

Artículo de reflexión / revisión

Mirar el cielo para cartografiar la Tierra. Ciencia, poder y mapas desde Hiparco hasta Harrison

Juan Meléndez Sánchez

Universidad Carlos III de Madrid (Leganés), Madrid, España.

E-mail: melendez@fis.uc3m.es

Recibido: 07/06/2026; Publicado: 30/06/2026

Resumen

La historia de los mapas es un ejemplo de una constante en la historia de la ciencia: la inesperada utilidad práctica de conocimientos que nacieron como puramente teóricos. Durante siglos, la representación precisa de la Tierra dependió de problemas astronómicos aparentemente alejados de toda aplicación práctica, desde la invención de las coordenadas geográficas por Hiparco hasta el uso de los satélites de Júpiter como reloj celeste. Tras el descubrimiento de América, la determinación de la longitud en el mar se convirtió en uno de los mayores desafíos científicos de su tiempo y en una cuestión estratégica para la navegación, el comercio y el poder político. Aunque las primeras soluciones fueron de carácter astronómico, la resolución práctica del problema llegó finalmente de la mano de la tecnología, con la invención del cronómetro marino de John Harrison. La historia de los mapas nos permite también asomarnos a los primeros pasos de la institucionalización de la ciencia, en los siglos XVII y XVIII, cuando confluyeron teoría científica, innovación tecnológica e intereses estatales en un proceso que continúa hasta nuestros días y que ha sido fundamental para la construcción del mundo moderno.

Palabras clave: cartografía; historia de la ciencia; longitud geográfica; astronomía; John Harrison.

Looking to the sky to map the Earth: Science, power, and maps from Hipparchus to Harrison

Abstract

The history of maps exemplifies a constant in the history of science: the unexpected practical utility of knowledge that originated as purely theoretical. For centuries, the accurate representation of the Earth depended on astronomical problems seemingly unrelated to any practical application, from Hipparchus's invention of geographic coordinates to the use of Jupiter's moons as a celestial clock. Following the discovery of America, determining longitude at sea became one of the greatest scientific challenges of its time and a strategic issue for navigation, trade, and political power. Although the first solutions were astronomical in nature, the practical resolution of the problem finally came from technology, with John Harrison's invention of the marine chronometer. The history of maps also allows us to glimpse the first steps in the institutionalization of science in the 17th and 18th centuries, when scientific theory, technological innovation, and state interests converged in a process that continues to this day and has been fundamental to the construction of the modern world.

Keywords: cartography; history of science; geographic longitude; astronomy; John Harrison.

Introducción

La historia de la cartografía suele contarse como una sucesión de exploraciones, viajes y descubrimientos geográficos. Vemos mentalmente marinos, brújulas, pergaminos y costas desconocidas. Sin embargo, una parte fundamental de esa historia transcurrió mirando al cielo. Durante siglos, la posibilidad misma de construir algo tan práctico como un mapa fiable dependió de problemas astronómicos que hoy diríamos que pertenecen al ámbito de la ciencia pura, y en su momento, muchos considerarían incluso parte de las matemáticas. La cartografía moderna nació de la unión entre geografía, astronomía, matemáticas y tecnología. Y esa unión transformó el mundo.

La cuestión no era simplemente representar montañas, ríos o costas. Lo que estaba en juego era algo mucho más esencial: la capacidad de localizar con precisión cualquier punto sobre la Tierra. Quien dominara esa capacidad dominaría las rutas marítimas, el comercio mundial y, finalmente, el poder político y militar.

La historia de los mapas modernos es también la historia de la institucionalización de la ciencia, del nacimiento de los grandes programas científicos estatales y del descubrimiento de que las teorías más abstractas pueden acabar teniendo consecuencias prácticas inmensas e inesperadas.

El problema oculto de los mapas

A primera vista, hacer un mapa parece sencillo. Basta recorrer un territorio y representar lo que vemos. De hecho, los seres humanos elaboraron mapas desde épocas muy antiguas. Aunque apenas se conserva ningún ejemplar de la Antigüedad, sabemos por textos griegos y romanos que los mapas eran habituales entre comerciantes, militares y navegantes.

Sin embargo, realizar mapas precisos de regiones extensas planteaba dificultades enormes. Para representar correctamente una zona pequeña bastan métodos locales: medir distancias, orientaciones y accidentes geográficos. En la antigua Grecia se conocía incluso la idea de la triangulación: si conocemos la distancia entre dos puntos y medimos desde ellos los ángulos hacia un tercero, podemos calcular gracias a la trigonometría la posición de este último. Extendiendo sucesivamente esa red de triángulos puede cubrirse un territorio completo; pero la idea no se llevó a la práctica, porque en un mosaico de pequeñas ciudades-estado como la antigua Grecia no había los medios ni la voluntad política de emprender esa tarea.

El problema real aparece, sin embargo, cuando intentamos ampliar indefinidamente esa red. En primer lugar, los errores se acumulan. Una pequeña imprecisión inicial acaba generando desviaciones enormes a gran distancia. Pero existe además una dificultad mucho más profunda: la Tierra es esférica. Un conjunto de pequeños mapas planos no puede producir un mapa correcto del mundo.

Para evitar que la precisión de la red de triangulación se venga abajo, hay que anclarla en puntos de referencia seguros. ¿Pero cómo situar esos puntos sin un mapa preciso? La única salida para escapar a ese círculo vicioso fue elevar los ojos al cielo.

La invención de las coordenadas geográficas

La idea de localizar cualquier punto mediante latitud y longitud nos resulta hoy completamente natural. Sin embargo, fue una de las grandes conquistas intelectuales de la Antigüedad. Eratóstenes, en el siglo III a. C., intentó ya organizar racionalmente la información geográfica disponible. Su mapa del mundo conocido representó un esfuerzo extraordinario por separar información fiable de relatos fantásticos y por introducir cierta estructura geométrica en la descripción de la Tierra.

Pero el gran salto conceptual llegó con Hiparco. Astrónomo antes que geógrafo, había elaborado un catálogo estelar en el que cada estrella quedaba identificada mediante coordenadas celestes. Y comprendió una idea decisiva: esa misma red geométrica, que él había trazado sobre la esfera celeste, podía proyectarse sobre la esfera terrestre. Así nació la malla regular de paralelos y meridianos que hoy nos resulta tan familiar.

La posición de un punto sobre la Tierra quedaba, entonces, determinada por dos ángulos la latitud y la longitud. La latitud podía determinarse con facilidad observando la altura de la estrella Polar sobre el horizonte o la altura del Sol al mediodía. El verdadero problema era la longitud. Aquí no nos sirven las estrellas, al menos no directamente, porque a lo largo de un paralelo las estrellas que observamos son exactamente las mismas. La diferencia está, únicamente, en *cuando las observamos*. La longitud no depende directamente de la geometría, sino del tiempo.

La Tierra gira 360 grados en 24 horas. Por tanto, una diferencia horaria de una hora entre dos lugares equivale a 15 grados de longitud. Si pudiéramos comparar exactamente la hora local de dos ciudades en el mismo instante, conoceríamos inmediatamente su diferencia de longitud. Era una idea muy elegante, pero tenía un grave inconveniente: ¿cómo podemos saber qué hora solar es ahora en un lugar alejado?

El problema imposible

Hoy nos cuesta darnos cuenta de la dificultad del problema: se nos ocurre, por ejemplo, llamar por teléfono y preguntar. Pero ninguno de los medios de comunicación instantánea que hoy tenemos existía en la antigua Grecia. Los astrónomos griegos encontraron una salida: observar un eclipse de Luna. La entrada de la Luna en el cono de sombra de la Tierra es un fenómeno que se puede observar a la vez desde toda la mitad nocturna del planeta. Comparando la hora local del fenómeno podía obtenerse la diferencia de longitud.

Pero los eclipses eran demasiado escasos para convertir este procedimiento en una técnica práctica de cartografía. Los griegos registraron dos o tres, y Ptolomeo usó los datos, poco fiables, en sus mapas, que por eso tenían errores sistemáticos (normalmente, las distancias eran bastante acertadas en dirección norte-sur, pero sobreestimaban las distancias en dirección este-oeste, que dependían de la determinación de la longitud)

La situación cambió radicalmente con la expansión oceánica europea. Mientras los navegantes mediterráneos podían orientarse relativamente bien siguiendo las costas, cruzar el Atlántico suponía internarse durante semanas en mar abierto sin referencias fiables. La navegación "a estima", basada en brújula, velocidad aproximada y experiencia, producía errores enormes. Los retrasos, pérdidas de mercancías y naufragios eran constantes.

El problema adquirió además una dimensión política inmediata. Tras el descubrimiento de América, España y Portugal firmaron el Tratado de Tordesillas, que dividía el mundo mediante un meridiano imaginario. Pero existía un inconveniente evidente: nadie sabía determinar con precisión dónde estaba ese meridiano. La cuestión de la longitud dejó de ser entonces un problema puramente intelectual. Se convirtió en un asunto estratégico de primer orden.

Galileo y el reloj celeste de Júpiter

A comienzos del siglo XVII apareció una solución conceptualmente brillante. Galileo había descubierto cuatro satélites orbitando alrededor de Júpiter. Sus eclipses podían predecirse con gran regularidad. Aquellos satélites funcionaban, en cierto modo, como un reloj universal visible desde toda la Tierra.

La idea consistía en comparar la hora local de observación de un eclipse de uno de los satélites con la hora predicha para un observatorio de referencia. La diferencia proporcionaba directamente la longitud. Galileo presentó este método a la corona española y posteriormente a Holanda. La teoría era impecable. Pero existía un problema práctico devastador: observar con precisión los satélites de Júpiter desde la cubierta oscilante de un barco era prácticamente imposible.

Sin embargo, el método sí resultó extraordinariamente útil en tierra firme. Y aquí comenzó una de las grandes transformaciones de la ciencia moderna.

Colbert, Cassini y el nacimiento de la gran ciencia estatal

En la segunda mitad del siglo XVII, Francia inició un ambicioso programa científico impulsado por Jean-Baptiste Colbert, ministro de Luis XIV. Colbert comprendió algo nuevo para la época: la ciencia no era únicamente una actividad intelectual prestigiosa, sino un instrumento de poder estatal.

En 1666 fundó la Académie Royale des Sciences. Aquello representó una ruptura histórica. Por primera vez, un Estado financiaba de forma sistemática la investigación científica, reclutando especialistas, construyendo observatorios y dotando recursos permanentes a los investigadores. La ciencia empezaba a institucionalizarse.

Entre los científicos atraídos a París se encontraba Giovanni Domenico Cassini. Cassini perfeccionó enormemente las tablas (“efemérides”) que predecían el movimiento de los satélites de Júpiter. Gracias a observaciones mucho más precisas y telescopios mejores, los eclipses de esos satélites pudieron utilizarse para determinar longitudes con una exactitud desconocida hasta entonces.

Desde el Observatorio de París se organizaron campañas de observación sistemáticas: astrónomos enviados por todo el territorio registraban los eclipses jovianos y comparaban sus observaciones con las realizadas en París. Por primera vez se construía una red de posiciones geográficas, determinadas científicamente, que cubrían un territorio muy amplio. Así se pudo realizar el primer mapa científico de un país entero: Francia.

El resultado fue espectacular. Muchas regiones aparecieron desplazadas respecto a los mapas anteriores. Algunas costas tuvieron que corregirse decenas de kilómetros. El propio Luis XIV comentó irónicamente que sus astrónomos le habían hecho perder más territorio que todos sus enemigos juntos. La anécdota revela algo importante: los nuevos mapas científicos no eran

simplemente dibujos más bonitos. Eran instrumentos de administración, fiscalidad, ingeniería, navegación y poder militar. La cartografía moderna nació ligada al Estado moderno.

Medir la Tierra

Para convertir las coordenadas de latitud y longitud en distancias faltaba todavía una pieza esencial: conocer con precisión el tamaño de la Tierra. La idea básica ya había sido formulada por Eratóstenes en Alejandría muchos siglos antes: bastaba medir la diferencia de latitud entre dos lugares situados sobre el mismo meridiano y la distancia real que los separaba, para, con una simple regla de tres, calcular el factor de proporcionalidad entre coordenadas y distancias sobre la superficie terrestre. Para calcular la longitud correspondiente a un grado terrestre. Pero ahora la cuestión podía abordarse con instrumentos mucho más sofisticados.

La Académie Royale encargó la tarea a Jean Picard, que realizó laboriosas campañas de triangulación con telescopios goniómetros de una precisión inédita. El resultado fue una medida del radio terrestre extraordinariamente exacto para la época: la combinación de triangulación terrestre, coordenadas astronómicas y medida precisa de la Tierra permitió finalmente construir mapas científicos modernos.

Pero persistía todavía un problema decisivo: el método astronómico seguía siendo inútil para los barcos.

El gran premio de la longitud

La crisis definitiva llegó en Inglaterra en 1707. Ese año, la flota del almirante Sir Cloudesley Shovel naufragó cerca de las islas Scilly tras un error de navegación causado por una determinación incorrecta de la longitud. Murieron cerca de dos mil marinos.

La conmoción fue enorme, y tras años de polémicas, por fin en 1714 el Parlamento británico ofreció el famoso *Longitude Prize*: una recompensa gigantesca para quien encontrara un método capaz de determinar la longitud con precisión suficiente en alta mar.

Las propuestas extravagantes proliferaron inmediatamente. Algunas rozaban lo delirante. Se llegó incluso a sugerir el uso del llamado “polvo de simpatía”, una supuesta sustancia capaz de transmitir dolor a distancia a un perro herido que viajaría a bordo del barco, permitiendo sincronizar relojes mediante sus ladridos. Pero detrás de aquellas extravagancias existía un problema técnico completamente real.

La solución más razonable había sido propuesta por el astrónomo neerlandés Gemma Frisius, y hoy nos parece casi obvia: llevar a bordo un reloj extraordinariamente preciso ajustado a la hora del puerto de partida. Comparando esa hora con el mediodía solar local podría determinarse la longitud.

El inconveniente era que semejante reloj no existía.

John Harrison y la victoria de la técnica

John Harrison no era astrónomo ni matemático. Era carpintero; un autodidacta obsesivo y extraordinariamente paciente, que dedicó décadas a resolver un problema que muchos consideraban imposible. Los relojes portátiles de la época eran demasiado imprecisos. El gran avance se consiguió con el reloj de péndulo de Christiaan Huygens, pero una vez más, lo que funcionaba en tierra no

servía en el mar: el continuo movimiento alteraba las oscilaciones y echaba a perder su precisión. Y en cuanto a los relojes puramente mecánicos, las dificultades prácticas disuadieron incluso a un genio de la experimentación como Robert Hooke, que interesado (como tantos otros) por el suculento premio, acabó echando pestes de todo el “catálogo de dificultades” que se había encontrado, y que incluía “la alteración de los climas, aires, fríos y calores; la temperatura de los muelles, la naturaleza de las vibraciones, el desgaste de los materiales, el movimiento del barco y otras diversas”

Harrison abordó cada uno de esos problemas con una combinación excepcional de ingenio mecánico y perseverancia. Durante más de treinta años construyó sucesivamente varios cronómetros marinos cada vez más precisos. Sus diseños incorporaban soluciones revolucionarias: mecanismos compensados térmicamente, sistemas para reducir fricción (fue el inventor de los rodamientos a bolas) y osciladores basados en muelles, una idea que abordó Hooke pero no consiguió llevar a buen puerto.

Finalmente, su reloj H4 logró algo sin precedentes: mantener la precisión suficiente durante una travesía de ida y vuelta del Atlántico: menos de tres segundos de error al día mantenidos durante varios meses a bordo de un barco. El problema de la longitud estaba esencialmente resuelto.

Sin embargo, Harrison no recibió inmediatamente el premio. El Consejo de la Longitud estaba dominado en gran parte por astrónomos y sectores institucionales que favorecían métodos astronómicos tradicionales. Muchos desconfiaban de que un simple relojero hubiera resuelto un problema que había desafiado durante siglos a las grandes figuras de la ciencia europea.

Se le exigieron nuevas pruebas continuamente. Después de cada éxito aparecían requisitos adicionales, retrasos burocráticos o nuevas objeciones. Harrison envejeció luchando contra intereses creados y resistencias institucionales. La situación acabó convirtiéndose en un escándalo público, y sólo se resolvió cuando finalmente intervino el propio rey Jorge III, que apoyó personalmente a Harrison. Por fin, ya anciano, recibió la recompensa económica que merecía.

La historia posee un cierto valor simbólico. El gran problema de la navegación moderna no fue resuelto finalmente por una teoría astronómica, sino por un extraordinario desarrollo tecnológico basado en precisión mecánica extrema.

El reloj y el Imperio

La importancia histórica del cronómetro marino fue inmensa. Gracias a él, la Marina británica pudo navegar con una precisión desconocida hasta entonces. Las rutas comerciales se volvieron más seguras y rápidas. La cartografía oceánica mejoró enormemente. La navegación dejó de depender en gran medida de aproximaciones inciertas.

No es exagerado afirmar que el cronómetro de Harrison fue uno de los instrumentos tecnológicos que contribuyeron decisivamente a la hegemonía marítima británica. Durante el siglo XVIII y comienzos del XIX, el dominio de los mares proporcionó a Gran Bretaña una ventaja comercial, militar y colonial extraordinaria. Esa supremacía descansaba no sólo sobre barcos y cañones, sino también sobre instrumentos científicos: telescopios, mapas, tablas astronómicas y, especialmente, cronómetros. La ciencia se convertía así en infraestructura del poder global.

Ciencia, teoría y representación del mundo

La historia de la cartografía moderna muestra algo profundamente revelador sobre la ciencia. Los astrónomos griegos que estudiaban el movimiento de las estrellas no intentaban mejorar la navegación oceánica ni construir imperios marítimos. Buscaban comprender racionalmente el cosmos. Sin embargo, siglos después, aquellas teorías permitieron localizar barcos en medio del Atlántico y construir mapas de precisión inédita. La ciencia teórica terminó produciendo consecuencias prácticas gigantescas e imprevisibles.

Al mismo tiempo, la historia muestra que las teorías por sí solas no bastan. Hacían falta también instrumentos, observatorios, financiación estatal, relojeros, ingenieros y redes institucionales capaces de transformar conocimiento abstracto en capacidad técnica efectiva. La cartografía moderna nació precisamente de esa convergencia entre teoría, técnica y poder político.

Hoy vivimos una transformación comparable. Los sistemas de información geográfica, el posicionamiento satelital, la teledetección, el big data espacial y la inteligencia artificial están modificando radicalmente nuestra relación con el espacio. Pero, en el fondo, seguimos enfrentándonos a la misma aspiración intelectual que animaba a Hiparco, Cassini o Harrison: encontrar una manera rigurosa de representar el mundo y situarnos dentro de él. La historia de los mapas es, en última instancia, la historia de esa ambición humana de convertir el espacio desconocido en un espacio inteligible.



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.