

# LOS EXTRAÑOS HOMBRES DE SEGUNDOS. MEDICIÓN Y PERCEPCIÓN DE LAS FRACCIONES DEL MINUTO POR PARTE DE LOS ILUSTRADOS NEOGRANADINOS

RICARDO URIBE

Freie Universität Berlin, Lateinamerika-Institut

## *Resumen*

Ciertamente la división sexagesimal del minuto no fue una invención propia del siglo XVIII, pero para el grueso de la población europea y americana los segundos aún resultaban tan extraños como los hombres que lograron percibirlos y dotarlos de alguna utilidad. Las razones por las que un grupo particular de la sociedad requirió de una escala cronométrica más precisa y las consecuencias de este fenómeno, se estudian en este artículo mediante el caso de los ejercicios de astronomía que adelantaron los ilustrados del virreinato de la Nueva Granada. Este puñado de jóvenes entusiastas, conocedores de los últimos avances de la cronometría y ávidos por adquirir los relojes más fiables de la época, conquistaron por medio de sus prácticas científicas la capacidad de captar en intervalos más contiguos los movimientos de ciertos cuerpos a la par que descubrieron la fugacidad de esta ínfima fracción temporal —indicios de una relación acelerada y tormentosa con el tiempo—.

## *Abstract*

Certainly the sexagesimal division of the minute was not an invention of the eighteenth century, but for the bulk of the European and American population the seconds were still as strange as the men who managed to perceive them and provide them with some usefulness. The reasons why a particular group of society required a more precise chronometric scale and the consequences of this phenomenon, are studied in this article through the case of astronomy exercises carried out by the enlightened of the Viceroyalty of New Granada. This handful of young enthusiasts, knowing the latest advances in chronometry and eager to acquire the most reliable timepieces of the time, conquered through their scientific practices the ability to

capture in more contiguous intervals the movements of certain bodies at the same time they discovered the fugacity of this tiny temporal fraction —clues of an accelerated and stormy relationship with time—.

*Palabras clave:* Tiempo, Astronomía, Relojería, Aceleración social, Instrumentos científicos, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

*Key words:* Time, Astronomy, Clock, Social Acceleration, Scientific Instruments, Science, Technology and Society.

Recibido el 26 de marzo de 2019 — Aceptado el 8 de mayo de 2019

“Nada existe en la astronomía sin el tiempo: esta es la llave, este es el fundamento de esa crítica inmensa. El péndulo que usted posee es malo, y necesita otro mejor”.

*Breve lección de Francisco José de Caldas a Jerónimo Torres<sup>1</sup>*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los relojes públicos apostados en las torres de las iglesias del virreinato de la Nueva Granada marcaron, a lo largo del siglo XVIII, únicamente los cuartos de hora y en casos excepcionales los minutos. De la misma manera, los relojes que portaban en las faltriqueras los virreyes, clérigos y oficiales no tenían más que las manecillas del horario y del minuterero. Ciertamente la división sexagesimal del minuto no fue una invención propia del siglo XVIII, pero para el grueso de la población europea y americana los segundos aún resultaban tan extraños como los hombres que lograron percibirlos y dotarlos de alguna utilidad<sup>2</sup>. Fue el grupo de jóvenes ilustrados, quienes bajo el ideal de precisión y exactitud, hicieron de los segundos la medida básica de sus observaciones e introdujeron entre la sociedad neogranadina la noción de la sexagésima parte del minuto<sup>3</sup>. Rastreando la trayectoria de los primeros cronómetros marinos que arribaron al territorio, este artículo tiene como objetivo comprender el proceso mediante el cual los ilustrados conquistaron los segundos; escala cronométrica que les permitió capturar numéricamente y en intervalos más contiguos los movimientos de ciertos cuerpos, mediciones recurrentes que a su vez implantó entre ellos la semilla de una relación acelerada y tormentosa con el tiempo.

A partir del estudio de las prácticas científicas, especialmente de la astronomía, el texto se compone de tres secciones que dan respuesta a preguntas puntuales: cómo los ilustrados descubrieron la necesidad de adquirir cronómetros, cómo conquistaron los segundos, y cómo llegaron a emplear y valorar esa ínfima fracción de tiempo. En el primer apartado se reconstruyen las vías por las cuales llegaron a las manos del médico y botánico José Celestino Mutis dos cronómetros ingleses de vanguardia, y

cómo él y sus colaboradores más cercanos aprendieron a emplearlos, manipularlos y ajustarlos correctamente. En el segundo apartado se estudia la manera mediante la cual los ilustrados lograron captar los segundos, disposiciones mentales y corporales que implicaron afinar la mirada, agudizar el oído y adoptar un nuevo tipo de lenguaje que desplazó expresiones como “momentos” e “instantes”; nociones tan populares como imprecisas que hasta entonces se tenían para referirse a los segundos. En el tercer apartado se observa que los ilustrados constituyeron su *tiempo colectivo* sobre la base de la captación de los segundos, medida científica que terminó temporalizando sus actividades cotidianas bajo un ritmo de vida que comenzó a caracterizarse por la urgencia y el agobio.

En contra de lo que se concluye con tanta frecuencia, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII la posesión de relojes ya no era un asunto restringido a los sectores de la sociedad con mayores recursos económicos, así como la alta cronometría nunca fue una técnica perseguida únicamente por los ingleses y los franceses. Las expediciones científicas impulsadas y patrocinadas por la Corona española fueron dotadas de péndulos astronómicos y cronómetros marinos, al tiempo que los relojeros ubicados en ambas partes del Océano publicaron más de una veintena de manuales y tratados de relojería para atender las dudas de un público creciente<sup>4</sup>. Lo cierto es que durante este siglo, unos y otros, europeos y americanos, científicos y entusiastas, se iniciaron en el uso de estos artefactos: acoplándose al mundo diminuto de los engranajes, familiarizándose al delicado —y en un principio imperceptible— compás del segundero. De modo que el caso de los ilustrados neogranadinos no resulta ser un ejemplo exclusivo, exótico y menos particular. Más bien es un caso que nos permite explorar el desarrollo de un fenómeno en ciernes que se manifestó con cierta simultaneidad en varias partes del mundo, y que a la postre terminó con la naturalización de aquella medida científica a nivel popular<sup>5</sup>.

Al estudiar esta ínfima fracción temporal se busca sacar a la luz un capítulo de la historia del tiempo moderno que guarda relación con el fenómeno de la aceleración social. Consideramos que los autores que han abordado dicho problema se limitan a recopilar ejemplos propios de las sociedades del presente mediante los cuales se dice percibir la aceleración, ejercicios acompañados de un conjunto de valoraciones que encuentran asidero en la nostalgia de un presunto pasado con un ritmo de vida ralentizado<sup>6</sup>. De la misma manera se olvidan que la aceleración es perceptible gracias a una medida temporal objetiva que sirve de axial para notar la velocidad de cualquier movimiento. Por esta vía se ignora que la aceleración no es una exclusividad del mundo contemporáneo, fabril o digital, y que para dar cuenta de sus efectos no resulta suficiente enunciar su percepción. En el ámbito científico del siglo XVIII vemos entonces cómo las interacciones sociales se conjugaron con la cronometría para dar paso a una vida pulsante, precipitada y acompasada por los segundos. Medición y percepción que se constituyó socialmente; tiempo objetivo y subjetivo propio de aquellos jóvenes ilustrados<sup>7</sup>.

## 2. EL DESCUBRIMIENTO DEL CRONÓMETRO.

### LAS FLORES DE MARIQUITA Y LAS RELOJERÍAS DE LONDRES

Tendido en las praderas de la población de Mariquita, después de dos días de observación minuciosa, Mutis sospechó que el horario de vigilia correspondiente a la planta conocida como Verdolaga se daba entre “las nueve hasta las diez” de la mañana. Con base en ello escribió: “Parece que las vigilias de esta planta son fugacísimas, y de poca duración”. Acto seguido dedujo que el desvelo de la flor se presentaba con dos horas de anticipación “respecto del correspondiente mediodía de cada país” en Europa. Con este dato contempló la posibilidad de hallar “la diferencia de Meridianos entre Upsala, en que escribió Linneo, y Mariquita”, es decir: obtener la longitud de ciertos lugares cotejando el “retardo en que tienen sus vigilias” ciertas flores<sup>8</sup>.

Durante siete meses, entre junio y diciembre de 1784, Mutis capturó en horas y minutos los movimientos de los sépalos y los pétalos de algunas plantas, anotando en su diario las aperturas y las oclusiones según lo indicaba su reloj. La empresa resultaría infructuosa por una serie de factores que en su momento Mutis no consideró, pero para él la razón de su fracaso se debió, principalmente, a la irregularidad de su reloj<sup>9</sup>. En varios pasajes de su diario dejó consignado los defectos de su marcha, quejándose porque se paralizaba, adelantaba y atrasaba por varios minutos. Incrédulo de su reloj, terminó depositando su confianza en la supuesta regularidad de los sueños y las vigilias de las plantas para determinar la hora: “Justamente me valgo ya del reloj de Flora. Después de la una se ha puesto el cielo cubierto, y no puedo discernir qué hora será... estando sin movimiento mi excelente reloj de faltriquera”<sup>10</sup>.

Es verdad que aún a finales del siglo XVIII los mecanismos de relojería eran propensos a estropearse, como también que los portadores estaban sujetos a ajustarlos periódicamente con el “tiempo verdadero o natural” (es decir con la altura del Sol al mediodía o con la hora que indicase un reloj solar). Pero en este punto Mutis estaba enterado de los últimos avances de la cronometría, sabía de la existencia de mecanismos más regulares que garantizaban un “tiempo medio” con independencia de los trajines a los que se sometiera y autónomo frente las variaciones atmosféricas; es decir: relojes que aseguraban un tiempo promedio ante el “atraso o adelanto” del Sol, variaciones en la duración de los días producto del desplazamiento aparente del astro entre los trópicos a lo largo del año. De ahí que entre la lista de instrumentos que solicitó a la Corona española para emprender la Real Expedición Botánica incluyera “un Relox de Pendula para las observaciones astronómicas” y “dos Reloxes de faltriquera con minutos y segundos”<sup>11</sup>. La petición fue elevada a Madrid por medio del virrey y arzobispo Antonio Caballero y Góngora, personaje crucial para que la expedición recibiera el aval real y por lo tanto figura clave para obtención de los instrumentos<sup>12</sup>.

En la ciudad de Santafé de Bogotá, en medio de un mar de tinta y de columnas de folios, los escribanos de la Secretaría del virreinato recibieron una orden habitual:

realizar dos copias de un documento llegado desde la Península para que su jefe, el Secretario General don José Casamayor, lo acreditara con su rúbrica. Con caligrafía impecable, dos de aquellos funcionarios comenzaron a escribir:

Instrucciones para los nuevos Relojes Astronómicos con cilindro de Rubí que fueron hechas por el Señor Josiah Emery de Londres, y ordenadas por el Señor Juan Jacinto de Magallanes que ha hecho prueba de su modo de andar comparado con tiempos medios<sup>13</sup>.

Acostumbrados a transcribir documentos de diversa índole mas no a comprender del todo su contenido, pues se trataba de un oficio mecánico mas no liberal, aquellos copistas llevaron a cabo su labor a sabiendas que las palabras que reproducían trataban sobre un reloj especial, distinto al que portaban en sus faltriqueras.

En Londres, tal como lo señala las instrucciones enviadas a Santafé, el maestro relojero Josiah Emery (c.1725-1794) había atendido en su taller una petición del comerciante portugués Juan Jacinto Magallanes, agente encargado de adquirir la bibliografía y el utillaje científico para suplir de medios modernos a las expediciones que adelantaba la Corona española<sup>14</sup>. La orden provenía directamente del rey Carlos III, quien desde 1783 le había aprobado a Mutis su solicitud de instrumentos como “primer Botánico y Astrónomo de la Expedición Botánica de la América Septentrional”<sup>15</sup>. Sin embargo, contrario a lo que se puede asumir, la correspondencia enviada entre Madrid y Londres muestra que conseguir esta “clase de instrumentos” en Inglaterra no era tarea fácil “por haber mui pocos artifices” y “por los chascos que aquí se experimentan” con ellos, un hecho que nos reitera, por un lado, el mundo extraño de la cronometría en el que Mutis participaba, y por otro lado, la relativa simultaneidad en que aconteció la divulgación de este tipo de técnicas y de tecnología en ambas partes del Océano<sup>16</sup>. Lo cierto es que una vez contratado, para aquel relojero de origen suizo el encargo implicó manufacturar dos ejemplares del invento que lo hizo reconocido dentro del círculo de relojeros más versados de Inglaterra, y con el cual había logrado rebajar los costos de los cronómetros marinos, a saber: la simplificación del escape de áncora inventado por el relojero inglés Thomas Mudge, mecanismo que aseguraba la regularidad de los cronómetros en condiciones extremas<sup>17</sup>.

Próximo a zarpar desde el puerto de Cádiz rumbo a la ciudad de Cartagena de Indias, el maestre de la fragata mercante *Nuestra Señora de Dolores*, don Manuel Francisco Trava, firmó el 6 de marzo de 1785 un documento en el que constató el recibo de “tres cajones marcados Santa Fé” de manos de Bartolomé de Ortega Montenegro, oidor de la Real Audiencia de contratación de Indias, cajones que contenían libros e instrumentos “astronómicos” para ser entregados al “Excelentísimo e Ilustrísimos señor Virrey Arzobispo de Santafé” por medio de los “Señores Oficiales Reales del nominado Puerto de Cartagena”. Gracias a una Real Orden expedida por el ministro de Indias José de Gálvez con fecha de 2 de abril del mismo año, el virrey Antonio Caballero y Góngora se enteró del arribo al puerto de Cartagena de los “dos Reloxes Astronómicos hechos en Londres” solicitados por Mutis, y en consecuencia el 18 de abril de 1785 ordenó a los Oficiales Reales encargados de esa Plaza

de desembarcarlos “con el mayor cuidado, y que con el mismo se coloquen en las Reales cajas hasta nueva disposición”<sup>18</sup>.

Traducidas al español por Juan Jacinto Magallanes, las instrucciones de Emery acompañaron a los dos cronómetros hasta las manos de Mutis y sus compañeros más cercanos. Cada uno había sido verificado por sus “tiempos medios”, es decir, sometidos a prueba para que la variación entre uno y otro después de un mes de marcha no oscilara más de dos segundos de diferencia<sup>19</sup>. De manera concisa e inteligible, Emery explicaba en qué consistía el dispositivo que regulaba la máquina y que aseguraba semejante nivel de precisión. Indicaba a su presunto usuario que el mecanismo estaba calibrado de forma tal que el roce de los engranajes fuera el mínimo posible, y que el cilindro era de “Rubí en el cual esta[ba] formado el Escape de descanso de estos Relojes”. Además, informaba el avezado relojero, los cronómetros contaban con un sistema de compensación “para las variaciones causadas por el calor y el frío”, de modo que el cambio de temperatura, que normalmente dilatava o condensaba los metales alterando la oscilación del mecanismo, no afectaba para este caso la regularidad del reloj.

Emery aconsejaba que al cabo de algunos años era “preciso hacerlos limpiar por unos Relojeros instruidos”, pero que para “conservar estos relojes delicados” solo era necesario seguir sus directrices apoyándose en las “figuras” (planos) que adjuntaba de la maquinaria. Esta forma de entregar las instrucciones, es decir texto y representaciones gráficas, seguían el canon de los manuales y los tratados de relojería publicados a lo largo del siglo XVIII, los cuáles estaban impresos de tal forma que el lector desplazara su mirada entre el texto, las ilustraciones y su propio reloj, esto con el fin de ubicar las letras con las que eran nombradas las piezas del artefacto. De esta manera se orientaban los neófitos quienes con algo de práctica, mucho tacto y bastante paciencia podían aprender a mantener la maquinaria, conocer qué piezas se podían manipular y cuales definitivamente no:

después de haber quitado los dos Tornillos *E.E.* y la pieza *Q.F.* se podrá quitar enteramente la péndola que saldrá junto con su muelle Espiral y la pequeña pieza *X* [...] Hago particular encargo de no deshacer jamás las piezas que componen el termómetro de compensación *a.b.* por eso no es preciso quitarlas para limpiar el Reloj<sup>20</sup>.

A pesar de su perfección, los cronómetros debían ser ajustados periódicamente, ejercicio que consistía en someter al reloj

alternativamente al hielo, y al calor del tiempo más riguroso; lo que hace una operación mui pesada no siendo posible obrar si no atentas con mucha atención y cuidado.

Estas prácticas, además de invocar a la meticulosidad y de introducir nuevas técnicas y saberes, acompañaba al usuario al ritmo de la maquinaria, máxime si de cuadrar la hora se trataba. Como cualquier reloj, los cronómetros requerían de cuerda como principio fundamental de su funcionamiento, en este caso cada 24 horas. Para este fin las instrucciones indicaban que existían tres llaves: una para proporcionar la

cuerda, otra para adelantar o atrasar el segundero y una “pequeña llave azul” para ajustar la hora al cabo de 24 horas. Luego de esta explicación, Emery advertía que se debía “ser mui diestro en esta operación” porque bastaba girar noventa grados la llave para que el reloj se adelantara o atrasara “ocho o más segundos en 24 horas”, y asimismo agregaba una nota de aviso para que el usuario evitara, “por tener tal pereza”, empujar el minuterero con la mano.

De modo que la manipulación de los cronómetros implicaba un tipo particular de disciplina que iba desde lo temporal hasta lo corporal, de lo mental a lo manual; o en pocas palabras: puntualidad y exactitud. Pero la situación podía tornarse aún más aguda en cuanto a la manipulación del segundero, pues las indicaciones de Emery señalaban que el método a seguir consistía en estar atento a que la manecilla del segundero se hallara “exactamente a los sesenta segundos”, en este punto bajar una pequeña palanca ubicada en la parte lateral justo a la altura de los veinte minutos con la cual se detenía su marcha, tomar la llave del minuterero para alinear la manecilla sobre el segundero, observar una “péndola astronómica o un Reloj de comparación”, y estar preparado para “empujar [la palanca] hacia arriba” justo en el momento en que el segundero de la péndola llegara a los sesenta segundos. De esta manera se tenía un reloj sincronizado dispuesto para cronometrar ciertos eventos o para hacer observaciones longitudinales.

La llegada de los cronómetros a las manos de Mutis y sus colaboradores más cercanos despertó un ferviente interés entre los miembros de la Expedición, se entusiasmaron con la idea de cambiar sus viejos e irregulares relojes de faltriquera por unos más precisos. En efecto, en el mes de febrero de 1790, desde la población de Honda, Manuel Vicente Prieto, contador encargado de la remisión de Quina, le escribió a Salvador Rizo, pintor y mayordomo de la Expedición, para proponerle que le vendiera su reloj, pues según él, a Rizo ya le era “inútil y vergonzoso” en “presencia del famosísimo London-Cabrier que [tenía] como oráculo”<sup>21</sup>. En mayo del siguiente año, Rizo recibe otra carta, en esta ocasión escrita por José Gregorio Gutiérrez Moreno, abogado de la Real Audiencia de Santafé, mediante la cual le adjunta su reloj para que lo compusiera o vendiera en Mariquita al valor que pudiera, pues según Gutiérrez, ya se hallaba “fatigado con él”. Acto seguido, Gutiérrez le solicitó a Rizo, de manera insistente, que le preguntara a Mutis si ya estaba en camino su “reloj de Londres” y en caso contrario que le buscara “uno bueno para el gobierno de los ensayos”<sup>22</sup>.

A la luz de estos hechos, y basados en las instrucciones que envió el relojero desde su taller en Londres, no es difícil imaginar a un anciano Mutis con una curiosidad tan perspicaz como infantil: caminando con sus cronómetros, bregando con ellos, acompañado de la figura de Salvador Rizo y los plateros que lo auxiliaban en su manipulación por los campos de La Mesa, Guaduas, Honda, Mariquita y cuantos lugares recorrió<sup>23</sup>.

### 3. LA CONQUISTA DE LOS SEGUNDOS: EL CIELO DE POPAYÁN Y EL MERIDIANO DE PARÍS

“Con el alma pegada en la pupila”, observando a Júpiter y a cuatro de sus satélites a través de los lentes del telescopio, se encontraba Francisco José de Caldas una madrugada de noviembre de 1798 bajo el cielo de Popayán. Era la una de la mañana, y por ser esta la primera vez que veía las “zonas oscuras” de este planeta “que solo conocía en perspectiva”, no conseguía despegar su ojo de los cristales del artefacto y de contar segundos en un péndulo calibrado y en marcha. A la luz de las estrellas, Caldas estaba llevando a cabo uno de sus primeros ejercicios de cálculos longitudinales, lo que implicaba en este caso observar el momento exacto de la emersión del primer satélite de Júpiter, contar los segundos precisos en que ocurría el evento, anotarlos para cotejar estos datos con los obtenidos por otros astrónomos en un lugar distinto del planeta y dar así con el meridiano de su ubicación. Más que la obtención correcta de la longitud de Popayán, los resultados de esta noche de cálculos astronómicos significaron para Caldas alcanzar un grado mayor de minuciosidad en sus observaciones: adiestrar la mirada para captar momentos puntuales, comprender el valor de cada segundo, abandonar en sus anotaciones los números fraccionados y así abrirle paso a los decimales como fórmula más precisa para expresar el tiempo<sup>24</sup>.

La correspondencia sostenida con sus amigos y colegas de estudios durante estos años indica que cuanto eclipse lunar ocurriera sobre Popayán o zonas aledañas, cuanta inmersión o emersión de las lunas de Júpiter pudiera divisar en cielo despejado, Caldas estaba presto a desplazarse con sus instrumentos, instalar un campamento improvisado que hacía las veces de observatorio, poner su ojo en el ocular del telescopio, afinar su oído al *tic-tac* que producía la marcha del péndulo, llevar en su mente la cuenta de los segundos transcurridos y anotar los resultados bajo un sistema de escritura realmente novedoso para esta sociedad. Mediante este método descubrió la utilidad que tenía hallar la longitud de un lugar para sus trabajos cartográficos, y asimismo logró que sus compañeros fueran partícipes de su empresa hasta el punto de que le ubicaron y enviaron libros y publicaciones que estaban a la altura del nivel de precisión que estaba conquistando<sup>25</sup>. Así fue que, por parte de su amigo Diego Martín Tanco recibió el *Almanaque Náutico*, una publicación anual que desde 1792 indicaba las efemérides calculadas para el meridiano del Observatorio Real ubicado en la Isla de León, en Cádiz<sup>26</sup>. Con la información allí consignada, Caldas cotejó sus primeros cálculos longitudinales, pero rápidamente se percató de que la información de estos almanaques era muy limitada en cuanto al número de estrellas y a los pronósticos que informaba, lo cual, sumado a la presencia constante de nubes y de precipitaciones, reducía el rango de posibilidades de obtener datos comparables.

En este punto a Caldas le fue imperioso conseguir unas tablas astronómicas que recogieran las efemérides de más estrellas para multiplicar así los puntos de observación y por lo tanto las opciones para hallar longitudes.

¡Ah, mi querido Santiago [Arroyo], si yo tuviera unas tablas astronómicas, ya tendría usted muchos puntos bien determinados en longitud porque aprovecharía las inmersiones y emersiones de los satélites...!;

¡Qué dolor para mí ver salir a Júpiter rodeado de sus lunas rodar sobre mi cabeza, tener todo lo necesario, y no poder observar un solo eclipse por falta de unas tablas astronómicas!.

Así se quejaba —y a la vez presionaba— Caldas a su entrañable amigo ubicado en Santafé para que se apersonara del asunto y le consiguiera las tablas del astrónomo francés Michel Lefrançois de Lalande que guardaba, en el acervo de su biblioteca, Fernando Vergara y Caicedo, catedrático del Colegio del Rosario. Santiago Arroyo quedó entonces comisionado para ofrecerle dinero, “arrancarle esa obra, comprándosela”, y así redimirlo para siempre —según Caldas— de “la esclavitud” en que se encontraba del almanaque de Cádiz<sup>27</sup>.

Mientras Caldas avanzaba en sus observaciones, en algún punto del mar Caribe, cerca de las costas del golfo de Darién, discutía Alexander von Humboldt con el capitán del pequeño navío que lo trasportaba al puerto de Cartagena desde el embarcadero de Trinidad en Cuba: “La corriente marina y la incredulidad del capitán que no tenía confianza en mí cronómetro nos arrastraron demasiado lejos al oeste”, escribió Humboldt a su hermano Wilhelm el 1 de abril de 1801, agregando que debieron “remontar a lo largo de las costas durante ocho días” y así, lo que en principio tomaba poco más de una semana, terminó siendo una travesía de veintinueve jornadas<sup>28</sup>. El recelo del capitán frente a un joven y su aparato era de esperarse, pues estando en mar abierto la experiencia de los navegantes parecía sobreponerse a las “conjeturas” de los hombres de escritorio, aun cuando la astronomía náutica estaba en este punto tan avanzada y el llamado “problema de la longitud” se había en buena medida superado.

Al igual que Mutis, Rizo y sus ayudantes, Humboldt, eventualmente Caldas y sus pupilos Benedicto Domínguez del Castillo y Jerónimo Torres, debieron aprender a manipular un cronómetro, a portarlo como apéndice a todos lados y a hallar la manera de darle uso en todas sus observaciones. En una carta fechada el 1 de septiembre de 1799 desde Cumaná, Humboldt le informó a su maestro y amigo, el astrónomo húngaro Franz Xaver von Zach, de las condiciones de marcha de su cronómetro con el fin de disipar dudas de su regularidad y a la vez para demostrar ante una autoridad sus avances sobre la materia:

Mi cronómetro Louis Berthoud no. 27, ha conservado su mismo ajuste [...]. Thulis lo ha estudiado asiduamente durante 18 días en Marsella, sirviéndose del instrumental del Observatorio de Marina, y ha hallado que en ese tiempo no había variado sino 1/3 de segundo. Durante todo un mes la mayor anomalía no ha sobrepasado un segundo y medio.

Humboldt agregó que continuamente lo ajustaba, que había encontrado concordancia entre las longitudes tomadas con su cronómetro con la de ciertos lugares perfectamente determinados, que la elevada temperatura de Cumaná pudo haber dilatado los metales de su instrumento retrasando así un segundo y medio su marcha, que su cronómetro estaba “ajustado a la hora media de Madrid”, que todas sus lon-

gitudes “han sido anotadas con esa hora” y que “por consiguiente sus observaciones estaban con una diferencia de 24’8”” respecto al meridano de París. Finalmente, después de presentar los datos de sus cálculos longitudinales durante su viaje, Humboldt le ruega al varón von Zach:

Tened bondad de aceptar lo que os envío y sed indulgentes con mis trabajos astronómicos. Considerad que no son más que accesorio de mi viaje, que soy un aprendiz en astronomía y que no he aprendido a manejar los instrumentos sino hasta hace dos años<sup>29</sup>.

Refiriéndose al arribo de Humboldt a tierras neogranadinas, Caldas le escribe a Santiago Arroyo, desde la ciudad de Quito el 21 de octubre de 1801: “ahora conoceré [...] el cronómetro de Berthoud, y el Gardetems, del que ni aún idea tengo”<sup>30</sup>. La curiosidad que despertó años antes la llegada de los dos cronómetros a las manos de Mutis entre los miembros de la Expedición e ilustrados entusiastas parece repetirse, esta vez, con el utillaje de Humboldt. A estas alturas, el Barón ya no se conformaba con emplear su cronómetro para hallar longitudes, sino que lo utilizaba para toda clase de experimentos exhibiendo así su instrumento ante un público curioso. En su visita al Salto de Tequendama entre el 26 y 27 de agosto de 1801, rodeado de “numerosos espectadores suficientemente instruidos” que le sirvieron a su vez de ayudantes, Humboldt cronometró el tiempo que tomaba la caída de ciertos objetos:

Hice lanzar más de 15 piedras en el precipicio, diciendo *tac* cuando la piedra caía perpendicularmente sobre el abismo y *tac* cuando llegaba a la superficie del agua. Tenía el cronómetro a la mano [y los espectadores] juzgaban si el experimento estaba bien o mal hecho. Se distingue fácilmente 1/5 de segundo<sup>31</sup>.

Un espectáculo en el que un conjunto indeterminado de personas, deslumbradas con semejante nivel de precisión, descubrieron la existencia de los segundos y la fugacidad del tiempo; una exhibición en la que el cronómetro fue el protagonista y la experiencia se convirtió rápidamente en rumor que llegó hasta los oídos de Caldas.

“El famoso cronómetro de 1000 duros”, como lo llamó Caldas en una ocasión, pudo conocerlo el 31 de diciembre de 1801 en la ciudad de Ibarra a donde se había desplazado para recibir a Humboldt antes de su llegada a Quito. En Popayán,

el padre de usted [le confesó Humboldt a Caldas] me ha enseñado un libro manuscrito, en que hallé una observación de la inmersión del primer satélite de Júpiter, calculada; y da la misma longitud que mi cronómetro: lea usted.

Efectivamente Caldas cotejó las anotaciones y corroboró que estas no variaban más de tres segundos pues “él ha hallado 5h 14’ 16” y yo 5h 14’ 13””, acto mediante el cual Humboldt y Caldas no solo ganaron confianza mutua sobre sus respectivas observaciones, sino que también conectaron los cielos de Popayán con el meridano de París<sup>32</sup>. Es así que mediante operaciones como estas se introdujeron los cronómetros marinos en tierra firme, lejos de los barcos y de altamar, destinándolos a usos distintos para lo que fueron inventados.

El contacto con este explorador le dejó a Caldas un conjunto de nuevas inquietudes y de información. Humboldt le permitió copiar parte de los contenidos de sus recursos bibliográficos y así obtuvo las anheladas tablas de Michel Lefrançois de Lalande, efemérides con los cuales, según expresó a su amigo Antonio Arboleda, “en lugar de 120 estrellas” ahora era “dueño de 560” calculadas para el meridiano de París<sup>33</sup>. Caldas también pudo manipular el cronómetro de Humboldt y notar su ventaja frente al uso del péndulo. Por este motivo vemos que, a mediados de 1802, Caldas le escribió varias cartas a Mutis para que le enviara uno de los dos cronómetros Emery que tenía en Santafé:

He meditado mucho sobre los instrumentos que exige mi plan, y hallo que para las refracciones y posiciones de las estrellas es necesario [...] un cronómetro... ¡Qué difícil es montar sobre una montaña una péndola! ¡Qué difícil es arreglarlo en medio de unos torbellinos de vientos continuados! A más de esto, ¿cómo determinar con velocidad, con seguridad las longitudes de los pueblos, sin tener que esperar una emersión, un eclipse, raros, y que pocas veces se consigue un cielo descubierto? El cronómetro es indispensable<sup>34</sup>.

En efecto, el péndulo que empleaba era un instrumento aparatoso, pesado, difícil de calibrar y de transportar. Así que, más que una ayuda, éste era en realidad una carga que le impedía hallar las longitudes a la “velocidad” que ahora él demandaba. Pues en realidad este instrumento era una especie de trípode del que pendía la maquinaria de un reloj de pie de fabricación inglesa al que él le había suprimido el engranaje de sonería (las campanas), dejándole solo el mecanismo de escape, la pesa y el péndulo, un artificio que no contaba con protección alguna frente a los embates de la lluvia, el calor y del viento; fuerzas que con frecuencia alteraban su marcha hasta el punto de detenerlo en su totalidad<sup>35</sup>.

En el diario de anotaciones que llevó durante su expedición por la provincia de Quito entre los meses de julio de 1802 y octubre de 1803, se hace latente la incorporación del cronómetro enviado por Mutis en sus observaciones. El 7 de noviembre de 1802, Caldas le confirmó a Mutis que había recibido el cronómetro y de forma gradual fue dando cuenta de su uso<sup>36</sup>. En principio parece que no lo cargaba consigo a todos lados, sino que lo enviaba con la recua que lo secundaba. Ya sea por temor a que se averiara o sea porque no le encontraba mayor utilidad, Caldas se conformó las primeras semanas con hallar las longitudes de ciertos lugares a donde llegaba, pero conforme fueron pasando los días nombraba con mayor frecuencia su cronómetro, sus operaciones longitudinales y las horas en que realizaba sus actividades. Todo indica que en este punto había adquirido mayor dependencia del cronómetro y que lo empleaba de manera más recurrente. Así empezó a llevar nota del tiempo que le tomaba cubrir ciertos trayectos, a calcular la velocidad de las corrientes de los ríos por el desplazamiento de las barcas, a escribir las horas en que ocurrían los cambios del clima, a anotar el tiempo de las oscilaciones de su termómetro según el lugar, el momento del día o el tipo de experimento que realizaba.

Gracias a varias decenas de papeles datados con el año de 1804, que corresponden a cálculos astronómicos realizados diariamente por Caldas, sabemos que a estas alturas la conquista de los segundos estaba consumada, pues él había expurgado de su vocabulario las expresiones populares como “momentos” o “instantes” y en su lugar había adoptado siglas y expresiones numéricas propias de la alta cronometría. Se trataba de un lenguaje particular y un conjunto de actos ejecutados sobre el ideal de la precisión, con los cuales podemos decir que Caldas había incorporado la sexagésima parte del minuto como base de todas sus observaciones científicas y de paso en sus actividades cotidianas. Caldas desarrolló la rutina de llevar, en un folio por día, una especie de bitácora en la que tabulaba tanto la distribución de la información como el tipo de operaciones que realizaba. De esta manera procedía encabezando las hojas con la fecha de la observación, a renglón seguido anotaba la altura del Sol y la hora exacta en que lo medía. Más abajo llevaba puntualmente, con hora, minutos y segundos, la diferencia de tiempo que arrojaba la marcha del cronómetro y la del péndulo. Mediante operaciones matemáticas, comparaba la información obtenida por cada uno de sus instrumentos para dar con un tiempo medio y aminorar así el rango de error entre los dos mecanismos. Al final, anotaba los resultados, sacaba conclusiones y se planteaba nuevas dudas para resolver al día siguiente:

En la noche del 12 de junio de 1804 observé la emersión del 1<sup>er</sup> satélite de Júpiter a las 9<sup>h</sup> 36' 39" en el cronómetro, y mediante aquel conocimiento de los libros de la Isla de León que señala este fenómeno a las 15<sup>h</sup> 18' 50" voy a deducir la diferencia de más con atención a los estados absolutos del cronómetro observados este día y el siguiente 13<sup>7</sup>.

#### **4. LAS PRÁCTICAS CRONOMÉTRICAS: LOS MOMENTOS CUANTIFICADOS Y LOS SEGUNDOS CUALIFICADOS**

El descubrimiento de los cronómetros y la conquista de los segundos ocurrió a la par de un fenómeno singular para los ilustrados: la falta de tiempo. Es cierto que la carencia de tiempo se puede hallar en otras épocas y bajo otras circunstancias (e. g. el advenimiento de una fiesta o la inminente llegada de la muerte), pero la particularidad del proceso que estamos señalando consistió en que no fue un hecho de carácter pasajero sino una dinámica constante y progresiva que desbordó las fechas críticas hasta ser parte del ritmo de la vida cotidiana. Se trató pues, ya no de un acortamiento de los tiempos por factores externos o por gracia divina, sino de un fenómeno de aceleración del tiempo de factura humana que en este caso fue provocada, en un principio, por el cúmulo de actividades que desencadenaban las observaciones científicas<sup>38</sup>. Es posible que en otros sectores de la sociedad neogranadina de finales del siglo XVIII encontremos brotes de la escasez del tiempo y de la aceleración, pero en definitiva la creación de la Expedición Botánica y la puesta en marcha de sus objetivos revolucionó el número de actividades de los jóvenes ilustrados que paulatinamente se fueron involucrando.

Al conjugar la precisión de los cronómetros con la captación de los segundos y el incremento de actividades, se dio paso a una nueva relación con el tiempo que se compuso, por un lado, de la fragmentación del minuto en partes sexagesimales, y por otro lado, de la cualificación de esa ínfima fracción del tiempo. En el momento en que se comenzó a emplear los segundos como medida para cuantificar el tiempo que duraba la observación de un fenómeno, se abrió la posibilidad de llenar de contenido esa minúscula retícula temporal. Para los ilustrados los segundos cobraron sentido mediante su propio devenir, pues al seguir detenidamente con su oído el sonido del *tic-tac* y con su mirada el curso del segundero alrededor del cuadrante del reloj, descubrieron tanto su aplicación científica como el valor de cada instante y su presunta utilidad. Así lo experimentó Caldas, a finales del año de 1802, en momentos en que aún no empleaba sistemáticamente la expresión “segundos” y su nomenclatura, pero que en definitiva ya estaba familiarizado con la cronometría:

Mis proyectos de refracciones astronómicas en Ibarra, casi dos pulgadas del barómetro más bajan que Quito, han abortado miserablemente por [culpa] de un bárbaro, de un idiota que leyera sobre mi péndola los *momentos* [es decir los segundos], y los escribiese en un papel. ¡Qué raros son los hombres que aman las ciencias y el trabajo! Todos temblaban al oír mis propuestas, y han creído imposible mantenerse seis y ocho horas al pie de la péndola contando *momentos* ¿Cuánto me costó tomar alturas correspondientes para el último eclipse de luna?<sup>39</sup>.

Este fragmento, extraído de una carta dirigida a Mutis desde Otavalo el 7 de noviembre de 1802, recoge uno de los muchos episodios en los que Caldas comenzó a valorar los segundos más allá de su aplicación estrictamente científica. Se trata de un conjunto de *prácticas cronométricas* que Caldas llevó a cabo y por las cuales le resultaba difícil distinguir, en este punto, si se trataba de la medición de un fenómeno externo o de la cronometría de su propio ritmo de vida. Dado que las operaciones científicas no se separaban de los quehaceres cotidianos, la observación de los cielos implicaba volcar todos sus esfuerzos y por tanto todo su tiempo para tales fines, en este caso el “último eclipse de luna” del año señalado.

Cada cálculo astronómico que podemos rastrear en la correspondencia y en las hojas de operaciones de Caldas sintetizan un sinnúmero de ejercicios y cálculos que demandaban jornadas extenuantes, anotaciones que representan para nosotros el último eslabón de una cadena de acciones que no se limitaban, simplemente, al acto de dirigir la vista al firmamento. En primera instancia, tomando como punto de partida las efemérides pasadas tal como procedía todo astrónomo moderno, Caldas debía realizar una serie de computaciones para saber dónde y cuándo se iba a dar el próximo eclipse lunar, ejercicio que podía tomar meses e incluso años de trabajo. Una vez corroborada esta información, efectuaba los preparativos del viaje para dirigirse al sitio más propicio y así divisar el fenómeno, desplazamiento que no estaba exento de toda clase de infortunios. Los cambios climáticos, la precariedad de los caminos, la negligencia de los cargueros, los accidentes de la recua y los avatares del destino podían fácilmente echar a perder la misión o por lo menos hacer menos propicias las condiciones de observación<sup>40</sup>.

Arribar al sitio de avistamiento ya era de por sí toda una proeza, máxime cuando los recursos económicos y humanos eran limitados frente a los que podemos comparar con otras expediciones del siglo XVIII<sup>41</sup>. Como era común en este tipo de misiones, se levantaba un campamento con la ayuda de los lugareños que hacía las veces de laboratorio científico, una labor que no ofrecía mayores obstáculos. Pero a partir de ahí las cosas se complicaban para Caldas en la medida en que no tenía el personal adiestrado para que lo secundara, siquiera, con los ejercicios más básicos: contar y anotar. Aunque en ciertas ocasiones se topaba con algún entusiasta aficionado a la astronomía que estaba dispuesto a ayudarlo, como fue el caso del cura de la población del Gigante que le llevó en voz alta los segundos que marcaba el péndulo, lo cierto es que no siempre corría con la misma suerte y en su lugar tenía que instruir al primero que encontrara con algún nivel de lectoescritura para improvisar así a un coadyuvante<sup>42</sup>.

Una vez salvados todos los imprevistos, Caldas adiestraba a la pequeña tropa de colaboradores, señalando jerarquías y estableciendo posiciones. A medida que se avecinaba el fenómeno, él extremaba las órdenes, aceleraba el ritmo de la compañía, revisaba y calibraba una y otra vez los instrumentos, posicionaba a uno de los ayudantes frente a la péndola astronómica bajo la misión expresa de contar en voz alta cada segundo que indicara su marcha. Al mismo tiempo, Caldas sostenía el cronómetro en la mano con el pulgar presto para tomar tiempos mientras observaba a través del telescopio. En el momento que percibía algún hecho relevante, por ejemplo, la inmersión o emersión de un satélite, Caldas le indicaba a un segundo ayudante que anotara el tiempo exacto en que ocurrió el fenómeno según lo indicaba la voz del que estaba frente al péndulo, conteo que a su vez compaginaba con la marcha de su propio cronógrafo. Tanto en la fase de los preparativos como en la fase final, cualquier error humano o imprevisto climático podía hacer fracasar semejante empresa, no dejando otro remedio que volver a empezar.

De ahí el valor otorgado a cada minúscula fracción de tiempo que de otra manera sería insignificante, pues los segundos representaban tanto una convención científica mediante la cual se podía cotejar resultados obtenidos en otras longitudes por otros observadores, como una escala temporal que condensaba el arduo trabajo realizado con meses de antelación. Perder un segundo era perder precisión y a la vez derrochar el tiempo de trabajo. Solo así se puede comprender el enojo de Caldas frente al “bárbaro” que no fue capaz de seguir con su voz la marcha del péndulo, reacción airada que nos sirve como contraste de una sociedad ajena a los segundos y por lo tanto incapaz de descubrir su presunto valor. Así como Caldas se extrañaba por la escases de hombres que amaran las ciencias y el trabajo, la gente que lo rodeaba —es decir el grueso de la población— también lo veía como un hombre extraño que merodeaba los campos con papeles, siempre ajetreado con instrumentos, subiendo y bajando lomas, caminando con la vista puesta en el cielo y preguntando por alguien alfabetizado que le sirviera de ayuda, todo ello con el fin de llevar a cabo un acto aún más extraño ante sus ojos y que en palabras del propio Caldas los hacía temblar al escu-

char la propuesta de contar en voz alta, por ocho horas, cada segundo que marcaba la manecilla del reloj<sup>43</sup>.

Este proceso de distanciamiento social entre Caldas y el resto de la población, no se debe reducir a un caso de percepción subjetiva, sino que se debe interpretar como la formación de un *tiempo colectivo* por parte de los miembros de la Real Expedición Botánica, quienes con reloj en mano, objetivaron el tiempo bajo un lenguaje propio y una medida particular. La aceptación común de unas duraciones y unas convenciones sobre un orden temporal socialmente compartido, que fungía como unificador del grupo y a la vez como separador frente al resto de la sociedad, se expresaron de manera recurrente en la correspondencia. No es raro hallar que en las cartas sostenidas entre Mutis y Caldas nos topemos con que se proponían ajustar sus péndolas astronómicas y sus cronómetros marinos según la posición geográfica de cada uno y así sincronizar observaciones de diferente tipo. Por ejemplo, en una carta escrita desde Quito el 6 de julio de 1802, Caldas le escribe a Mutis, quien estaba ubicado en Bogotá, lo siguiente:

Es claro que estando Santafé más oriental que Quito, si se verifican, como lo creo, a la misma hora nuestras péndolas ajustadas a nuestros meridianos las variaciones en el barómetro, la marea atmosférica ha arribado primero a Santafé que a Quito<sup>44</sup>.

Cada ejercicio de observación debía ser comunicado entre los pares si se quería obtener datos para cotejar y en consecuencia corregir, por lo tanto las *prácticas cronométricas* no terminaban con la anotación de los segundos ni con sus rectificaciones matemáticas. Como han señalado otros autores, la correspondencia entre los ilustrados eran más que misivas sobre asuntos personales, pues se trataban en buena medida de informes científicos de las actividades realizadas<sup>45</sup>. Paradójicamente, el ejercicio de escribir una carta resultaba ser una pérdida de tiempo frente a las múltiples tareas que se debían adelantar de cara a la observación de un fenómeno, pues mientras intentaban avanzar en las operaciones se acumulaban las cartas y con ello se represaban las tareas. De ahí que Caldas iniciara o finalizara los comunicados a sus compañeros con frases de advertencia como:

Las graves e importantes ocupaciones que llenan mis momentos son muchas. Ya he dicho a usted que el Gallego [es decir, él mismo] no existe para sí sino para Mutis y para las ciencias [...] Es tarde, y el solsticio me ocupa. Adiós mi Santiago [...] Ni a Mutis escribo porque no tengo tiempo para ello [...] El día se abre, el cielo me lo restituyen las nubes, el equinoccio vernal está a punto de verificarse, ya no pertenezco a la tierra y corro a la azotea. Adiós mi Chorno [seudónimo de Jerónimo Torres]<sup>46</sup>.

Por fuera de todo formalismo, rompiendo con los cánones de cortesía y gobernando por el sentido del ahorro del tiempo, Caldas se ingenió en uno de esos momentos de apuros una fórmula para despachar a dos personas y dos asuntos a la vez:

Amadísimo Pater y Antonio: en una voy a contestar dos [...] Mis ocupaciones se multiplican más y más todos los días; el honor, el deseo de corresponder a Mutis, a Pombo y a mis amigos, es de llevar

alguna cosa que merezca su aprobación y los gastos que ocasiono han mudado casi mi carácter y llena todos mis momentos [léase segundos]. Ya no soy dueño de una hora; me parece que no trabajando en ella soy un ladrón y un traidor a mi Patria, a Mutis y a las ciencias. No extrañen, pues, ustedes que no escriba como solía<sup>47</sup>.

Esta carta, escrita desde Otavalo el 7 de diciembre de 1802 y dirigida a Manuel María Arboleda y Antonio Arboleda Arracacha, sintetiza muy bien la vorágine de actividades en las que estaba atareado Caldas y su percepción acerca de la escasez de tiempo. Cada avance de su trabajo y cada recepción de una carta se traducían en nuevas operaciones para realizar y nuevas noticias para transmitir, responsabilidades y tareas acumuladas que aumentaban de manera exponencial y cuyo efecto se plasmaba en la aceleración de su ritmo de vida. De la misma manera, sus correspondencias se veían en la obligación de contestarle con el informe de sus avances en medio de sus investigaciones, responsabilidades personales y sus ocupaciones oficiales:

Señor don Francisco Josef Caldas. Muy señor mío: cuando recibí la de vuestra merced el 6 de octubre pasado con el Prospecto, que le acompañaba, relativo al Semanario de este Nuevo Reyno, me hallaba en ocupaciones, *que llenaban todas las horas del día*. Después me fue preciso meditar detenidamente sobre los importantes objetos del expresado Prospecto, y resolver, y registrar, varios trabajos que por curiosidad había emprendido anticipadamente muy conexos, y aun de las mismas ideas que en él se proponen; pero algunos de ellos en embrión; otros sin la finesa correspondiente y los más no acabados en todas sus partes, *por no haber tenido proporción de rectificar observaciones. Si el tiempo, y mis diarias tareas me permiten* perfeccionar algunos de ellos, tendré el honor, y satisfacción de presentar a vuestra merced, los que considere dignos de su aprecio. [...] Popayán y diciembre 5 de 1808. [Firma] Antonio Joseph García<sup>48</sup>.

El *tiempo colectivo* de los ilustrados neogranadinos se constituyó, en ese sentido, de los ejercicios que implicaba cada observación y de las tareas que unos a otros se imponían mediante su interacción. Los diarios, los cálculos y la correspondencia dan fe de la manera en que los segundos pasaron de ser únicamente una medida para cuantificar a ser también un tiempo para cualificar. En estos manuscritos encontramos los primeros descontentos sobre la carencia de tiempo y las manifestaciones de una incipiente aceleración. El paso de cada segundo significaba una pérdida de tiempo, una medida que se pudo tomar o una acción que se pudo realizar, en todo caso la asunción de una actitud apremiante que era extraña para los ajenos a esta retícula temporal. Las *prácticas cronométricas* descritas y ejecutadas por Caldas nos recuerdan las fuerzas coercitivas del tiempo sobre el individuo, pero también nos describen las formas en que un grupo particular conviene en que el tiempo lo instituye el reloj y su marcha la aceptan como norma ineluctable.

## 5. CONCLUSIONES

Si bien los segundos eran requeridos para mediciones científicas, no se puede dar por descontado que el uso de esta fracción de tiempo se restringió a dicho campo sin

presentar efectos en la vida cotidiana de quienes los empleaban, en este caso los ilustrados neogranadinos. En realidad, la aplicación de la precisión cronométrica no conocía tales barreras y se deslizó con cierta facilidad del mundo de la ciencia al mundo cotidiano, desdibujando cualquier brecha que pudiera existir entre ambos campos. En medio de sus indagaciones, los jóvenes ilustrados descubrieron la relevancia de cronometrar sus observaciones, de ahí la necesidad de adquirir cronómetros que fueran mucho más precisos y regulares que los relojes viejos y comunes que ya portaban en sus faltriqueras. La Real Expedición Botánica no solo propició el acceso a un utillaje más acorde al nivel de sus conocimientos y a la altura de sus pretensiones, sino que generó un ambiente en el que podían aventurarse más allá de las actividades tradicionales y conocer otras tareas a las cuales dedicarse. El contacto con otros científicos, ya sea de manera directa o indirecta, de forma presencial, por correspondencia o mediante la lectura de sus libros, indica que la precisión cronométrica se estaba gestando en diferentes lugares del mundo de manera más o menos paralela. De la misma manera, la conquista de los segundos se fue forjando a la par que sus intereses y sus responsabilidades. *Los extraños hombres de segundos*, tan peculiares para el grueso de la sociedad, se fueron imponiendo tareas unos a otros de manera frenética hasta el punto de colmar su tiempo diario y de sobrepasar sus capacidades de gestión. De forma gradual y diferenciada, cada individuo percibió así la fuerza coercitiva del *tiempo colectivo* dictaminado por el sentido del ahorro del tiempo. La cronometría, la compulsión de temporalizar todo movimiento, la ansiedad que pudo producir la marcha del segundero, la percepción del inexorable paso del tiempo, la sensación de sentirse inútil, la necesidad de programar actividades y de economizar tiempo, derivó en múltiples quehaceres y en una vida acelerada. Ritmo vertiginoso que quedó plasmado en cierto tipo de frases —tan comunes para nosotros, pero tan extrañas para aquella sociedad— como la que empleó Caldas al final de una carta: “Adiós que no hay más tiempo”<sup>49</sup>.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con el apoyo del Programa de Fomento a la Investigación otorgado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

## NOTAS

1. En carta n° 124 fechada el 6 de junio de 1808 por CALDAS [2016, p. 283].
2. Para un recorrido minucioso de la evolución mecánica de los relojes y la aparición de los segunderos en los cuadrantes, consultar a LANDES [2007, p. 137-158].
3. Sobre la introducción y los usos de los relojes en la Nueva Granada véase URIBE [2017, p. 59-106]. Sobre los ilustrados como un grupo relativamente homogéneo, cuyo punto de interacción era precisamente el credo en la ciencia ilustrada, seguimos el cuadro sociológico propuesto por SILVA [2017]. Sobre el ideal de precisión y exactitud que persiguió el movimiento ilustrado español mediante los instrumentos científicos, consultar a VALVERDE PÉREZ [2007].

4. Sobre la cronometría en las expediciones españoles ver: LAFUENTE y SÉLLES [1988, p. 323-360]. Sobre los manuales y tratados de relojería ver: URIBE [2018, p. 71-119].
5. A lo largo del siglo XIX, particularmente en la segunda mitad, los segundos se convirtieron insuficientes para las mediciones científicas y en su lugar se empezó a hablar de décimas de segundos, fracción de tiempo crucial para el desarrollo de la cinematografía y la medición de las reacciones humanas. Al respecto ver CANALES [2009]. Sin embargo, la familiarización popular con semejante nivel de precisión no llegó a ser la misma a pesar de su gran utilidad en la ciencia y en el cine.
6. La bibliografía sobre el tema resulta a estas alturas extensa, pero algunos de los textos más representativos, y que ejemplifican muy bien nuestro punto de crítica, son: ROSA [2016]; LIPOVETSKY [2016]; WAJCMAN [2014]; BÉRIAIN [2008]; BAUMAN [2003].
7. Sobre la constitución social del tiempo, su medición y percepción, ver BOURDIEU [1999, p. 277-305]; ELIAS [2013] y HALBWACHS [2004].
8. Archivo del Real Jardín Botánico de Madrid (ARJBM), *Fondo Documental José Celestino Mutis (III)*, 4, 11, 016, f. 24. Las observaciones de Upsala a las que se refiere Mutis son, precisamente, las que realizó Linneo en su famoso reloj floral cuya intención era la misma a la que quería emular Mutis: captar las horas de apertura y cierre de algunas flores. Pero Mutis no se conformó con anotar horarios, sino que además pretendió hallar las diferencias longitudinales entre dos puntos del planeta según el tiempo en que se presentaba el sueño y la vigilia de ciertas plantas presentes en ambos lugares.
9. Parte de los factores que Mutis no tuvo en consideración, y que en últimas harían imposible un reloj de flora longitudinal, fueron señalados en su momento por Apolinar Federico Gredilla en las notas aclaratorias a la transcripción del diario titulado “Observaciones sobre las vigalias y sueños de algunas plantas”. Este autor nos indica que el retraso de la apertura o cierre de las flores con respecto a un punto del planeta no responde a “la diferencia de meridianos o de longitudes geográficas, como equívocamente supuso Mutis, sino al distinto paralelo o latitud geográfica en que se hallan los pueblos indicados, prescindiendo por el momento de otras variantes que, como la latitud, intensidad de luz y otros agentes naturales, tanta influencia tienen en el clima de un país” [GREDILLA, 1982, p. 321, pie de página 24].
10. ARJBM, *III*, 4, 11, 016, f. 40r. Al día siguiente, fiado en su “reloj de flora”, Mutis escribió: “Abrieron cuatro flores. Esta tarde me gobernó este reloj mucho mas fiel que los toques de las campanas á las tres, y ya mui era cerca de las cuatro”. Los defectos de su reloj se pueden constatar en otras partes de este y otros diarios. Así por ejemplo el 18 de julio, a las once de la mañana, advirtió que el día anterior, “á las doce, atrasé el reloj que me gobierna 20 minutos, por parecerme que iba algo adelantado”. Mientras el 4 de agosto, “a las 2h y 40’ (va el reloj adelantado como un cuarto de hora...)”. Del mismo diario, en orden de citación, ver: ff. 41v, 27 y 39v.
11. Nótese que aquí no se utiliza la palabra “cronómetro” y que a lo largo del artículo se citarán las diferentes expresiones que se empleaban para referirse a este cronógrafo en particular. Se trata de un conjunto de palabras que se fueron alternando, y desde luego confundiendo, hasta que se consolidó el término “cronómetro” para distinguir este tipo de reloj entre los relojes ordinarios. Una trayectoria del lenguaje científico que también nos muestra los tropiezos y desacuerdos que conlleva toda convención social, en este caso la aceptación universal de un vocablo técnico que significa a una clase de reloj en especial. Para dar con la lista de los demás instrumentos, consultar: Archivo General de Simancas (AGS), *Secretaría de Estado-Inglaterra* (SEI), Legajo 8139, f. 30.
12. Sobre el papel del Virrey, ver: SILVA [2017, p. 569-583]. Es preciso agregar que Caballero y Góngora era poseedor de un acervo bibliográfico importante compuesto por obras de ciencia moderna, libros entre los cuales nos resulta pertinente destacar el *Traité d’horlogerie* (1755) compuesto por el prestigioso relojero francés Jean André Lepaute [PÉREZ AYALA, 1951, p. 289].
13. Todas las referencias de las “Instrucciones” en adelante citadas provienen de este documento: ARJBM, *III*, 8, 1, 022, ff. 1-5. En este archivo se conservan las dos copias, cada una con caligrafías notablemente diferentes y por lo tanto escritas por dos copistas distintos de la Secretaría.

14. Juan Jacinto Magallanes (1723-1790), además de agente comercial al servicio de la Corona española y portuguesa en Londres, escribió varios tratados sobre utillajes científicos sobre los que él mismo intermediaba para su compra. Al respecto ver CALVO [1865].
15. Sobre la aprobación de Carlos III, ver GREDILLA [1982, p. 145-147].
16. Véase: AGS, SEI, Legajo 8139, ff. 11-12, 20-27.
17. Josiah Emery nació en el cantón suizo de Vaud, se formó como relojero en Londres, fue el primero en manufacturar este tipo de escape en serie de los cuales construyó cerca de treinta ejemplares. Sobre el invento de Mudge, la trayectoria de Emery y sus aportes a la cronometría ver BETTS [2017, p. 46 y 53]; [1995, p. 394-401]; [1996, p. 26-44].
18. Archivo General de la Nación (AGN), *Archivo Anexo I* (AA-I), Asuntos Importantes (AI), D. 13, ff 1046-1051. Los múltiples —y en un principio infructuosos— intentos de Mutis para que se le aprobara una expedición científica en este territorio son hechos bien conocidos. En este caso, basta señalar aquí que a finales de 1785 Mutis aún no había recibido los cronómetros a juzgar por el borrador de una carta escrita en Mariquita, el día 3 de noviembre, al virrey Caballero y Góngora. Lo mismo ocurrió con el péndulo astronómico que servía precisamente para contar segundos, sincronizar los cronómetros y tener diferentes referencias temporales para obtener tiempos medios. De modo que la fecha exacta de la recepción de los cronómetros se desconoce, pero para la década de los noventa ya se reportaba la existencia y el empleo de éstos según el interés manifestado por otros colaboradores de la Expedición. Sobre la carta ver: ARJBM, III, 2, 2, 062.
19. Estas pruebas garantizaban la fiabilidad de un cronómetro distinguiéndolos, a su vez, de un reloj común. Regularmente los cronómetros adquiridos por la Corona española eran remitidos al Observatorio de Cádiz, donde se sometían a ésta y otras pruebas, lo cual hace posible que los dos cronómetros en cuestión hayan pasado, antes de ser enviados a las manos de Mutis, no solo por el examen de Juan Jacinto Magallanes sino también por los relojeros y científicos de dicha institución. Sobre la naturaleza de las pruebas en el Observatorio ver: LAFUENTE y SÉLLES [1988, p. 323-360].
20. Lastimosamente no se conservan las “figuras” que, según Emery, acompañaban las instrucciones, pero nos podemos hacer una idea de ellas consultando ciertas obras sobre relojería que circulaban por aquellos años. Por ejemplo la de Manuel del Río, *Arte de relojes de rueda para torre sala i flatriquera*, publicada por primera vez en 1759 en Santiago de Compostela; y la de Manuel de Zerella y Ycoaga, *Tratado general y matemático de relojería*, uno de los libros peninsulares más prolíficos sobre la materia impreso en 1789 y reimpresso dos años después en la Imprenta Real ubicada en Madrid. De este último libro existe un ejemplar correspondiente a la segunda edición (1791) en la Biblioteca Nacional de Colombia que perteneció precisamente a Mutis (ver: *Fondo Mutis*, 3859). Para ampliar las referencias bibliográficas sobre tratados de relojería acudir a BAILLIE [1951] y a MONTANÉS FONTENLA [1968].
21. ARJBM, III, 1, 3, 711, f. 2.
22. ARJBM, III, 1, 3, 421, f. 2.
23. Sabemos que en ausencia de relojeros, sobre todo en lugares alejados de los centros urbanos donde estos se encontraban (e. g. Santafé de Bogotá, Quito, Cartagena y Tunja), Mutis y los ilustrados acudieron a los plateros para que los secundaran en el arreglo y la calibración del utillaje. Las herramientas y la habilidad prensil de estos artesanos eran suficientes para mantener y ajustar los instrumentos científicos, así lo constató Mutis en su diario de campo: “Día 22 [de abril de 1798]: Trabajo con el péndulo para colocarlo bien a plomo. Se rompió el resorte, que por fortuna pudo componer el oficial platero sin que quedara excesivamente acortado. Quedó corriente, y los movimientos bien iguales”. Al respecto ver HERNÁNDEZ DE ALBA [1958, p. 42].
24. Las primeras operaciones de cálculos longitudinales que ejecutó Caldas, de las que tenemos noticia y que informa por correspondencia a sus amistades (incluyendo la que aquí describimos), presentan fechas extremas del 2 de diciembre de 1797 al 5 de enero de 1799, las cuales fueron registradas en el pueblo del Gigante y en la ciudad de Popayán. Éstas se pueden consultar en las cartas n° 21-25 de CALDAS [2016, p. 54-63]. De ninguna manera esta información significa que Caldas no haya realizado

- con anterioridad observaciones de este tipo, simplemente se quiere indicar que en este punto manifiesta un nivel de sofisticación considerable que le permitió avanzar hacia la apreciación cuantitativa y cualitativa de los segundos. Para entender el trasfondo de los conocimientos astronómicos que se habían cultivado en la Nueva Granada, y sobre todo para contrastar el nivel de precisión que Caldas estaba conquistando frente a sus contemporáneos y antecesores, consultar las incursiones que en su momento realizó Jorge Arias de GREIFF sobre la “Historia de la astronomía en Colombia” [1993].
25. Por la vía de los encargos, la amistad y la correspondencia, los ilustrados lograban entrar en contacto con la bibliografía relacionada con la ciencia moderna en el marco de las posibilidades materiales del virreinato. Al respecto ver SILVA [2017, 259-289].
  26. Antes de la primera edición del *Almanaque Náutico*, los navegantes y científicos españoles dependían de la versión inglesa titulada *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris* (editada desde 1767) y de la versión francesa titulada *Connaissance des Temps* (editada desde 1679), lo cual significaba que sus pilotos y astrónomos debían hacer sus cálculos sobre la base de los meridianos de Greenwich o de París para luego convertirlos al meridiano de Cádiz; un ejercicio largo, engorroso, y que podía arrojar graves errores con consecuencias fatales para el caso de los navegantes y de los viajeros. Al respecto ver: LAFUENTE y SELLÉS [1988, p. 361-398]. A pesar de sus limitantes en cuanto a las efemérides, todo indica que el *Almanaque Náutico* tuvo una buena circulación en el Imperio y que prestó alguna utilidad. Así lo sugieren tanto las misivas y las anotaciones de Caldas, como la correspondencia sostenida entre José Ignacio Pombo en Cartagena y Mutis en Santafé en los años 1803 a 1806. Al respecto consultar: ARJBM, III, 1, 1, 259; 277; 294 y 316.
  27. Véase cartas n° 24-25 en CALDAS [2016, p. 57-63].
  28. Véase carta n° 29 en HUMBOLDT [1989, p. 68].
  29. En carta n° 15 en HUMBOLDT [1989, p. 18-24]. Algunos autores han afirmado que el cronómetro de Humboldt era una manufactura del controvertido relojero suizo radicado en Francia Ferdinand Berthoud (1727-1807), y que su marcha estaba regulada con el meridiano de París. Al respecto ver SÁNCHEZ FLORES y SEEGER [1997, p. 55-67]. La carta citada nos indica que su cronómetro fue manufacturado por el sobrino de Berthoud, Louis Berthoud (1759-1813), prestigioso relojero del *Bureau des Longitudes*, quien fabricó cerca de ciento cincuenta cronómetros tanto para Francia como para la Corona española, e instruyó a aprendices enviados por esta última a sus talleres en París. Por su parte, la hora que indicaba el cronómetro de Humboldt era la de Madrid, pero evidentemente él convertía sus resultados al meridiano de París que era el más empleado en la época. Sobre la relojería francesa y la familia Berthoud ver LANDES [2007, p. 191-206]. Sobre los aprendices españoles en París ver: MONTAÑÉS FONTENLA [1955, p. 349-380].
  30. Véase carta n° 47 en CALDAS [2016, p. 128]. Tal como los podemos deducir a través de las propias palabras de Caldas, hasta ese momento él ignoraba que el cronómetro y el “Gardetems” eran en realidad el mismo instrumento, y que Humboldt empleaba la expresión en francés “garde-temps” (guarda-tiempo) para referirse a su cronómetro. En sus escritos inmediatamente posteriores ya no aparece este término, en su lugar encontramos que Caldas lo reemplaza con una especie de anglicismo: “chronometro”.
  31. En HUMBOLDT [1982, p. 71a].
  32. Véase carta n° 54 en CALDAS [2016, p. 143-148]. Las longitudes que leyó Humboldt en el manuscrito de Caldas fueron las efectuadas en el año 1798, es decir las mismas que referenciamos al inicio de este apartado.
  33. Carta n° 55 escrita en Quito el 21 de enero de 1802, en CALDAS [2016, p. 148-152]. Las transcripciones de las tablas de Lalande, así como otros manuscritos de Caldas, se encuentran en el archivo de la Universidad de Antioquia y han sido compilados en una versión facsimilar titulada *Códice original de los estudios de Francisco José de Caldas* [CALDAS, 1953].
  34. Esta y otras peticiones para obtener de Mutis uno de los cronómetros en las cartas n° 65, 66 y 69 en CALDAS [2016, p. 180-184, 185-188 y 192-195].

35. No en vano escribió Caldas, parafraseando a La Condamine con la firme intención de convencer a Mutis, que con “un instrumento cubierto de los insultos del viento” podía burlar “*el mayor enemigo de las observaciones*”, pues al unir “un cronómetro con un cuarto de círculo” era capaz, según él, de “desafiar a los más fuertes torbellinos”. Carta n° 66 en CALDAS [2016, p. 186]. Cursivas de la fuente.
36. Ver carta n° 74 en Caldas [2016, p. 209-214]. El diario de Caldas lleva como título original *Relación de un viaje hecho á Cotacache, la Villa, Imbabura, Cayambe, etc., comenzado el 23 de julio de 1802*, y ha sido reproducido en versión facsimilar por Nieto y Andrés [CALDAS, 2013].
37. Para consultar este y otros cálculos astronómicos que a diario realizaba Caldas, ver: AGN, AA-I, AI, D. 9, ff. 56-114. Hasta donde la tipografía actual lo permite, los caracteres empleados en esta cita reproducen de manera fiel los utilizados por Caldas en sus operaciones.
38. Es preciso aclarar de una vez que el tipo de actitudes que aquí nos referimos distan mucho de la relación fatalista que se sostuvo frente al destino a lo largo del siglo XVII; fatalismo que, como bien se sabe, era plasmado por medio de la representación gráfica de las ampolletas (relojes de arena). En su lugar, se trata de una visión esperanzadora del porvenir, no trágica ni catastrófica, pero sí tormentosa por el hecho de querer precipitar su advenimiento a voluntad. Sobre la inversión del tiempo divino al mundano, su acortamiento y aceleración, ver las sugerentes apreciaciones que sobre el terreno de la filosofía plantea KOSELLECK [2003, p. 37-72].
39. Véase carta n° 74 en CALDAS [2016, 109-214]. Cursivas de nosotros.
40. Así por ejemplo, Caldas escribió el siguiente relato donde encontramos parte de las previsiones que tomaba para sus viajes y los contratiempos con los que tenía que lidiar: “Los quince días anteriores a mi salida me ocupé de observaciones astronómicas dirigidas a conocer la suma de los errores de mi cuarto de círculo, la marcha de mi cronómetro y declinación de la aguja (véanse mis observaciones astronómicas de julio de 1804); los preparativos de mi transporte acabaron de llenar enteramente los días. El día diez de julio [de 1804] dejé Quito y solo llegamos a Turubamba hacienda del Dr. Andrés Salvador, en donde hallamos la mejor acogida de este joven laborioso y franco... A pesar de mis deseos y cuidados no pude hallar nada en la astronomía. Esperaba la emersión del primer satélite de Júpiter para fijar bien la latitud de este punto, pero todo lo frustraron las nubes”. Relato reproducido por ACOSTA [1849, p. 437-438].
41. Nos referimos aquí a la expedición de Humboldt, pero también a la Misión Geodésica de 1735 a 1744 como a los múltiples viajes que realizaron durante la década de 1760 diferentes científicos de diversas nacionalidades para observar el paso de Venus frente al Sol. Expediciones que contaron con mejores condiciones que la emprendida por Caldas y que ha sido contrastada mediante SAFIER [2016] y WULF [2012].
42. En carta dirigida a Mutis, desde Popayán, el 5 de agosto de 1801, Caldas informa de la ayuda recibida por el cura del Gigante y recalca sus conocimientos. Véase carta n° 42 en CALDAS [2016, p. 113-116]. Eventos similares, donde se nombran lugareños aficionados a la astronomía y en general a la ciencia ilustrada, se pueden rastrear en su diario titulado *Relación de un viaje hecho á Cotacache*.
43. Resulta interesante ver las críticas y burlas que pronunciaban ciertos sectores de la sociedad hacia los jóvenes ilustrados, quienes eran llamados “humboldtistas” con el fin de parodiar sus actitudes y deslegitimar sus prácticas científicas. Pero resulta más interesante, para nuestro caso, dejar consignado que no en pocas ocasiones eran acusados de “estar perdiendo el tiempo” con sus observaciones y sus ejercicios en general, un hecho que no solo nos ratifica lo extraño que resultaban sus prácticas, sino que también nos recuerda que el “buen” empleo del tiempo se circunscribe a un ámbito social particular. Al respecto ver: SILVA [2017, p. 628-629] y URIBE [2016, p. 119-136].
44. Véase carta n° 70 en CALDAS [2016, p. 199].
45. SILVA [2017, p. 363-424].
46. En orden de citación ver cartas n° 206, 125, 208 y 108 en CALDAS [2016, p. 388, 284, 392 y 266].
47. Véase carta n° 207 en CALDAS [2016, 390-392].
48. AGN, AA-I, AI, D. 9, f 76. Cursivas de nosotros.
49. Carta dirigida a Manuel María Arboleda el 21 de noviembre de 1811. Véase carta n° 211 en CALDAS [2016, p. 400].

**BIBLIOGRAFÍA**

- ACOSTA, J. (1849) *Semanario de la Nueva Granada. Miscelánea de ciencias, literatura, artes e industria*. París, Laserre Editor.
- BAILLIE, G. H. (1951) *Clocks and Watches. An Historical Bibliography*. Londres, NAG Press.
- BAUMAN, Z. (2003) *Modernidad líquida*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- BERIAIN, J. (2008) *Aceleración y tiranía del presente. La metamorfosis en las estructuras temporales de la modernidad*. Barcelona, Anthropos Editorial.
- BETTS, J. (1995) "Josiah Emery, Watchmaker of Charing Cross". *Antiquarian Horology*, 22(5), 394-401.
- BETTS, J. (1996) "The Lever Escapement". *Antiquarian Horology*, 23(1), 26-44.
- BETTS, J. (2017) *Marine Chronometers at Greenwich: A Catalogue of Marine Chronometers at the National Maritime Museum, Greenwich*. Oxford, Oxford University Press.
- BOURDIEU, P. (1999) "El ser social, el tiempo y el sentido de la existencia" En: *Meditaciones pascalianas*. Barcelona, Editorial Anagrama, 277-305.
- CALDAS, F. J. (1953) *Códice original de los estudios de Francisco José de Caldas* [facsimilar]. Medellín, Universidad de Antioquia.
- CALDAS, F. J. (2013) *Relación de un viaje hecho á Cotacache, la Villa, Imbabura, Cayambe, etc., comenzado el 23 de julio de 1802* [facsimilar], M. Nieto y R. Andrés (eds). Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CALDAS, F. J. (2016) *Cartas de Caldas Ilustradas*. N. Savitskaya y D. Caldas Varona (comps). Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- CALVO, C. (1865) "Noticias de los instrumentos que llevan las partidas para las observaciones". En: *Colección histórica completa de los tratados, convenciones, capitulaciones, armisticios, cuestiones de límites y otros actos diplomáticos y políticos de todos los Estados comprendidos entre el golfo de México y el cabo de Hornos desde el año de 1493 hasta nuestros días*. Tomo VII. París, A. Durand. 14-18.
- CANALES, J. (2009) *A Tenth of a Second. A History*. Chicago; Londres: The University Chicago Press.
- ELIAS, N. (2013) *Sobre el tiempo* [1984]. México, Fondo de Cultura Económica.
- GREDILLA, A. F. (1982) *Biografía de José Celestino Mutis*. Bogotá, Plaza & Janes.
- GREIFF, J. A. (1993) "Historia de la astronomía en Colombia". En: L. C. Arboleda, J. A. de Greiff y A. Espinosa (eds.) *Historia Social de la Ciencia en Colombia. Tomo II: Matemáticas, astronomía y geología*. Bogotá: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias, 175-273.
- HALBWACHS, M. (2004) "La memoria colectiva y el tiempo". En: *La memoria colectiva* [1968]. Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, 89-130.
- HERNÁNDEZ DE ALBA, G. (1958) *Diario de observaciones de José Celestino Mutis: 1760-1790, Tomo II*. Bogotá, Editorial Minerva.
- HUMBOLDT, A. (1982) *Alexander von Humboldt en Colombia. Extractos de sus diarios, compilado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Bogotá, Publicismo y Ediciones; Flota Mercante Gran Colombiana.
- HUMBOLDT, A. (1989) *Cartas americanas*. Caracas, Biblioteca Ayacucho. Compiladas por Charles Minguet y traducidas por Marta Traba.
- KOSELLECK, R. (2003) "Acortamiento del tiempo y aceleración. Un estudio sobre la secularización". En: *Aceleración, prognosis y secularización*. Valencia, Pre-Textos, 37-72.

- LAFUENTE, A. y SÉLLES, M. (1988) *El Observatorio de Cádiz (1753-1831)*. Madrid, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Naval.
- LANDES, D. S. (2007) *Revolución en el tiempo: el reloj y la formación del mundo moderno*. Barcelona, Crítica. Traducción de Àlex Boladeras Usón, 1983.
- LIPOVETSKY, G. (2016) *De la ligereza. Hacia una civilización de lo ligero*. Barcelona, Editorial Anagrama.
- MONTANÉS FONTENLA, L. (1955) “Los relojes madrileños de la Real Escuela”. *Revista de la Biblioteca, Archivo y Museo*, 70, 349-380.
- MONTANÉS FONTENLA, L. (1968) “Los clásicos de la Relojería”. En: *Relojes españoles*. Madrid, Editorial Prensa Española, 166-168.
- PÉREZ AYALA, J. M. (1951) *Antonio Caballero y Góngora. Virrey y Arzobispo de Santa Fe (1723-1796)*. Bogotá, Imprenta Municipal.
- ROSA, H. (2016) *Alienación y aceleración. Hacia una teoría crítica de la temporalidad en la modernidad tardía*. Buenos Aires, Katz Editores.
- SAFIER, N. (2016) *La medición del Nuevo Mundo. La ciencia de la Ilustración en América del Sur*. Madrid, Marcial Pons.
- SÁNCHEZ FLORES, R. y SEEBERGER, M. (1997) “Humboldt y sus instrumentos científicos”. En: F. Holl (coord.) *Alejandro de Humboldt en México*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia; Instituto Goethe, 55-67.
- SILVA, R. (2017) *Los ilustrados de la Nueva Granada 1760-1808. Genealogía de una comunidad de interpretación*. Medellín, Fondo Editorial Universidad EAFIT, Banco de la República.
- URIBE, R. (2016) *Las dinámicas del tiempo. Relojes, calendarios y actitudes en el virreinato de la Nueva Granada*. Medellín, La Carreta Editores.
- URIBE, R. (2017) “Reloj y hábito en la Nueva Granada. Introducción, circulación y usos de un artefacto”. En: N. González, R. Uribe y D. Bonnet (eds.) *Comunicación, objetos y mercancías en el Nuevo Reino de Granada. Estudios de producción y circulación*. Bogotá, Ediciones Uniandes, 59-106.
- URIBE, R. (2018) “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”. *Boletín del Museo del Oro – Banco de la República*, 58, 8-56.
- VALVERDE PÉREZ, N. (2007) *Actos de precisión. Instrumentos científicos, opinión pública y economía moral en la ilustración española*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones científicas (CSIC).
- WAJCMAN, J. (2014) *Pressed for Time the Acceleration of Life in Digital Capitalism*. Chicago, The University of Chicago Press.
- WULF, A. (2012) *Chasing Venus. The Race to Measure the Heavens*. Nueva York, Alfred A. Knopf.