de esta calamidad a que está expuesta”. En *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México, 1773-1775*, 181–356. Serie de Historia Novohispana 25. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 1977.
- Velázquez Fernández, Héctor. “Instrumentación, ciencia y epistemología: la relevancia de la observación novohispana del eclipse lunar de 1584”. *En-claves del pensamiento* 2, núm. 4 (2008): 113–30.
- Vogel, Klaus. “Cosmography”. En *The Cambridge History of Science: Volume 3: Early Modern Science*, traducido por Alisha Rankin, 3:469–96. The Cambridge History of Science. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- Whatmore, Richard. *What Is Intellectual History?* Cambridge: John Wiley & Sons, 2016.
- Withers, Charles W. J., y Hayden Lorimer. *Geographers: Biobibliographical Studies, Volume 27*. Vol. 27. Bibliographical Studies. Bloomsbury: Bloomsbury Publishing, 2015.
- Wolff, Robert S. “Da Gama’s Blundering: Trade Encounters in Africa and Asia during the European ‘Age of Discovery,’ 1450-1520”. *The History Teacher* 31, núm. 3 (1998): 297–318.
- Woolard, Edgar. *Spherical Astronomy*. Elsevier, 2021.
- Wootton, David. *The Invention of Science: A New History of the Scientific Revolution*. London: Penguin UK, 2015.