



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**EL RELOJ DE ARENA: REPRESENTACIÓN DEL TIEMPO EN LA  
CULTURA MATERIAL. SIGLOS XIV AL XVIII**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
Licenciada en Historia

PRESENTA

Viridiana Mercedes Reyes Hernández

ASESORA

Dra. Guadalupe Pinzón Ríos



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

No podría expresar todo mi agradecimiento a quienes me acompañaron durante todo mi camino como tesista.

A la doctora Guadalupe Pinzón, por todo su apoyo y comentarios a este trabajo. Además, por generar espacios como el Seminario de Espacios Marítimos Novohispanos y la organización de eventos académicos que permiten a los estudiantes presentar nuestros primeros trabajos de investigación y acercarnos a investigadores que ya han recorrido un largo camino. Gracias por preocuparse tanto por nuestras primeras experiencias académicas.

A la doctora Matilde Souto, gracias por tanta paciencia, entusiasmo y dedicación a mi trabajo aún cuando no había obligación. Agradezco cada uno de sus comentarios y sugerencias para que esta tesis (iniciara y) concluyera de la mejor manera posible.

A la maestra Flor Trejo, gracias por haberme acompañado, sobre todo en las primeras ideas, por ayudarme a ver la Historia y el trabajo del historiador desde otras perspectivas, sin duda más divertidas, y por acercarme al mar, aún cuando me encuentro a cientos de kilómetros tierra adentro.

Gracias a la doctora Berta Gilabert y al doctor César Manrique por haber aceptado leer y comentar este trabajo.

También agradezco a mis compañeros del Seminario de Espacios Marítimos: Laura, Fernanda, Carlos, Bruno, y a todos quienes nos acompañaron por breves periodos. Gracias por haber leído y criticado cada uno de mis avances.

Gracias a la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM por mi formación y al programa de Becas del Instituto Mora, que fue un gran apoyo para poder concluir este trabajo.

Por último, gracias a mi familia por tanto amor y enseñanzas: Margarita y Guillermo, los amo infinitamente. Petunia, aunque nunca podrás gracias por estar a mi lado y ser pura alegría. Además, las personas presentes en mi vida que se han convertido en familia con el tiempo y con tantas experiencias compartidas: Luis, Irene, Juan y Verónica, gracias por su apoyo, consejos, conversaciones, horas de estudio y distracciones. Sin todos ustedes este trabajo no existiría.

# Índice

Introducción .....	5
1. Ampolletas, la medida del tiempo	
1.1 Diferentes instrumentos de medición del tiempo .....	17
1.2 Surgimiento de la ampolleta y qué necesidades compensa .....	22
1.3 Diferentes nombres que se le dan al reloj de arena, etimología y usos de la palabra <i>ampolleta</i> .....	23
1.4 Descripción y materiales que se usaban para su fabricación .....	24
1.5 Quiénes fabricaban las ampolletas .....	30
1.5.1 Vidrieros .....	33
1.5.2 Matemáticos .....	40
2. "Por la ampolleta se deben regir los navegantes" .....	52
2.1 Importancia de conocer la hora en el mar y los instrumentos que se usaban para ello .....	54
2.1.1 Astrolabio .....	60
2.1.2 Observación de las guardas .....	66
2.1.3 Nocturlabio .....	69
2.1.4 Relojes solares .....	71
2.2 Obras sobre el uso de las ampolletas en el mar .....	74
2.3 Ampolletas empleadas en aspectos técnicos en la navegación .....	85
2.4 Ritmos de vida marcados por la ampolleta .....	92
2.5 El tiempo y el mar .....	101
3. Otros usos del reloj de arena. Una lectura de la ausencia .....	105

3.1 Uso práctico .....	106
3.2 Uso metafórico .....	128
Conclusiones .....	139
Índice de imágenes .....	145
Referencias bibliográficas .....	149

## Introducción

I

La presente investigación propone abordar el estudio del reloj de arena desde la historia de la cultura material. Dicho instrumento fue usado y comúnmente representado desde el siglo XIV en Europa occidental y en los primeros años del siglo XVI su uso se extendió al ser llevado a América por los europeos recién llegados a bordo de las embarcaciones transatlánticas. En estos tres espacios –Europa occidental, América y a bordo de las embarcaciones transatlánticas europeas– los relojes de arena, también conocidos como ampollitas, fueron usados con cotidianidad hasta el siglo XVIII y, en algunos casos, incluso hasta la siguiente centuria. No obstante, la periodicidad de este trabajo se detiene en el siglo XVIII, ya que es cuando los avances en la relojería permitieron tener instrumentos de medición del tiempo más precisos y estables, los cuales se volvieron rápidamente accesibles para buena parte de la población. A partir de entonces y a lo largo del siglo XIX nos hemos enfrentado a nuevas formas de medir el tiempo y su organización ha sido cada vez más estricta.

El periodo delimitado busca cubrir los cinco siglos en los que las ampollitas fueron objetos de uso cotidiano tanto en tierra como en mar, particularmente en el Occidente europeo, en la Nueva España y a bordo de las embarcaciones hispanas de la Carrera de Indias que surcaron el Atlántico entre los siglos XVI y XVIII, a las cuales se tomará como ejemplo para analizar el uso de las ampollitas en la navegación. Cabe destacar que, aunque el periodo temporal y el espacio en dónde se sitúa la investigación parezcan tener límites muy amplios, este instrumento de medición del tiempo ha sido poco abordado, tanto desde la bibliografía actual, como desde las fuentes contemporáneas a su uso, en las que la información sobre el mismo muchas veces se limita a escasas menciones fortuitas debido a que el empleo de este artefacto era muy natural.

Dado que las ampollitas son instrumentos que a primera vista parecen haber desaparecido de la documentación escrita, en algunos casos se abordarán los bordes que rodean

al objeto,<sup>1</sup> es decir, temas, actitudes, objetos, etc. que por ser similares o tener alguna relación con las ampollitas puedan aportar información sobre ellas; por ejemplo, diferentes instrumentos de medición del tiempo, artesanos que fabricaban otros instrumentos de medición o que trabajaban los mismos materiales que componían a las ampollitas, pero siempre será con el objetivo principal de aproximarse a las ampollitas dentro de la sociedad que las producía y usaba.

Para llevar a cabo este trabajo, se tomarán algunas ideas sobre la historia de la cultura material de tres autores: el investigador dedicado a la historia del diseño y al arte contemporáneo, Glenn Adamson;<sup>2</sup> la historiadora interesada en la cultura de la gastronomía, la salud y los interiores domésticos ingleses de los siglos XVIII y XIX, Sara Pennell;<sup>3</sup> y la arqueóloga Gilda Hernández Sánchez,<sup>4</sup> quien ha estudiado la cerámica de los indígenas del centro de México durante el virreinato.

Los tres autores se adscriben a escuelas diferentes. Glenn Adamson, inspirado en el historiador del arte Jules Prown,<sup>5</sup> considera que cada artefacto se relaciona de manera diferente con cada sociedad en épocas diferentes; el estudio de la cultura material permite observar dicha relación usando los objetos como información primaria. Sara Pennell, por su parte, propone, inspirada en la microhistoria episódica al estilo de Carlo Ginzburg, realizar un examen detallado a un solo sujeto de investigación (que puede ser cualquier artefacto o grupo de objetos) y a partir de él observar creencias, relaciones de poder y redes sociales. Gilda Hernández sigue la propuesta del antropólogo Arjun Appadurai<sup>6</sup> y considera que los objetos tienen cualidades de sujetos, es decir, actúan como agentes con intencionalidad y constituyen realidades sociales, no

---

<sup>1</sup> Las propuestas de Glenn Adamson han sido muy útiles para estudiar artefactos que no han dejado muchos rastros en las fuentes primarias. Glenn Adamson, “The case of the absent footstool: reading the absent object” en Karen Harvey (ed.), *History and material culture. A student's guide to approaching alternative sources*, Estados Unidos de Norteamérica, Routledge, 2009, pp. 192-207.

<sup>2</sup> *Id.*

<sup>3</sup> Sara Pennell, “Mundane materiality, or should small things still be forgotten? Material culture, micro-histories and the problem of scale” en Karen Harvey (ed.), *History and material culture. A student's guide to approaching alternative sources*, Estados Unidos de Norteamérica, Routledge, 2009, pp. 173-191.

<sup>4</sup> Gilda Hernández Sánchez “The study of material culture”, *Ceramics and the Spanish Conquest: Response and Continuity of Indigenous Pottery Technology in Central Mexico*, Países Bajos, Brill, 2012, pp. 29-41, <http://www.jstor.org/stable/10.1163/j.ctt1w8h199.8> (consultado el 13 de agosto de 2021).

<sup>5</sup> Jules David Prown, “Mind in Matter: An Introduction to Material Culture Theory and Method”, *Winterthur Portfolio*, vol. 17, no. 1, 1982, pp. 1-19, <http://www.jstor.org/stable/1180761> (consultado el 10 de agosto de 2021).

<sup>6</sup> Arjun Appadurai (ed.), *La vida social de las cosas. Perspectiva cultural de las mercancías*, trad. de Argelia Castillo Cano, México, Grijalbo/CONACULTA, 1986, 406 p.

sólo las reflejan; en consecuencia, las personas y la cultura material tienen una relación dialéctica, en donde los objetos son capaces de influenciar acciones en las personas y son agentes activos en la creación de relaciones sociales, simultáneamente, los objetos juegan diferentes roles y tienen diferentes significados en diferentes contextos sociales.

A pesar de que los tres autores se han dedicado a diferentes temas de estudio y siguen propuestas diferentes, su perspectiva está atravesada por la idea de que en los objetos pueden leerse actitudes, creencias y realidades sociales. Sara Pennel y Gilda Sánchez dan un paso más y observan que además de reflejar aspectos de la sociedad o ser evidencia de prácticas sociales, los objetos tienen una participación activa en la forma en que dichas prácticas son creadas, aprendidas y asimiladas<sup>7</sup> o, en palabras de Gilda Sánchez, los objetos son capaces de influenciar acciones en las personas.<sup>8</sup> Por otro lado, un aspecto destacable del trabajo de Adamson es que propone realizar una lectura de la ausencia cuando el artefacto de interés no está en los registros escritos; así, es necesario preguntarse sobre los motivos de la ausencia e interpretarlos como parte del estudio, en vez de considerarlos como un obstáculo.

En resumen, de Glenn Adamson se tomará la relevancia que se da a la ausencia de algún objeto en los registros escritos y la propuesta de considerar este aparente impedimento como un tema de interés histórico. De Gilda Sánchez se retoma la idea de considerar a los objetos como entes cuyas cualidades están activas y tienen la capacidad de generar acciones, formas de aprendizaje y de comprensión del mundo entre quienes los usan. Por último, de Sara Pennel se busca retomar su forma de trabajo, es decir, examinar detalladamente un solo artefacto, en este caso al reloj de arena y, a partir de él, observar algunas de las creencias sobre el tiempo y formas de aprehenderlo, así como las redes sociales que se generaron alrededor del instrumento durante los siglos en que tuvo una aplicación práctica.

Por otro lado, las fuentes que se retomarán pueden dividirse en dos grupos, los textos sobre las formas de medir el tiempo tanto en mar como en tierra y los trabajos que se dedican exclusivamente al estudio de las ampollitas. Respecto al primer grupo, cabe destacar que en estos textos la exposición de las ampollitas por lo general es muy breve y se habla de ellas como

---

<sup>7</sup> Sara Pennell, *op. cit.*, p. 179.

<sup>8</sup> Gilda Sánchez, *op. cit.*, p. 30.

un instrumento secundario, pues en su mayoría se centran en los avances de la relojería mecánica. Algunos autores han realizado estudios con menciones destacables, aunque breves, sobre el reloj de arena, como el historiador de la ciencia durante la Edad Media, Emmanuel Poulle, quien inicia su texto “La mesure du temps et son histoire”<sup>9</sup> analizando diferentes obras referentes a la historia de la hora y a la historia de la relojería y posteriormente, hace un breve recorrido por el desarrollo de la relojería en Europa durante el Renacimiento. Lo más relevante de este texto es que incluye una reflexión sobre la simultaneidad del uso del reloj de arena y el desarrollo de la relojería, en donde establece la diferencia entre las funciones principales de una ampollita y de un reloj mecánico, y en consecuencia la diferencia entre medir una duración de tiempo y conocer el tiempo, o la hora.

Lothar Loske, aunque formado como ingeniero, se ha dedicado a investigar sobre gnómica desde una perspectiva histórica. En *El arte de la medición del tiempo*,<sup>10</sup> estudia el desarrollo del reloj mecánico, principalmente en Europa, aunque no olvida las influencias asiáticas. En cuanto al reloj de arena sitúa su origen en el siglo XIV, realiza algunas anotaciones sobre su fabricación y sobre su introducción a Medio Oriente y a China. Además, señala su importancia en la pintura europea como elemento alusivo a la muerte.

Asimismo, el economista Jacques Attali, interesando, entre otras cosas, en la historia de la medición del tiempo, publicó en 1982 en Francia el libro titulado *Historias del tiempo*,<sup>11</sup> en donde realiza un recorrido por las diferentes formas de medir el tiempo en Oriente Medio, algunas regiones de África y Europa desde algunos siglos antes de Cristo hasta la actualidad (a partir de la Edad Media se centra sólo en el estudio de Europa). La obra resulta importante por dos motivos: proporciona múltiples ejemplos sobre el uso práctico del reloj de arena desde el siglo XIV y, por otro lado, parte del supuesto de que cada objeto con el que medimos el tiempo ejerce influencia en la manera en cómo percibimos el tiempo. De esta manera, relaciona cada

---

<sup>9</sup> Emmanuel Poulle, “La mesure du temps et son histoire”, en *Bibliothèque de l'école des chartes*, tomo 157, entrega 1, 1999, pp. 221-229.

<sup>10</sup> Lothar Loske, *Ars temporis: El arte de la medición del tiempo*, México, Colección editorial del arte Chrysler, 1992, 167 p.

<sup>11</sup> Jacques Attali, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, 287 p.

instrumento del que habla con alguna característica de la sociedad en donde sitúa el uso del mismo objeto.

Algunos de los autores que han abordado el estudio de las técnicas en la navegación o la vida cotidiana en altamar y cuentan con menciones detalladas sobre las formas de uso del reloj de arena a bordo, son los historiadores Pablo Emilio Pérez Mallaína-Bueno<sup>12</sup> y Delphine Tempère,<sup>13</sup> quienes al describir las actividades de la marinería dedican algunas líneas al modo de uso de las ampollitas. Igualmente, Salvador García Franco y María del Carmen López Calderón, autores del *Catálogo de instrumentos náuticos y científicos del museo naval*,<sup>14</sup> abordan las ampollitas como instrumentos náuticos por formar parte del Museo Naval de Madrid y aportan algunas fuentes para su estudio. Existen otros autores que señalan el uso de las ampollitas, pero son menciones muy breves, que aportan poco al estudio de este objeto.

En cuanto a los estudiosos que han dedicado un trabajo exclusivo a las ampollitas,<sup>15</sup> destacan Robert Theodore Balmer,<sup>16</sup> David Boullin<sup>17</sup> y Tiffany Stern.<sup>18</sup> El primero de ellos es un ingeniero mecánico que, entre otros temas, ha estudiado las ampollitas desde la historia y desde la física, ya que además de analizar la presencia de las ampollitas a finales de la Edad Media en Europa, su composición y sus usos, también se ha enfocado en el análisis del fluido de los sólidos (la arena) en estos instrumentos. El segundo de ellos dedicó un texto al estudio de las representaciones de ampollitas en la pintura europea; después de examinar cerca de 2.000 obras, estableció algunas categorías basadas en las formas de ensamblaje y estructuras que pudo observar en las representaciones de este instrumento, además clasificó los temas de las obras en las que aparecían ampollitas a partir del siglo XIV y hasta el siglo XVIII. Por último, Tiffany

---

<sup>12</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*, Sevilla, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla 92 y Diputación Provincial de Sevilla, 1992, 256 p.

<sup>13</sup> Delphine Tempère, “Vida y muerte en altamar. Pajes, grumetes y marineros en la navegación española del siglo XVII”, *Iberoamericana*, vol. 2, núm. 5, marzo 2002, pp. 103-120.

<sup>14</sup> Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *Catálogo de instrumentos náuticos y científicos del museo naval*, España, Ministerio de Defensa, Museo Naval de Madrid, 1996, 455 p.

<sup>15</sup> Se mencionan sólo los textos que se han consultado, ya que han identificado otras obras también dedicadas exclusivamente al estudio de las ampollitas pero no se ha tenido acceso a ellas.

<sup>16</sup> Robert Theodore Balmer, “The Operation of Sand Clocks and Their Medieval Development”, *Technology and Culture*, vol. 19, n. 4, octubre 1978, pp. 615-632. [www.jstor.org/stable/3103761](http://www.jstor.org/stable/3103761) Consultado el 20 de febrero de 2021.

<sup>17</sup> David J. Boullin, “An iconographic study of sandglasses”, *Nuncius*, vol.4, núm. 1, enero 1989, pp. 67-85.

<sup>18</sup> Tiffany Stern, “Time for Shakespeare: Hourglasses, sundials, clocks, and early modern theatre”, *Journal of the British Academy*, 19 marzo 2015, 33 p.

Stern, especialista en literatura inglesa, ha analizado la posibilidad de que se hayan usado ampollitas para medir la duración de las representaciones teatrales inglesas de los siglos XVI y XVII, principalmente las obras de Shakespeare; para ello la autora se adentra en la función del reloj de arena y en los otros ámbitos en los que se usaba este instrumento para realizar comparaciones y poder determinar si su uso en el teatro fue viable o no.

No obstante, ninguno de los trabajos mencionados aborda las ampollitas desde la historia de la cultura material, y muchos de ellos no son trabajos realizados por historiadores, con excepción de Emmanuel Poulle, Pérez Mallaína y Delphine Tempère, mas todos aportan información valiosa sobre los usos, formas de construcción de los relojes y funcionamiento. Sólo Emmanuel Poulle incluye una reflexión del papel de la ampollita en relación con el reloj mecánico y sólo Jacques Attali señala la relación que hay entre el objeto de medición y lo que se mide (ampollita y el tiempo). Por otro lado, Tiffany Stern es la única en realizar un estudio de las ampollitas y su empleo en el teatro, aunque finalmente concluya que no se usaron de manera práctica en los escenarios.

## II

Ya que se espera establecer una relación entre el objeto y la sociedad que lo producía y usaba, de los planteamientos anteriores se desprenden las preguntas que regirán este trabajo: ¿por qué en el siglo XIV surgieron, o posiblemente resurgieron, las ampollitas a pesar de que el reloj mecánico tuvo su origen en la misma centuria y de que existían otros métodos de medición del tiempo?, ¿cómo es que su uso se mantuvo hasta el siglo XVIII cuando los avances en la tecnología ya habían superado la sencillez de las ampollitas?

Además, debido a que esta investigación se realizará desde la historia de la cultura material, resulta pertinente plantearse como preguntas secundarias: ¿cómo se fabricaban o ensamblaban las ampollitas y quiénes lo hacían?, ¿en qué espacios se usaban, con qué objetivos y en qué circunstancias específicas?, ¿con qué otros instrumentos convivieron simultáneamente y qué otros tiempos medía cada instrumento? Y, por último, ¿por qué su presencia no es evidente en la documentación escrita y sí lo es en las representaciones pictóricas?

Como hipótesis principal a las preguntas anteriores se plantea que el surgimiento y uso de las ampollitas y del reloj mecánico coexistió porque los dos instrumentos cubrían diferentes necesidades. Por un lado, las ampollitas solucionaban de manera sencilla el problema de medir con relativa exactitud el tiempo corto, permitían delimitar el periodo de tiempo que el usuario deseara, ya fuera quince, treinta o sesenta minutos. En cambio, la relojería mecánica siguió buscando una manera de crear una máquina de movimiento perpetuo y exacto que representara la división del día en 24 horas iguales, y con el tiempo poseer un reloj mecánico se convirtió en una cuestión de estatus, más que en una necesidad genuina de conocer la hora.

Es decir, aunque ambos dispositivos sean instrumentos de medición del tiempo, el tiempo que miden no es el mismo: las ampollitas dictan el tiempo (el periodo de duración que tenga cada una de ellas) y los relojes marcan el tiempo de acuerdo con la división del día en horas iguales. De forma similar, los otros instrumentos de medición del tiempo calculaban otros tiempos, o lo hacían de forma diferente, por ejemplo un reloj de sol señalaba horas naturales y sólo funcionaba con la luz del día y en la latitud para la que hubiera sido fabricado, un astrolabio medía horas siderales (horas no iguales basadas en el movimiento de los astros) y usarlo requería conocimientos previos sobre el mapa celeste; así el uso de cada instrumento estaba limitado al tiempo que pudiera leer, en consecuencia, cada uno se empleaba en una circunstancia diferente.

Como hipótesis a las preguntas secundarias se plantea que quienes fabricaban las ampollitas eran especialistas en fabricar instrumentos de medición en general y no necesariamente relojeros, ya que ellos buscaban crear máquinas autónomas. Las ampollitas se usaron en cualquier espacio en el que una persona necesitara delimitar su propio tiempo, ya fuera para dar una cátedra o saber cuánto tiempo trabajar. La presencia de las ampollitas en las fuentes no es abundante debido a que eran instrumentos sencillos y comunes, además de económicos, en comparación con otros tipos de relojes.

En este marco, la presente tesis tiene como objetivo examinar los motivos por los cuales las ampollitas comenzaron a ser usadas y representadas de manera paralela al surgimiento del reloj mecánico y analizar su uso simultáneo con otros instrumentos de medición del tiempo durante el periodo planteado, tanto en tierra como en el mar. A ello se agrega que se espera identificar y describir las formas de producción de las ampollitas, explicar cuáles fueron sus

principales usos, explicar cómo se usaron en la navegación y cuál fue su relevancia dentro del problema de la medición del tiempo en el mar, comparar sus funciones con las de otros instrumentos de medición del tiempo y, por último, evaluar los motivos por los cuales la información sobre las ampolletas en las fuentes primarias es escasa y dispersa.

Desde este punto de vista, el trabajo que se plantea es pertinente ya que los relojes de arena son un instrumento que ha sido poco estudiado desde la historia a pesar de su gran importancia en la navegación y de haber sido usados de forma continua durante, al menos, cinco siglos en toda Europa y en la navegación, además, en la Nueva España desde el siglo XVI hasta su independencia e, incluso, durante algunos años más.

Asimismo, ninguno de los trabajos localizados hasta el momento aborda las ampolletas con una perspectiva de la cultura material, son en su mayoría trabajos monográficos o breves menciones que no establecen una relación directa entre la sociedad que los producía y usaba, con el instrumento mismo y, con excepción de Attali, poco se cuestionan sobre lo que puede decir el instrumento sobre las formas de entender y percibir el tiempo. Por otro lado, ninguno de los trabajos señalados se pregunta sobre los motivos de la ausencia de las ampolletas ni buscan leer lo que los vacíos indican sobre el instrumento y la sociedad; sino que simplemente se limitan a decir lo que han logrado encontrar de manera aislada en distintos documentos. Por último, con excepción de Tiffany Stern, nadie se cuestiona hasta qué punto sí fueron usados de forma práctica, o si sus menciones son más bien una metáfora.

En este sentido, la investigación que se plantea propone agrupar la información que se tiene sobre las ampolletas, realizar una búsqueda de fuentes para aportar otros datos y cuestionar lo que se sabe y menciona en las fuentes sobre sus posibles usos prácticos. Para ello, las fuentes que se usarán son diccionarios y descripciones sobre la forma de construir ampolletas, en ellos se han detectado notas puntuales sobre la forma de los vidrios, tamaños, materiales para la arena y técnicas para prepararla. También se usarán tratados de navegación españoles que describan y expliquen el uso de los distintos instrumentos de medición del tiempo en el mar, incluyendo las ampolletas. Sólo se usarán tratados náuticos españoles con el objetivo de poder señalar como ejemplo el caso de la navegación española ya que, debido a las múltiples especificidades en el arte de navegar de las diferentes naciones, la amplitud del periodo estudiado, y la abundante

literatura náutica parece indispensable acotar el estudio del tiempo y el mar a un solo caso. Adicionalmente, el estudio se valdrá de representaciones pictóricas de ampollitas que se encuentren en obras de diferentes temáticas como vida cotidiana, *vanitas*, retratos de santos, alquimistas, astrónomos y sabios. Dichas obras se han consultado en bases de datos digitales de museos mexicanos y europeos que tienen acervos del periodo de interés.

Dado que a lo largo de este trabajo se hablará de instrumentos que "miden el tiempo", antes de continuar con la explicación del tema seleccionado es importante aclarar qué se entiende por tiempo y los instrumentos que lo miden. Para este trabajo no se tomará en consideración al tiempo abstracto y absoluto de la física, el cual no es accesible a los sentidos; sino que se considera al tiempo como un concepto histórico, que toma diferentes formas en diferentes culturas.<sup>19</sup> Así como el filósofo y sociólogo Norbert Elias lo explicó, "la palabra *tiempo* es el símbolo de una relación que un grupo humano (esto es, un grupo de seres vivos con la facultad biológica de acordarse y sintetizar) establece entre dos o más procesos, de entre los cuales toma uno como cuadro de referencia o medida de los demás",<sup>20</sup> dicho cuadro de referencia puede ser un proceso natural o uno diseñado por los seres humanos: un instrumento de medición del tiempo. Para el mismo autor,

[...] las medidas del tiempo son instrumentos que los hombres crean para fines determinados. Son útiles a los hombres como series de referencia para determinar posiciones en la sucesión de una multitud de series diferentes de acontecimientos, de las cuales una es actualmente o en potencia, visible y tangible, como la sucesión de acontecimientos de los relojes mismos.<sup>21</sup>

En este sentido, los instrumentos de medición del tiempo son medios de orientación que permiten *temporizar*<sup>22</sup> —es decir, datar o sincronizar— y están socialmente estandarizados —o compartidos por los miembros de un mismo grupo—.

---

<sup>19</sup> Carlos Mondragón, "Horizontes culturales, horizontes del tiempo", en *Revista de la Universidad de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, marzo 2018, pp. 44-46.

<sup>20</sup> Norbert Elias, *Sobre el tiempo*, primera edición electrónica, trad. de Guillermo Hirata, México, prologado por Héctor Vera, Fondo de Cultura Económica, pp. 47-48 (Sección de obras de Filosofía).

<sup>21</sup> *Ibid.*, pp. 83.

<sup>22</sup> *Ibid.*, pp. 46, 64.

### III

Respecto a las fuentes, es importante destacar los problemas que se han presentado y cómo se han solucionado los mismos. Por un lado, las descripciones de las formas de elaboración y uso de las ampollitas no son abundantes y la mayoría de las conocidas no son minuciosas; sin embargo, como ya se mencionó, se ha tomado la decisión de plantear una lectura de la ausencia en vez de considerarla como un obstáculo en la investigación histórica. En este sentido es preciso señalar cómo se llegó al tema de estudio.

Inicialmente, el propósito era realizar un estudio exclusivamente enfocado en el tiempo a bordo de los navíos trasatlánticos españoles y como éste era percibido y frecuentemente alterado dependiendo de la situación de la navegación, jerarquía, peligros, etc.; además de las influencias que ejercía la sociedad en tierra sobre los hombres de mar, es decir, el universo de creencias y costumbres que les pertenecían como parte de la sociedad española de los siglos XVI al XVIII y como grupo. Al comenzar la revisión sobre el tema, fue notoria la gran relevancia de las ampollitas para organizar la vida a bordo y, en consecuencia, la influencia que ejercía el objeto por sí mismo en las formas de comprensión y percepción del tiempo, así como en la organización de las jornadas diarias.

En consecuencia, parecía significativo dar un papel importante a este objeto de medición del tiempo en el trabajo. De ello surgieron preguntas sobre las técnicas de producción, características, regulaciones, comercio y el camino que debía surcar para llegar hasta las manos de los pajes y pilotos de las embarcaciones de la Carrera de Indias. Como era de esperarse, estas eran preguntas que no tenían respuesta, como se expuso en un inicio, la mayor parte de las fuentes disponibles pasaba por alto el reloj de arena o se limitaba a mencionar que su uso era habitual en la navegación y a dar algún ejemplo breve. En los diarios de viaje se menciona su uso en relación con la forma de organización del trabajo y del día o respecto a alguna maniobra y toma de medidas, pero tampoco se profundiza en el objeto. Igualmente, al consultar la documentación oficial de la Casa de la Contratación las ampollitas parecían no existir, probablemente porque están englobadas en lo que llaman “cosas menudas”. Tampoco se logró identificar a sus fabricantes de las mismas en alguno de los reinos de la Corona y se hizo manifiesto que difícilmente serían el tema de interés principal en algún documento de archivo.

Como resultado de esta situación, el trabajo comenzó a inclinarse hacia el estudio del objeto en sí mismo y a salirse de los límites de la navegación, puesto que reducir el estudio sólo a las ampollas destinadas para navegar restringía demasiado la información disponible. Así, se tomó la decisión de invertir el problema de estudio y considerar a las ampollas como el tema principal desde la perspectiva de la historia de la cultura material, no sin dar un papel privilegiado al papel de las ampollas en la navegación y a las formas de medir el tiempo a bordo.

Por otro lado, el problema al que nos hemos enfrentado ha sido que este trabajo fue redactado en medio de la pandemia de Covid-19, por lo que, salvo algunas excepciones de libros que ya habían sido consultados con anterioridad, la mayor parte se ha realizado a partir de consultas en bases de datos en línea y de libros y artículos que se encuentran digitalizados y de libre acceso. No obstante, el verdadero desafío ha sido acceder a fuentes novohispanas albergadas en archivos mexicanos. Aunque este trabajo pretende abarcar tanto a la Europa occidental como la América virreinal, finalmente se ha obtenido más información sobre Europa, porque muchos de sus archivos tienen catálogos exhaustivos con una gran cantidad de documentos digitalizados; en cambio, en México sólo se ha podido consultar en línea el catálogo y algunos documentos del Archivo General de la Nación, del Archivo General de Notarías y de la Hemeroteca Nacional. Por ende, queda pendiente la revisión de otros archivos, principalmente los poblanos, pues como se verá, Puebla de los Ángeles fue un importante centro de producción de vidrio, de pertrechos para la navegación y el lugar al que se solicitaban las ampollas en caso de que hicieran falta desde otros lugares de la Nueva España.

Algo similar ocurrió respecto a la consulta de imágenes como fuente. A lo largo del texto se podrá observar un desequilibrio en cuanto a las pinturas europeas y las novohispanas. El motivo principal ha sido la diferencia en cuanto a la organización de las colecciones digitales de los museos de países como Alemania, Países Bajos, Francia, Bélgica, España, Inglaterra, Irlanda, Italia y Estados Unidos (en donde se encuentran grandes acervos de pinturas europeas de la época de interés para el presente trabajo), respecto a la organización de las colecciones mexicanas, de las que, desafortunadamente, pocos museos cuentan con bases de datos completas

que permitan realizar búsquedas exhaustivas en las colecciones, incluyendo las piezas que no están expuestas.<sup>23</sup>

#### IV

En el primer capítulo se realizará una descripción del objeto, desde su relación con otros objetos de medición del tiempo contemporáneos, hasta las definiciones de este instrumento que se dan en diferentes diccionarios y sus características físicas. Posteriormente se hablará de quienes trabajaban los materiales que componían las ampolletas y de quienes tenían oficios que podían haberse relacionado con el artefacto. Por último, se explicará la labor de los casos específicos que se han identificado como fabricantes de relojes de arena.

El segundo capítulo está dedicado al uso de las ampolletas en el mar. Comienza explicando cuál era la importancia de conocer la hora al navegar y cuáles eran los instrumentos que se usaban para ello; por lo tanto, a partir del ejemplo de las navegaciones españolas de la Carrera de Indias, se describen brevemente las técnicas que se aplicaban a la navegación para poderse ubicar en altamar, los instrumentos que se usaban y los problemas a los que se enfrentaban. A continuación, se abordan algunos tratados de náutica que dedican apartados específicos al uso de las ampolletas para navegar; asimismo se retoman publicaciones que hablan exclusivamente sobre las ampolletas en el mar, desde el punto de vista de las matemáticas y la física. Por último, se explican las dos formas de aplicación de las ampolletas en la navegación: por un lado, su aplicación para la técnica del arte de marear y, por el otro, su papel en la organización de la vida cotidiana a bordo de las embarcaciones.

En el último capítulo se examinan las aplicaciones que tuvieron los relojes de arena en tierra, tanto de manera práctica como metafórica. Se busca determinar qué tan común fue su uso, en qué espacios, por quiénes, por qué parecen estar ausentes y qué uso se le dio a su imagen desde la iconografía en la pintura europea y novohispana; por lo que este último apartado fue realizado principalmente con fuentes pictóricas.

---

<sup>23</sup> El sitio web de la Mediateca del INAH ha sido el repositorio más útil para realizar la búsqueda de imágenes. <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/> Consultado el 1 de octubre de 2021.

# 1. Ampolletas, la medida del tiempo

## 1.1 Diferentes instrumentos de medición del tiempo

A lo largo de la historia, los seres humanos han usado diferentes instrumentos para medir el paso del tiempo, desde múltiples tipos de relojes que pueden ser leídos por la mayoría de las personas, hasta objetos a partir de los cuales se toman medidas para, después de complejos cálculos, obtener la ubicación temporal. Los instrumentos de medición del tiempo no siempre siguen los mismos procesos y por lo tanto, no dan la misma información; incluso algunos de ellos fueron creados para ser usados en situaciones muy específicas y brindar información que es útil sólo en un contexto limitado.

La variedad de relojes es tan amplia que algunos llegan a ser tan específicos como el caso de los astrolabios, utilizados para ubicarse en el desierto o en el mar; obras arquitectónicas que funcionan como relojes solares y cuyos símbolos sólo pueden ser leídos en función de la cultura a la que pertenecen; velas que se consumen justo en el tiempo que deben durar los rezos; o incluso relojes astronómicos que enfatizan la manera en la que los astros influyen en la tierra y personas en un día o momento del día específico, los cuales sólo tienen sentido en la tradición astrológica occidental.

Ya para el siglo XIV se conocían bien y eran comunes los relojes de agua<sup>24</sup>—llamados clepsidras—, los relojes de sol<sup>25</sup>—también llamados gnómones o cuadrantes solares—, y los relojes de fuego (como velas e inciensos); además se usaban instrumentos astronómicos como astrolabios, ballestillas. Fue también en este siglo cuando surgieron los primeros relojes totalmente mecánicos y las menciones al reloj de arena comienzan a ser más recurrentes. Todos

---

<sup>24</sup> El más antiguo que se conoce fue fabricado por Amenofis III hacia el 1400 a.C. Jacques Attali, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 51.

<sup>25</sup> Entre los más antiguos se encuentran el construido hacia 3100 a.C. en Newgrave, Gran Bretaña y el de Stonehenge de 1900 a.C., y el primer cuadrantes de tamaño reducido data del siglo XV a.C. Jacques Attali, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 49.

estos instrumentos tuvieron peculiaridades, dependiendo del lugar y época en los que fueron usados, y el objetivo que tenían.

Un claro ejemplo del refinamiento que habían adquirido los relojes de sol, de agua y fuego para el siglo XIV en Europa, es que pocos años antes de iniciar la centuria fueron redactados *Los cinco libros de los relojos alfonsines*, los cuales forman parte de los quince tratados contenidos en el *Libro del saber de astrología* (1275-1277) de Alfonso X de Castilla, el Sabio. Producto del trabajo de diferentes médicos, astrónomos y astrólogos de diversas procedencias, algunos judíos, otros cristianos y musulmanes, entre quienes destacaron Jehudá ha-Cohen, Abraham de Burgos, Rabiçag de Toledo.<sup>26</sup> Los últimos cinco manuscritos están dedicados a instrumentos de medición del tiempo, en ellos se menciona el reloj de la piedra de la sombra (un cuadrante solar), un reloj de agua y un reloj de vela; además de una clepsidra de mercurio y un reloj de sol en la puerta de un palacio.

En todos los casos se dan instrucciones sobre cómo fabricarlos adecuadamente y usarlos. Ambas eran complejas tareas, para las que era necesario tener conocimientos de astronomía ya fuera para medir correctamente los ángulos que, representados con marcas, indicaban las horas, ajustar la cantidad de agua con ayuda de un astrolabio, o lograr que el reloj de vela indicara la hora y los signos del zodiaco a partir del consumo de la cera y unos pesos de plomo. A esto se añade que se requerían conocimientos muy específicos sobre el trabajo de la madera y metales, principales materiales para la construcción de los relojes que se describen.<sup>27</sup>

Los relojes de Alfonso X están lejos de ser las versiones más sencillas de cada uno de ellos, pero muestran cómo sobrevivieron al paso de los siglos y su uso estaba extendido al menos entre judíos, cristianos y musulmanes. Para el último cuarto del siglo XIII seguían siendo utilizados y se buscaba en ellos innovaciones constantes que se fueran ajustando a las nuevas necesidades de la vida cotidiana y formas de entendimiento del tiempo; ejemplo de estas modificaciones es la popularidad de los relojes solares universales –también conocidos como

---

<sup>26</sup> María Isabel Herizo Peigneux d'Egmont, “La joya de la corona”, en *Folio Complutense. Noticias de la Biblioteca Histórica de la UCM* (sitio web), 26 de marzo de 2010, consultado el 2 de marzo de 2021. <https://webs.ucm.es/BUCM/blogs/Foliocomplutense/1330.php>

<sup>27</sup> Manuel Espinar Moreno (estudio preliminar), *Libros del saber de astronomía del rey don Alfonso X de Castilla*, Granada, Edición del Grupo de Investigación HUM-165: Patrimonio, Cultura y Ciencias Medievales. Colaboración del Centro: “Manuel Espinar Moreno”, Centro Documental del Marquesado del Cenete. Departamento Historia Medieval y CCTTHH (Universidad de Granada), 2020, pp. IX-XL, 1-107.

anillos equinociales— entre los siglos XVII-XVIII, los cuales, como su nombre lo indica, eran relojes solares compuestos por dos círculos planos que por medio de un sencillo ajuste en ellos podían ser usados en cualquier parte del mundo.<sup>28</sup>

Hacia la misma época del *Libro del saber de astrología*, y hasta la llegada de los españoles, en Mesoamérica lo tradicional era medir el tiempo tomando al Sol como referencia durante el día y otros astros durante la noche, ya fuera con un instrumento o a simple vista. Se usaron tanto gnómones a pequeña escala como monumentales, tal fue el caso del Caracol en Chichén Itzá, que entre otras funciones ha sido considerado un reloj de Sol.<sup>29</sup> La observación de los astros y el anunciar las horas para realizar las actividades correspondientes a cada momento del día era tarea de una clase especializada, relacionada con el culto y el gobierno. Es importante destacar que el tiempo medido y anunciado no correspondía al tiempo europeo de 24 horas, que con la llegada del reloj mecánico se convirtieron en horas iguales; tampoco existía un concepto abstracto de *hora*, sino que se nombraba a cada momento del día con una palabra en específico; por otro lado, el tiempo (tanto horas, como estaciones y años) se *desplazaba* en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

De forma general, en Mesoamérica el día se dividía en salida del sol, medio día, ocaso y medianoche, y cada pueblo tenía sus propias horas, que organizaban las actividades del día. No todos tenían las mismas subdivisiones de las cuatro horas generales y no todas las horas duraban el mismo tiempo; por ejemplo, los tlaxcaltecas tenían por lo menos siete horas (cuatro diurnas y tres nocturnas), en cambio los pueblos de la cuenca de México dividían el día al menos<sup>30</sup> en once partes (siete en la noche y cinco en el día).<sup>31</sup> Sin importar cuáles o cuántas fueran las horas particulares de cada pueblo, los sacerdotes nahuas —conocidos como *tlamacazques*— encendían luces desde los templos y hacían sonar diferentes instrumentos para anunciar los cambios de

---

<sup>28</sup> Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *Catálogo de instrumentos náuticos y científicos del museo naval*, España, Ministerio de Defensa, Museo Naval de Madrid, 1996, p. 111.

<sup>29</sup> Elena Ortiz García, “La astronomía como fuente: el universo mesoamericano”, en *Anales del Museo de América*, España, n. 5, 1997, p. 39.

<sup>30</sup> No se sabe con exactitud en cuántas horas se dividía el día. La mayor parte de la bibliografía sobre el tiempo en Mesoamérica está dedicada al tiempo largo de los calendarios y el estudio de Gabriel Kenrick Kruell está basado principalmente en la información sobre las horas disponible en los relatos de Diego Muñoz Camargo y Bernardino de Sahagún. Gabriel Kenrick Kruell, “Las horas en la vida cotidiana de los antiguos nahuas”, en *Estudios Mesoamericanos. Nueva época*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, año 7, n. 13, julio-diciembre 2012, pp. 33-57.

<sup>31</sup> *Id.*

hora; cada cambio se anunciaba de manera diferente, ya que a cada momento del día le correspondían actividades diferentes.

Estas formas de medir el tiempo cotidiano se fueron modificando a partir del siglo XVI tras la llegada de los españoles. Aunque no se dejaron de observar los astros, poco a poco se fue imponiendo la división occidental del día en veinticuatro horas, principalmente como consecuencia del sonar de las horas de las iglesias que buscaban regular las nuevas normas de vida de las comunidades indígenas novohispanas; así, las campanas reemplazaron los sonidos que emitían los *tlamacazque* con instrumentos de viento y tambores.

Por otro lado, en diferentes zonas de Asia también se conocieron los relojes de agua, fuego y sol. Por ejemplo, en China, los relojes de fuego y agua fueron los más comunes; en el siglo VI, que fue el periodo más relevante para los avances científicos, entre ellos, la relojería hidráulica alcanzó un gran desarrollo, pues consiguieron hacerlos más precisos y confiables. Los relojes chinos también medían en sus propias unidades de tiempo: el día se dividía en 108 *ke* (casi equivalente a un cuarto de hora occidental, a partir del año 544) o en doce horas dobles, *shi*.<sup>32</sup> De forma similar, en Japón lo tradicional era medir el tiempo por medio de clepsidras e inciensos; los relojes mecánicos, análogos a los europeos, comenzaron a ser adaptados a su particular división de horas del día hasta el siglo XVII. Estos relojes, llamados *wadokei*, medían las doce horas japonesas, que tenían diferentes duraciones en el día y en la noche, además de que se computaban comenzando por el número superior (del nueve al cuatro) o con los nombres de los animales del zodiaco; fueron empleados por la nobleza y la burguesía adinerada hasta que en 1872 se adoptó el calendario gregoriano y la forma europea de medir las horas.<sup>33</sup>

Al igual que en estos casos, en el resto del mundo se fue imponiendo en diferentes épocas la división de las horas inicialmente empleadas por los europeos. En Europa misma, entre los siglos XIV y XVIII, se dedicaron a ajustar la división del tiempo en periodos exactamente iguales, tal y como los conocemos en la actualidad. Esto sucedió principalmente gracias al

---

<sup>32</sup> Isaaia Iannaccone, “Ciencia y tecnología en China”, en Umberto Eco (coord.), *La Edad Media I. Bárbaros, cristianos y musulmanes*, México, Fondo de Cultura Económica, 2016, pp. 478-479.

<sup>33</sup> Vicente David Almazán Tomás, “El reloj de la Geisha: el ciclo de las horas en grabado japonés *Ukiyo-e* del periodo Edo (1615-1868)”, en Alberto Castán Chocarro, Concha Lomba Serrano y María Pilar Poblador Muga (coords.), *El tiempo y el arte. Reflexiones sobre el gusto IV*, v. 2, España, Institución Fernando el Católico, 2018, pp. 339-341.

paulatino perfeccionamiento de los relojes mecánicos y, como consecuencia, su gradual accesibilidad para toda la población.

La información astrológica ligada a la medida del tiempo y la precisión fueron cada vez más relevantes en Europa desde el siglo XIV. Lograr crear un reloj mecánico preciso y de movimiento perpetuo que, además de indicar las horas del día, diera información sobre los astros, se volvió la aspiración de los relojeros. Los relojes se volvieron totalmente mecánicos hasta el siglo XIV,<sup>34</sup> aunque desde antes se usaban pesas, estas eran un complemento al agua o las velas, como en los relojes del libro de Alfonso X. Uno de los primeros relojes que sólo se valía de la gravitación, sonaba las horas y además era un calendario que mostraba los movimientos de algunos planetas y del Sol e indicaba las fechas de las fiestas religiosas fue el reloj encargado al físico y astrónomo Giovanni di Dondi para la ciudad de Padua, cuya construcción inició en 1344 y terminó dieciséis años más tarde.<sup>35</sup>

Otro ejemplo de un reloj astronómico es el que se encuentra en la Catedral de Estrasburgo, su construcción inició a principios del siglo XV, pero sufrió diversas modificaciones a lo largo del tiempo, tanto en su decoración como en su mecanismo principal. En este caso, resaltan los dos ángeles que suenan los cuartos, uno de ellos golpea una campana, como tradicionalmente suenan las horas en las iglesias, y el otro lleva en la mano un reloj de arena, objeto que llegó a convertirse en la representación del paso del tiempo.

Aunque a fines del siglo XV los relojes ya eran más pequeños y precisos, lograr la exactitud en un reloj tomó algunos siglos más, de la misma manera que hacerlos accesibles a toda la población, lo cual era inimaginable en esa época. Fue hasta 1732 cuando el relojero escocés John Harrison logró crear un cronómetro que no fuera susceptible ni a los cambios de temperatura ni a los movimientos excesivos. Harrison mejoró su invento y creó cuatro versiones más, hacia 1772 ya se usaba su quinto ejemplar en toda la marina mercantil inglesa.<sup>36</sup>

En cuanto a los instrumentos astronómicos que sirven para medir el tiempo, también se pueden resaltar algunos cambios que ocurrieron en este periodo. Para el siglo XVI, los

---

<sup>34</sup> Jacques Attali, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 85.

<sup>35</sup> *Ibid.*, p. 88.

<sup>36</sup> *Ibid.*, p. 150. Sobre los numerosos intentos de crear un cronómetro marino exacto y sobre Harrison ver apartado 2.1.

astrolabios fueron modificados y dieron lugar a los nocturlabios y, aunque las ballestillas ya se conocían, su uso apenas comenzaba a ser común para mediados del siglo, las cuales a su vez fueron sustituidas por el cuadrante de Davis en la navegación.<sup>37</sup> El primero de estos instrumentos es atribuido a Ptolomeo<sup>38</sup> y todos ellos se basaban en la observación de los astros, ya sea en el mar o en tierra. A partir del conocimiento del ángulo que forma la altura de un astro respecto al horizonte en un día específico, se puede saber qué hora es; es decir, la altura de un astro varía todos los días del año a cada hora, por ello la posición y el día permiten determinar la hora del lugar desde donde se está realizando el cálculo.

## 1. 2 Surgimiento de la ampolleta

Tanto los instrumentos astronómicos como los relojes mecánicos y los solares pretendían “decir la hora”; en cambio los relojes de fuego y los de agua (en sus versiones más sencillas), así como los de arena, eran encargados de mostrar el paso de un fragmento de tiempo. Tanto las clepsidras, como los relojes de fuego fueron conocidos desde tiempos remotos y se sabe con certeza que fueron usados por diferentes civilizaciones durante muchos siglos, los relojes de agua pueden ser incluso atribuidos a los egipcios y específicamente a un hombre: Amenofis III; en cambio, los relojes de arena son de origen incierto y, como se señaló anteriormente, es sólo hasta el siglo XIV cuando sus menciones y representaciones comienzan a ser más frecuentes, tanto en su sentido utilitario como en su sentido metafórico. Este hecho invita a pensar que ya sea su creación o su resurgimiento viene a cubrir necesidades de una manera que no lograban los demás instrumentos, pues presentaba algunas ventajas como el silencio con el que funcionan, su sencillez, ser pequeños y económicos, además de ponerse en marcha o detenerse cuando el usuario lo deseara simplemente poniéndolas de forma horizontal.

Simultáneamente, su utilidad también tenía algunas desventajas, como la imprecisión y la fragilidad, aunque ambas características eran compartidas por los relojes mecánicos de los siglos

---

<sup>37</sup> Victoria Arias, Jaime Vilchis, *Ciencia y técnica entre viejo y nuevo mundo. Siglos XV-XVIII*, España, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, 1992, p. 46.

<sup>38</sup> Jacques Attali, *op. cit.*, p. 51.

XIV al XVIII. Además, sólo permitían medir un periodo específico de tiempo y usarlos por largos periodos significaba tener que estarlos vigilando constantemente; en este sentido, el silencio también podía ser una desventaja, pues si el encargado se descuidaba, ningún sonido le ayudaría a saber que era momento de darle la vuelta.

Si bien las ampollitas no *decían la hora* ni preveían movimientos de los astros o días festivos, esto no representaba una desventaja, pues tenían otra razón de ser y dar a conocer esta información a la población –principalmente el sonar las horas– estuvo a cargo de las atalayas y las iglesias hasta que los relojes mecánicos se volvieron realmente portátiles hacia el siglo XVII, aunque sólo accesibles para los estratos más ricos.

### 1.3 Diferentes nombres que se le dan al reloj de arena, etimología y usos de la palabra *ampolleta*

La sencillez y accesibilidad de los relojes de arena, ventajas para los usuarios de los siglos XIV al XVIII, los convierten en objetos difíciles de rastrear. Sus menciones en textos de este periodo son abundantes, pero muy pocos los tratan como el tema principal, la mayoría se limita a mencionar su presencia o su popularidad en Europa. En estas fuentes son llamados con diferentes nombres como *relojes de mar* o *acuáticos*, *ampolla*, *arenero*, *clepsamia*, o *clepsidra arenaria*. Incluso en algunas ocasiones, dependiendo de la cantidad de tiempo que podían medir, eran llamados de otra forma. Cuando medían pequeños intervalos de tiempo, como minutos, eran conocidos como *minuteros*, y cuando medían medios minutos o cuartos de minuto, se les llamaba *segunderos*;<sup>39</sup> aunque siempre fue más común el uso de la palabra *ampolleta* para designarlos, sin importar si medían el paso de unos cuantos segundos o de varias horas.

La palabra *ampolla* tiene su origen en la palabra latina *ampulla*; originalmente correspondía a un género de vasijas o vasos de vidrio con “cuello largo y angosto, y de cuerpo

---

<sup>39</sup> Diccionario marítimo español, Madrid en la Imprenta Real, 1831, s.v. “ampolleta”, versión en línea [https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false) Consultado el 16 de febrero de 2021.

ancho y redondo”,<sup>40</sup> en el que se guardaban líquidos como vino, agua, aceite<sup>41</sup> o vinagre, de ahí que las vinagreras también fueran conocidas como ampollas.<sup>42</sup> Así, al resultado de unir dos ampollas por el cuello para formar un reloj de arena, se le dio el nombre de *ampolleta*, como lo menciona el Diccionario de Autoridades: “Se llama también el reloj de arena, a quien se da este nombre por estar compuesto de dos ampolletas”. Asimismo, la palabra *ampolleta* puede hacer referencia a una ampolla pequeña; es decir, cualquier vasija para conservar líquidos de tamaño reducido, no necesariamente una destinada a servir como reloj de arena.

Tanto el Tesoro de la lengua castellana de Sebastián de Covarrubias (1611), como el Diccionario de Autoridades de la Real Academia Española (1726-1739), el Diccionario Castellano con las voces de ciencias y artes (1786) y el Diccionario Marítimo Español (1831) definen *ampolleta* como *reloj de arena*; los dos últimos, además las relacionan directamente con su uso en la navegación. No obstante, la mayoría de los diccionarios se limita a definirla como botella o vasija pequeña.<sup>43</sup> Por otro lado, al consultar la palabra “reloj” en estos diccionarios, normalmente se incluye al reloj de arena, y se define como un instrumento compuesto de dos ampollitas o frascos de vidrio unidos por su cuello, por los que cae la arena de uno a otro.

#### 1.4 Descripción y materiales

Los dos bulbos de vidrio, o *ampollas*, eran dos piezas independientes y unidas por su cuello con un disco metálico en medio que, gracias a algunas perforaciones, permitía regular el flujo de la arena; la unión se sellaba con masilla o cera y se ataba con una tira de cuero, tela o algún metal para asegurarla. El ingeniero y matemático, interesado en la historia de la mecánica, Robert Theodore Balmer afirma que fue sólo a partir de la segunda mitad del siglo XVIII cuando los

---

<sup>40</sup> Real Academia Española, Diccionario de Autoridades (1726-1739), s.v. “ampolla”, versión en línea <https://webfzl.rae.es/DA.html> Consultado el 16 de febrero de 2021.

<sup>41</sup> Tesoro de la lengua Castellana o Española, s.v. “ampolla”, versión en línea [http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/del-origen-y-principio-de-la-lengua-castellana-o-romance-que-oy-se-vsa-en-espana-compuesto-por-el--0/html/00918410-82b2-11df-acc7-002185ce6064\\_298.html](http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/del-origen-y-principio-de-la-lengua-castellana-o-romance-que-oy-se-vsa-en-espana-compuesto-por-el--0/html/00918410-82b2-11df-acc7-002185ce6064_298.html) Consultado el 16 de febrero de 2021.

<sup>42</sup> Real Academia Española, Diccionario de Autoridades (1726-1739), s.v. “vinagrera”, versión en línea <https://webfzl.rae.es/DA.html> Consultado el 16 de febrero de 2021.

<sup>43</sup> Consulta basada en el Nuevo Tesoro Lexicográfico de la Real Academia Española de la Lengua. <https://www.rae.es/obras-academicas/diccionarios/nuevo-tesoro-lexicografico-0> Consultado el 16 de febrero de 2021.

bulbos comenzaron a ser soplados juntos con un sólo cuello de vidrio;<sup>44</sup> a pesar de ello, es común observar que la unión sigue estando protegida aún en esta época, probablemente en algunos casos para proteger la frágil sección, aunque fuera de una sola pieza y, en otros, porque los vidrios fueron soplados por separado [figs. 1 y 2].

Sin importar si eran de una o dos piezas, los vidrios tenían forma de pera y el centro de sus bases parecía “empujado” hacia el centro.<sup>45</sup> Tal como se puede observar en unas muestras en “papeles recortados”, incluidas en la correspondencia entre don Lorenzo Montalvo y el Marqués de Cruillas, virrey de la Nueva España [fig. 3]. En dichas cartas (noviembre de 1763 y enero de 1764), don Lorenzo de Montalvo, solicita ampolletas para La Habana en las cantidades y medidas indicadas en las muestras, ya que tras la ocupación inglesa se quedaron sin “cosa alguna

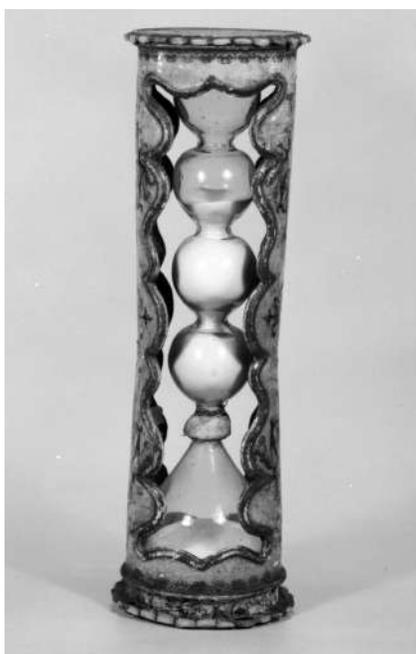


Fig. 1 Reloj de arena sin protecciones en los cuellos, siglo XVIII, 32.1 cm, Metropolitan Museum of Art.  
<https://n9.cl/fbfg3>



Fig. 2 Ampolleta para medir un minuto con el cuello aún protegido, finales del siglo XVIII y principios del XIX, 16.5 cm, Museo Naval de Madrid.  
<https://n9.cl/mjce0>

<sup>44</sup> Robert Theodore Balmer, “The Operation of Sand Clocks and Their Medieval Development”, en *Technology and Culture*, vol. 19, n. 4, octubre 1978, p. 621 [www.jstor.org/stable/3103761](http://www.jstor.org/stable/3103761) Consultado el 20 de febrero de 2021.

<sup>45</sup> Irene Lazar, Hugh Willmott, *The glass from the gnalić wreck*, Zabar, Editorial Annales Koper, 2006, p. 75. Vesna Zmaić Kralj, “Craft products of Nuremberg from the Mijoka Shipwreck (Croacia)”, en *Skyllis*, núm 1, 2015, pp. 58, 75.

de que servirse, para las varias atenciones que ocurren”, como el armamento de los dos navíos que se construyeron por las mismas fechas y la atención a las urgencias de los demás buques.

La sección de los vidrios estaba resguardada por una estructura de madera o metal compuesta de dos bases circulares, hexagonales o cuadradas y unidas por algunas barras –en algunas ocasiones también se agregaba un aro alrededor de las bases de los frascos, como en la fig. 2–, que en conjunto formaban una pequeña “celda” para el reloj. Este “estuche” o “celda” no siempre era liso y parco, de hecho, fue esta sección la que muchas veces destacó por sus ricas decoraciones sin importar sus materiales [fig. 4].



Fig. 3 Muestras de la forma y tamaños que debían tener las botellas de vidrio para reloj. En: Carta de don Lorenzo de Montalvo, en donde solicita se envíen vidrios para ampollita a La Habana. AGN, Historia, vol. 425, f. 193.



Fig. 4 Reloj de arena, Nueva España, Museo Franz Mayer.

<https://twitter.com/museofranzmayer/status/1352445893866360832/photo/1>

Christoff Weigel (1654-1725), un grabador y editor alemán que en 1698 publicó un libro sobre las principales actividades, desde los regentes y sus sirvientes, hasta los artistas y artesanos de Alemania, señaló que estos estuches solían ser de madera o latón, estos últimos se podían doblar para llevarlos de forma segura y sin romper en el bolsillo; también había relojes de marfil o plata, algunos incluso con incrustaciones de piedras preciosas.<sup>46</sup>

Se tiene poca información sobre el proceso de fabricación de ampollas destinadas para relojes y de su ensamblaje en sus estructuras; en cambio, sobre la arena se conocen más detalles. Sobre los vidrios sólo se tienen hasta el momento dos afirmaciones claras de que

eran fabricados en Venecia para el caso de Europa, y en Puebla para el caso de la Nueva España;<sup>47</sup> sin embargo, sobre la arena se conoce incluso el proceso que se seguía para fabricarla adecuadamente y cómo lucía.

---

<sup>46</sup> Christoff Weigel, *Abbildung Der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände Von denen Regenten Und ihren So in Friedens- als Kriegs-Zeiten zugeordneten Bedienten an, biß auf alle Künstler Und Handwercker*, impreso en Ratisbona, 1698, f. 407 <https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/88/7> Consultado el 25 de agosto de 2021.

<sup>47</sup> Además, seguramente la producción de vidrios para ampollita también fue considerable en Núremberg, como se explicará más adelante, se sabe que ahí fue común la producción de relojes de arena.

Sobre Venecia: Samuel Eliot Morrison, "The Mariner's day", en *The European Discovery of America. The southern voyages. A.D. 1492-1616*, New York, Oxford University Press, 1974, p. 163. John Horace Parry, *El descubrimiento del mar*, trad. de Jordi Beltrán, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Grijalbo, 1991, p. 55. Irene Lazar, Hugh Willmott, *op. cit.*, p. 84. En este texto se indica que los primeros centros de producción de ampollitas fueron Venecia, los Países Bajos y Alemania.

Sobre Puebla: Correspondencia de don Francisco Trillo y Bermudez, comisario en San Blas, en donde solicita se le remitan ampollitas para navegar, AGN, Marina, vol. 53, exp. 35, ff. 338-339; AGN, Marina, vol. 52, exp. 70, ff. 233-234; AGN, Marina, vol. 52, exp. 44, ff. 180-182. Carta en donde se solicita se envíen ampollitas para navegar a La Habana AGN, Historia, vol. 425, ff. 193-195.

Algunos autores contemporáneos como Robert Theodore Balmer, Salvador García Franco y María del Carmen López Calderón, mencionan que la arena para reloj por lo general era de color rojo;<sup>48</sup> no obstante, en la mayoría de los registros sobre su preparación no se explica cómo se obtenía esta coloración. Sólo Christoff Weigel<sup>49</sup> señaló que si la arena que se utilizaba como materia prima era de un tono rojizo, al quemarla en una sartén para secarla adquiría un “un hermoso color rojo”, lo cual no sucedía cuando la materia prima era de coloración blanca o negra, pues se sabe que se usaban diferentes tipos de arena para las ampollitas, como polvo de mármol negro o de plata, polvo delgado, limadura de hierro y cobre, polvo de plomo carbonizado, arena de Venecia,<sup>50</sup> canela granulada, cáscaras de huevo pulverizadas, esmeril<sup>51</sup> fino o arena de río.<sup>52</sup>

A finales del siglo XIV, un libro francés de autor desconocido, titulado *Le ménagier de Paris* (1393), desarrolla diferentes temas de moral y economía doméstica; entre las instrucciones que sugiere sobre el arte de dirigir un hogar, se dan consejos sobre qué plantar en cada temporada, cómo elegir a los trabajadores domésticos, cómo servir los alimentos, varias recetas de comida y remedios para enfermos. En este libro se encuentra una receta para preparar arena para reloj de la siguiente forma: “tómese aserrín de mármol negro, hágase hervir nueve veces a fondo de vino, espúmese nueve veces y séquese cada vez al Sol”.<sup>53</sup>

Esta receta para preparar arena pertenece a un apartado titulado “Otras menudas cosas que no son necesarias”, todos los consejos que incluye esta sección también son referentes al manejo del hogar, pero probablemente para el autor no eran indispensables, como cuidar los dientes, alimentar aves de gallinero o hacer agua de rosas. Por otro lado, en la nota al pie de esta

---

<sup>48</sup> Robert Theodore Balmer, *op. cit.*, pp. 6-7. Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *op. cit.*, p. 93.

<sup>49</sup> Christoff Weigel, *op. cit.*, f. 407.

<sup>50</sup> Mezcla de estaño carbonizado y plomo.

<sup>51</sup> Mineral negruzco, formado esencialmente por corindón (una piedra preciosa). Real Academia Española, s.v. “esmeril”, versión en línea <https://dle.rae.es/esmeril?m=form> Consultado el 16 de febrero de 2021.

<sup>52</sup> Robert Theodore Balmer, *op. cit.*, p. 623.

<sup>53</sup> Lothar Loske, *El arte de la medición del tiempo*, México, Colección editorial del arte Chrysler, 1992, p. 35. Anónimo, *Le ménagier de Paris. Traité de morale et d'économie domestique. Composé vers 1393 par un bourgeois parisien*, v. II, 1393, pp. 257-258. [http://www.gutenberg.org/files/44070/44070-h/44070-h.htm#FNanchor\\_1301\\_1301](http://www.gutenberg.org/files/44070/44070-h/44070-h.htm#FNanchor_1301_1301) Consultado el 20 de febrero del 2021.

receta, se indica que los relojes de arena son los únicos que los particulares se podían procurar, aunque desde antes de la publicación de este texto ya se conocían los relojes con engranajes.<sup>54</sup>

Los dos volúmenes de este texto parecen estar dirigidos al manejo de un hogar de una familia adinerada, claro ejemplo de ello es que el último apartado contiene consejos para la caza con aves rapaces. En este sentido, el hecho de tener una receta para arena de ampolleta y llevarla a cabo probablemente no fuera un hecho común a toda la población; además, en los pasos a seguir se menciona el uso del mármol negro, un material para el que seguramente se requerían herramientas y conocimientos específicos para trabajarlo.<sup>55</sup> Por último, destaca el apartado al que pertenece; el cual, sugiere que no era indispensable o que no era común llevar a cabo este procedimiento en cualquier hogar, lo que apunta claramente la existencia común de artesanos que lo hicieran.

Otra publicación que contiene información similar en cuanto al trabajo de la arena para reloj es el *Tratado de los relojes elementares o el modo de hacer relojes con el agua, la tierra, el ayre, y el fuego*. El texto original es un tratado italiano hecho por don Domenico Martinelli de Spoleto cerca de 1654 e impreso en Venecia. Posteriormente M. Jacques Ozanam se encargó de realizar una traducción comentada al francés que publicó en 1741. Por último, en 1770 se publicó una versión en castellano, esta traducción estuvo a cargo de don Francisco Pérez Pastor, quien se basó en la de Ozanam.

El *Tratado de los relojes elementares* es de los pocos textos que tiene un apartado específico sobre relojes de arena, es decir que los considera como uno de los temas principales y no sólo menciona su presencia. En el capítulo de los relojes de tierra se especifican los diversos materiales con los que se puede hacer la arena, y estos coinciden con los que menciona el investigador Robert Balmer. Además, se menciona una receta similar a la descrita en el texto *Le ménagier de Paris*, pero con más detalle; Domenico Martinelli explica el proceso de la siguiente forma:

Tómese, pues, de uno de estos polvos, lo que sea necesario, hágase secar al fuego, o al horno, en una sartén, o en cualquiera otro vaso que resista al fuego; y así seco, y sin grumos, se pasará

---

<sup>54</sup> Como se mencionó anteriormente, los relojes totalmente mecánicos surgen en el siglo XIV, y desde antes los relojes de agua y fuego se llegaron combinar con el uso de engranes y pesas.

<sup>55</sup> En comparación con otras opciones como las cáscaras de huevo o la canela.

muchas veces por un tamiz fino de cerda, o de seda, observando, que esta tierra, o arena tenga cuatro calidades, para que sea propósito de hacer relojes.<sup>56</sup>

Las cuatro calidades que menciona son: que la arena sea toca [*sic.*] y pesada; que no sea grasa ni húmeda; que no sea muy gruesa; que no sea muy suelta ni muy fina. Estas características tenían el objetivo de que la arena corriera con facilidad y no se llegaran a formar grumos o a tapar el orificio en el cuello del reloj. Posteriormente el autor aclara:

[...] quienes quieran excusar el trabajo de preparar esta arena, en que parece se necesitan tantas circunstancias, podrán comprarla ya preparada de los que hacen los relojes de arena que se ponen sobre las mesas; y los que no estuviesen en pueblos donde puedan lograrla, podrán comprar dos o tres de estos relojes ya hechos, que se hallan por toda Europa bien baratos, y sacarles su arena, para servirse de ella.<sup>57</sup>

La cantidad de arena que se usaba variaba dependiendo del intervalo de tiempo que debía medir la ampollita, del tamaño de los agujeros en los cuellos de las botellas y del material que se estaba usando. Es decir, para una ampollita de media hora no se usaba exactamente la misma cantidad de polvo de mármol que de cáscaras de huevo. Para saber cuánta arena usar, las ampollitas se ajustaban comparándolas con otras ampollitas o con algún reloj mecánico; incluso parece posible que se ajustaran con ayuda de un astrolabio, como se explicó para los relojes de agua en *Los cinco libros de los relojes alfonsines*.

### 1.5 Quiénes fabricaban las ampollitas

No se sabe con exactitud quiénes eran los encargados de realizar el trabajo de preparar la arena, calcular la cantidad necesaria para el tiempo que la ampollita debía medir y, finalmente, ensamblar las piezas dentro de su estructura. A pesar de ser instrumentos de medición del tiempo,

---

<sup>56</sup> Francisco Pérez Pastor (trad.), *Tratado de los relojes elementares o el modo de hacer relojes con el agua, la tierra, el ayre, y el fuego*, Madrid, Francisco Pérez Pastor (trad.), Juan Antonio Lozano (impresor), 1770, p. 100.

<sup>57</sup> *Ibid.*, p. 101.

parece poco probable que los relojeros estuvieran involucrados en su fabricación –como se explicará a continuación-.

A finales del siglo XIX el diccionario de artífices sevillanos de José Gestoso<sup>58</sup> explica con un ejemplo de compra de relojes para el rey lo que implicaba un *reloj* en el siglo XVI. Menciona que en época de Felipe II (1556-1598), por reloj se entendía un aparato mecánico, ya fuera de grandes dimensiones o para llevar como parte del atuendo. Estos relojes, además de decir la hora, muchas veces daban más información, como las fases de la luna, los signos en los que estaba el Sol, datos sobre el zodiaco y fechas de acontecimientos importantes. De manera similar, otros diccionarios de la época coinciden en que un reloj es una máquina que señala las horas, además deben estar compuestos de diferentes piezas, como muelles, ruedas o pesas, que generen el movimiento, y en algunos casos se llega a mencionar que debe ser una máquina autómatas. Estos diccionarios, definen de manera independiente los relojes de sol, agua o arena.

Cabe destacar que el principio básico de una ampolleta es medir o delimitar un fragmento de tiempo, para saber cuánto debe durar algún evento. Por lo que las ampolletas no coinciden con lo que se esperaba de un reloj en el siglo XVI, ni en siglos posteriores. Incluso el reverendo Domenico Martinelli (siglo XVII) menciona que “se habían de llamar horas, y no relojes, porque ordinariamente no duran más, que una hora sin volverlos”.<sup>59</sup>

Dado que las ampolletas no eran máquinas que generaran movimiento por sí mismas, su fabricación estaba alejada de las tareas de un relojero, incluso a pesar de que este oficio no estuvo claramente delimitado antes del siglo XVIII. El historiador Ricardo Uribe Parra ofrece una definición en “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”<sup>60</sup> y explica las características que tenían quienes se dedicaban a este trabajo. Para este autor, desde los inicios de la relojería, hasta gran parte del siglo XVIII, el trabajo de los relojeros era *polivalente*, es decir, muchos de ellos eran armeros, plateros, médicos, molineros, herreros, etc., y usaban los conocimientos e instrumentos de sus oficios para componer relojes.

---

<sup>58</sup> José Gestoso y Pérez, *Ensayo de un diccionario de los artífices que florecieron en Sevilla : desde el siglo XIII al XVIII inclusive*, t. I, 1899, pp. 39-40.

<sup>59</sup> Francisco Pérez Pastor trad., *op. cit.*, p. 100.

<sup>60</sup> Ricardo Uribe Parra, “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”, en *Boletín Museo del Oro*, Bogotá, n. 58, 2018, pp. 8-56.

También eran considerados relojeros quienes estaban a su cuidado, en este sentido, el portero de una torre con un reloj también podía ser considerado un relojero. Sólo los *maestros relojeros* eran quienes “no se limitaban a mantener un reloj o a reemplazar piezas malogradas, sino que fabricaban mecanismos enteros y escribían tratados y manuales sobre la materia”,<sup>61</sup> y es sólo hasta la segunda mitad del siglo XVIII que llevan sus discusiones a niveles más técnicos y surge la imagen del relojero ilustrado.

Pese a la gran amplitud de oficios a los que podía pertenecer originalmente un relojero, se puede observar que ninguno tenía relación directa con el trabajo del vidrio, el principal material de las ampolletas, ni con la arena; además de que estos sencillos instrumentos tampoco corresponden a las aspiraciones de los maestros relojeros, quienes buscaban crear máquinas más precisas y que funcionaran por sí mismas. Si bien se llegaron a crear algunos autómatas y relojes que funcionaban como máquinas perpetuas basados en relojes de arena, estos fueron más bien obra de algunos curiosos e inventores. Tal fue el caso del inventor francés Nicolas Grollier de Servière quien, a inicios del siglo XVIII, entre muchos otros artificios propuso la creación de una máquina que daba la hora gracias a una ampolleta que giraba sola en cuanto su arena había pasado completamente de un bulbo a otro.<sup>62</sup>

Sin importar la relación directa que tienen las ampolletas con la medición del tiempo, no pueden ser consideradas estrictamente como relojes. Su función se acerca más a un cronómetro que sólo funcionaba con una medida de tiempo fija y se basaba en un sencillo principio: una vez que pasara toda la arena de un bulbo a otro era momento de darles la vuelta para reiniciar la cuenta. Tampoco pertenecen al trabajo de los relojeros, pues no son instrumentos mecánicos, autónomos, perpetuos, ni prevén los eventos fijos del futuro.

En este sentido, se puede decir que no todos los instrumentos que miden el tiempo tienen la función de *decir la hora* a la manera de los relojes mecánicos, un ejemplo de ello, además de las ampolletas y cronómetros, son los metrónomos, instrumentos encargados de medir el compás de la música; es decir, un tiempo corto, cercano al de los relojes, pero sin relación con la hora como división del día y de las actividades humanas. Desde el punto de vista contrario, los

---

<sup>61</sup> *Ibid.*, p. 17.

<sup>62</sup> Nicolas Grollier de Servière, *Recueil d'ouvrages curieux de mathématique et de mécanique*, Lyon, 1719, p. 14.

astrolabios, y otros instrumentos astronómicos, permiten conocer la hora, pero tampoco funcionan de la misma forma que los relojes hechos por los relojeros. Por lo tanto, ampollas, clepsidras y gnómones, son generalmente conocidos como relojes y leen el tiempo desde diferentes perspectivas (o diferentes tiempos), pero ello no implica que se requieran los mismos conocimientos para fabricarlos, mantenerlos o usarlos.

En consecuencia, parece más adecuado considerar a los vidrieros como los encargados de fabricar ampollas destinadas sólo para relojes; y posiblemente a personas de diversos oficios con conocimientos específicos a preparar la arena y ensamblar los relojes, entre estos oficios destacan matemáticos, quienes muchas veces se dedicaban a fabricar y vender instrumentos variados. Por lo tanto, se puede decir que las ampollas son instrumentos sencillos de utilizar y *simples* en comparación con relojes astronómicos o con los relojes mecánicos que se encontraban en las casas de las personas adineradas, e inclusive sintetizan el funcionamiento de las ancestrales clepsidras. Además, gracias a su sencillez, fueron capaces de solucionar algunos problemas como el de la portabilidad, lo cual no era posible con un reloj de agua; otra ventaja es que al medir pequeños intervalos de tiempo solucionaron la ausencia del minuterero, el cual aparece hasta finales del siglo XVII;<sup>63</sup> pero no por ello fabricarlos era tarea de cualquier persona, sino que era el resultado, por lo menos, de dos personas instruidas: por un lado el vidriero y por el otro quien tenía conocimientos sobre matemáticas, astronomía y mediciones.

### 1.5.1 Vidrieros

Identificar las ampollas para reloj con el trabajo de los vidrieros es complicado debido a que hay pocos detalles sobre quiénes y cómo se organizaban los artesanos que se dedicaban a este oficio en la Nueva España y gran parte de las fuentes sobre el contexto europeo se centran en el vidrio suntuario.

Hubo varios centros vidrieros en Europa, pero ninguno alcanzó el nivel de refinamiento de la técnica *a la façon de Venise*, ni los niveles de producción y exportación de vidrios que lograron los vidrieros venecianos, al menos hasta el siglo XVIII. El vidrio de Venecia,<sup>64</sup> de donde

---

<sup>63</sup> Jacques Attali, *op. cit.*, p. 92.

<sup>64</sup> Eduardo Juárez Valero, “Secreto y monopolio En Venecia: El gremio del vidrio muranés”, Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio, vol. 51, n. 5, septiembre-octubre 2021, pp. 285-296.

se ha mencionado que provenían las ampollitas,<sup>65</sup> fue heredero de técnicas de la tradición romana y bizantina –esta última a su vez influida por técnicas orientales y árabes–. Venecia monopolizó el arte del vidrio suntuario en Europa; este monopolio, en primera instancia, se produjo gracias a que los centros benedictinos cercanos a Venecia con actividad vidriera entre los siglos VII y X lograron mantener el conocimiento sobre las técnicas de producción en secreto. En el siglo X la orden de San Benito recibió como donación la Isla de San Giorgio Maggiore del dogo Tribuno Memmo, en donde se unieron con artesanos laicos para trabajar el vidrio. Para el año de 1080, una vez separada la industria del vidrio de los benedictinos, se donaron terrenos en la isla de Murano a los artesanos de San Giorgio Maggiore, y finalmente, en 1291, se decidió trasladar el arte del vidrio a Murano.

A partir del siglo XIII surgieron varias normas que regulaban el artesanado del vidrio, probablemente promovidas por los mismos artesanos como forma de combatir los centros vidrieros de las cercanías de Venecia. Estos artífices se confinaron en Murano y permitieron que se ejerciera presión sobre ellos a cambio de que se mantuviera el monopolio y el secreto, además, se les otorgaron algunos incentivos, como la declaración de nobleza y el autogobierno desde fines del siglo XIII. Al igual que la producción, la venta también estaba regulada: hasta antes de 1283 estaba prohibida la venta durante los siete meses que duraba la producción anual, y para 1436 se creó el oficio de los revendedores de vidrio. Estas medidas limitaban la circulación de comerciantes durante los meses dedicados a la elaboración del vidrio y reducían el riesgo de que espías accedieran y robaran las técnicas de los trabajadores de la isla.

Sin importar todos los intentos para mantener el secreto del vidrio en la isla, muchos profesionales se fugaban, sobre todo los *operai*, quienes eran los trabajadores de más bajo rango dentro de los gremios.<sup>66</sup> La principal causa de las fugas era la falta de trabajo durante cinco meses de paro obligatorio al año,<sup>67</sup> por lo que en 1403 el periodo productivo se amplió y se

---

<sup>65</sup> Ver nota 47.

<sup>66</sup> El trabajo dentro de los talleres sólo se dividía en *padrone*, maestro y *operai*. No obstante, existían varios gremios de vidrieros dependiendo de su especialidad.

<sup>67</sup> Los cinco meses de paro estaban destinados a la venta de los vidrios. Supuestamente, así se evitaría que durante el tiempo de producción, ingresaran compradores extranjeros que pudieran robar información sobre las técnicas de los vidrieros muraneses.

endurecieron las penas contra los fugados y, finalmente en 1420, se suspendió el paro anual, pero para este momento las técnicas venecianas ya habían comenzado a difundirse por toda Europa.

Inicialmente, la difusión de las técnicas fue lenta, ya que muchos de los fugados tuvieron dificultades para adaptarse a los nuevos materiales y condiciones climatológicas que afectaban directamente a la producción del vidrio, por lo que terminaban regresando a Venecia y en consecuencia favorecían la permanente actualización de las técnicas de la industria italiana. Sin embargo, a partir de finales del siglo XVII y principios del XVIII los vidrios extranjeros ya comenzaban a representar una amenaza significativa en cuanto a calidad.<sup>68</sup>

El hecho de que los vidrieros de objetos suntuarios estuvieran confinados en Murano, no quiere decir que en otras islas de la República de Venecia no hubiera hornos de vidrio, tanto suntuario como de uso cotidiano. A esto se agrega que, a pesar del secreto de la tecnología empleada, no eran el único lugar de Europa con centros productores de vidrio, como fue el caso de la Península Ibérica, que se explicará a continuación, y las actuales regiones de los Países Bajos (especialmente en Ámsterdam), Alemania (en Núremberg, Warmensteinach y Fichtegebirge), República Checa (en el reino de Bohemia), Francia (como en la ciudad de Nevers) e Inglaterra (en lugares como Surrey, Sussex y Londres).<sup>69</sup> Por lo tanto, llaman la atención las afirmaciones que señalan específicamente a Venecia como el centro productor de ampollitas para reloj. Probablemente dichas afirmaciones tengan su origen en la creencia general de la superioridad del vidrio veneciano y de su mayor difusión por Europa hasta el siglo XVII.

Desde el siglo XV llegaron artesanos vidrieros a la Península Ibérica de diferentes partes de Europa con nuevas técnicas, pero nunca fueron capaces de satisfacer las necesidades de vidrio utilitario de la Península ni de crear una estructura sólida propia, por lo que la mayor parte de las necesidades de consumo interno se cubrían con el mercado internacional.<sup>70</sup> No obstante, hubo algunas excepciones: tanto en la Corona de Castilla como en la de Aragón existieron importantes centros productores de vidrio desde finales de la Edad Media. En la Corona de Aragón destacaron los hornos de Barcelona, los cuales alcanzaron gran excelencia técnica, e igual que en

---

<sup>68</sup> Carla Andreia Martins Torres, *Lo que cuenta un abalorio: reflejos de unas cuentas de vidrio en la Nueva España*, tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, 2019, pp. 75-76.

<sup>69</sup> *Cfr.*, *Ibid.*, pp. 79-136.

<sup>70</sup> *Ibid.*, pp. 137-140.

Venecia, el conocimiento sobre las técnicas de producción de vidrio se intentaba mantener en secreto. A pesar del refinamiento del vidrio catalán, en las ordenanzas los vidrieros eran regulados junto con los esparteros, sólo hasta 1594 se separaron ambos gremios y fue posible establecer normas que regularan la comunidad.<sup>71</sup>

En Castilla fue relevante el papel de Cadalso de los Vidrios (al suroeste de Madrid), esta región se caracterizó por la ausencia de gremios de vidrieros; sin embargo, para finales del siglo XV ya habían logrado producir vidrio suntuario –aunque subsistían gracias al vidrio utilitario– y para el XVI ya distribuían algunas de sus manufacturas en la Península. Además, se multiplicaron los centros vidrieros en los caminos cercanos a las grandes ciudades, muchos de estos centros eran pequeños y de bajo nivel debido a la ausencia de gremios. Por su parte, los vendedores y distribuidores de vidrio sí se asociaron, principalmente en Madrid, en donde “se encontraba el único mercado de vidrio de toda Castilla”.<sup>72</sup> El vidrio útil era distribuido por los mercaderes de vidrio, vidriado y barro quienes vendían al por menor a los vecinos de Madrid, mientras que los fabricantes podían vender al por mayor exclusivamente en las ferias; en cambio, no había ordenanzas que regularan la venta del vidrio suntuario (hasta el siglo XVII), que en su mayoría se producía sólo bajo encargo.<sup>73</sup>

En la centuria siguiente, se fundó la Real Fábrica de Cristales de la Granja de San Ildefonso, actual Segovia, –los primeros hornos del Real Sitio datan de 1727– y se dedicó principalmente a la producción de vidrio suntuario y vidrios planos, estos últimos caracterizados por su gran tamaño, poco usual para la época. Gracias al patrocinio Real de la Fábrica, diferentes técnicas y nuevas maquinarias fueron implementados por ingenieros de diferentes procedencias, para lograr vidrios de mejor calidad y aumentar el tamaño de los vidrios planos para espejos, en busca de incrementar su presencia en los mercados internacionales.<sup>74</sup> Dicho patrocinio de artífices extranjeros respondía a la ausencia de una industria sólida del vidrio.

---

<sup>71</sup> Eduardo Juárez Valero, “El negocio del vidrio en la Península Ibérica medieval”, en *Mirabilia: Electronic Journal of Antiquity and Middle Ages*, n. 15, 2012, pp. 227-243.

<sup>72</sup> *Ibid.*, p. 244.

<sup>73</sup> *Ibid.*, pp. 243-246.

<sup>74</sup> Eduardo Juárez Valero, “Ingenieros e ingenios en la Real Fábrica de Cristales”, en Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta (coords.), *Libros, caminos y días. El viaje del ingeniero*, España, Fundación Juanelo Turriano, 2016, pp. 125-137.

En el caso de la Nueva España, la organización laboral de los vidrieros no está registrada, probablemente debido a la falta de integración del grupo; uno de los principales motivos es que el vidrio no era un artículo de primera necesidad, sino que predominaba su uso en objetos suntuarios y desde un punto de vista industrial (en la farmacéutica, la óptica y en el proceso de separación de metales). Aunque sí se producían y vendían objetos de vidrio de menor calidad para uso cotidiano (como vasos y botellas), sólo a partir del siglo XVIII se incrementó su demanda y producción.<sup>75</sup>

Se puede observar un ejemplo de su escasez en el hecho de que se necesitaban vasijas de vidrio de buena calidad, llamadas *cornamusas*, para realizar el proceso del *apartado*, es decir, la separación de pequeñas cantidades de oro de las barras de plata antes de acuñar la moneda; sin embargo, en el siglo XVI este proceso por lo general se realizaba en vasos de barro, ya que los de “vidrio era necesario importarlos de España,<sup>76</sup> lo que incrementaba los costos del proceso”.<sup>77</sup> La relación entre la metalurgia y la producción del vidrio fue muy estrecha ya que “ambas actividades desarrollaron una economía complementaria que se establecía desde el proceso de obtención de materias primas (sosa), pasando por la extracción y procesamiento de minerales, hasta el comercio de sus productos, que hacían por las mismas rutas”.<sup>78</sup> Fue esta relación la que condujo a la apertura de otros centros vidrieros y a la producción de otro tipo de envases, primero de utilidad farmacéutica y médica y, posteriormente, de uso suntuario y doméstico.<sup>79</sup>

Los principales centros productores de vidrio en el virreinato de la Nueva España fueron la Ciudad de México y Puebla de los Ángeles, en ambos se produjeron diferentes “piezas de gran consumo y que no siempre llegaban en cantidades suficientes en los navíos de la flota”<sup>80</sup>. En la Ciudad de México se reconocen tres espacios principales en donde los vidrieros vendieron sus piezas: el tianguis de San Juan –ubicado en el barrio del mismo nombre–, en donde se comercializaban productos para el abasto de la población indígena y algunos objetos de origen

---

<sup>75</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, “Vidrieros de la ciudad de México en el siglo XVIII. Sitios de producción y comercialización”, *Procesos Históricos*, núm. 23, enero-junio, 2013, pp. 2-25.

<sup>76</sup> Importar vidrios desde España no implicaba necesariamente que los vidrios fueran elaborados en la Península Ibérica. Inclusive la mayor parte de ellos provenían de diferentes partes de Europa.

<sup>77</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, “El vidrio en la Casa del Apartado. Siglos XVI-XVIII”, en *Procesos Históricos*, núm. 18, julio-diciembre, 2010, p. 62.

<sup>78</sup> Carla Andreia Martins Torres, *op. cit.*, pp. 216-217.

<sup>79</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, *op. cit.*, 2010, p. 70.

<sup>80</sup> Carla Andreia Martins Torres, *op. cit.*, p. 234.

europeo; en la calle del Arco de San Agustín, en donde vidrieros trabajaron de la mano con comerciantes de telas, quienes vendían textiles ricamente decorados con abalorios; en la calle de la Acequia, lugar estratégico para adquirir diferentes especies de hierba barrilla –planta indispensable para la fabricación del vidrio– y vendían sus productos en el mercado de la Plaza Mayor.<sup>81</sup> Para finales del siglo XVIII, a partir del censo de Revillagigedo, el investigador José Roberto Peralta, identifica cinco tiendas de cristales en las calles de San Francisco, Tacuba y Empedradillo, todas pertenecientes a españoles; además de las ventas que se realizaban en la Casa del Apartado –para esta época ya perteneciente a la Casa de Moneda– y el Caxon de Vidrio y Géneros (en la calle de Plateros).<sup>82</sup>

Los vidrieros que residieron en la capital novohispana gozaron de dos grandes ventajas: en primer lugar, la cercanía con el aparato administrativo, y en consecuencia de facilidades para agilizar sus trámites burocráticos. A ello se agregó la fundación del Consulado de Mercaderes en 1592, con cuyos integrantes pudieron establecer relaciones privilegiadas no sólo para beneficio de la distribución de sus productos y adquisición de materias primas, sino que también influían cuestiones administrativas, políticas y militares.<sup>83</sup>

Por su parte, la ciudad de Puebla alentó a los habitantes peninsulares a dedicarse a la práctica de oficios. Algunos de los beneficios que gozaron dichos artesanos peninsulares, incluidos los vidrieros, fueron la posibilidad de disponer de mano de obra indígena a través de acuerdos con los caciques locales, también se determinó que los recursos naturales de las inmediaciones indígenas debían compartirse con los españoles, y durante los primeros treinta años de la fundación de la ciudad se eximió el pago del almojarifazgo y la alcabala; además de su ubicación geográfica estratégica frente a las principales vías de circulación tanto terrestres como marítimas.<sup>84</sup>

El primer horno de vidrio poblano fue fundado en 1542 por el vidriero granadino Rodrigo de Espinosa, quien recibió unos solares cerca del convento de Santo Domingo para establecer su casa y fábrica; sólo unos años más tarde, en 1547, el vidrio poblano ya se exportaba a Guatemala

---

<sup>81</sup> *Ibid.*, pp. 234-236.

<sup>82</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, *op. cit.*, 2013, pp. 19-21.

<sup>83</sup> Carla Andreia Martins Torres, *op. cit.*, pp. 232-233.

<sup>84</sup> *Ibid.*, pp. 237-238.

y Perú,<sup>85</sup> como lo confirma el informe del alcalde mayor de la ciudad, el licenciado Hernando Caballero, al rey Carlos I de España: “en ningún otro lugar de la Nueva España florece la industria vidriera que fabrica tres clases de vidrio de tal finura: blanco, verde y azul, exportándose hasta Guatemala y Perú”.<sup>86</sup>

Posiblemente los vidrieros poblanos estuvieron relacionados con los loceros, ambas actividades empleaban materiales y hornos de producción similares, a ello se agrega que en la ciudad de Puebla existió el nombramiento de Maestro Mayor de Vidrio y Loza Fina,<sup>87</sup> el cual fue otorgado a Juan Gómez de Villegas en 1660; sin embargo, fue la única ocasión en la que se dio este título y “ni en las ordenanzas del gremio de loceros de Puebla de 1653, ni en sus modificaciones posteriores, se hace referencia alguna a la producción de vidrio como tal, sino solamente al acabado vidriado de la loza”.<sup>88</sup>

Es probable que los vidrieros sí hayan estado agrupados en gremios, pero no se conocen sus ordenanzas y falta información sobre si tenían un gremio independiente o si estaban agrupados con otros artesanos, como pudieron haber sido los loceros de manera temporal. Un ejemplo que da crédito a esta posibilidad es que en Barcelona, en el siglo XV, los vidrieros se agrupaban con los esparteros y fueron considerados como gremio independiente a partir de la última década del siglo XVI.<sup>89</sup> No obstante, “debieron contar con suficientes artesanos para mantener una producción constante para cubrir la demanda de vidrio tanto local como externa”.<sup>90</sup>

El vidrio novohispano fue exportado tanto a La Habana como a diferentes regiones de Sudamérica, además se distribuyó al interior del territorio, “desafortunadamente la documentación no arroja mucha información sobre la difusión de las creaciones novohispanas en el mercado interno [ni externo] ya que raramente se indica la procedencia de las piezas”.<sup>91</sup> Sólo en el caso de Puebla se indica su procedencia, pero esto parece haber estado relacionado con una

---

<sup>85</sup> Karime Castillo Cárdenas, “Los vidrieros en Puebla de los Ángeles durante la época colonial”, en *El Pregonero de la Ciudad*, Tercera Generación n. 1, octubre - diciembre 2018, p. 18.

<sup>86</sup> Citado en: José Luis Gómez de Lara, “El arte del vidrio en Puebla”, en *Cuetlaxcoapan. Enfoque al patrimonio*, año 5, n. 19, otoño 2019, p. 37.

<sup>87</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, “Materia prima, hornos y utillaje en la producción de vidrio de la ciudad de México, siglo XVIII”, en *Estudios de historia novohispana*, 58, enero-junio 2018, p. 5.

<sup>88</sup> Karime Castillo Cárdenas, *op. cit.*, p. 20.

<sup>89</sup> *Ibid.*, pp. 19-20.

<sup>90</sup> *Ibid.*, p. 20.

<sup>91</sup> Carla Andreia Martins Torres, *op. cit.*, p. 243.

necesidad de diferenciar el régimen fiscal al que pertenecían,<sup>92</sup> y no necesariamente con un estatus mayor frente al vidrio de otros centros productores.

Gracias a la regularidad de la producción de vidrio en la Nueva España, las importaciones europeas no fueron muy destacadas, las únicas que eran regulares fueron las de vidrios planos y abalorios. El crecimiento de la actividad vidriera novohispana se dio sobre todo en las últimas dos décadas del siglo XVII, además de las mejoras en las técnicas vidrieras, fue un periodo de crecimiento económico para el virreinato, lo que se reflejó en un aumento de artesanos vidrieros y en el abaratamiento de sus productos.<sup>93</sup> Sin embargo, nunca se dejaron de recibir vidrios extranjeros; para el siglo XVIII generalmente provenían de la Real Fábrica de Cristales de la Granja de San Ildefonso (España) y de Bohemia.<sup>94</sup>

Sin importar en qué talleres se fabricaran las ampollas para reloj, el proceso completo de la fabricación de las clepsamias no podía quedarse sólo en manos de los vidrieros. Era necesario que otros especialistas realizaran la siguiente parte del proceso.

### 1.5.2 Matemáticos

Generalmente, quienes elaboraban instrumentos de medición, ya fuera de espacio o de tiempo, pertenecían a algún oficio matemático, un ejemplo de ello fue la familia Ducher (o Tucher) dedicada durante tres generaciones a la fabricación de cuadrantes solares en Núremberg. Hans Ducher se convirtió en maestro en 1537, Hans Ducher II en 1557 y Hans Ducher III en 1570;<sup>95</sup> al parecer, los tres, además de fabricar gnómones e instrumentos matemáticos, también confeccionaron relojes de arena de uso marítimo.<sup>96</sup>

A partir de la definición de instrumento matemático y del análisis de algunos personajes que se dedicaron a la fabricación de los mismos, se puede deducir que un reloj de arena era un instrumento matemático que generalmente se fabricaba por matemáticos prácticos. De acuerdo con la investigadora Laura Cházaro, los instrumentos matemáticos “en general, permiten

---

<sup>92</sup> *Ibid.*, p. 240.

<sup>93</sup> *Ibid.*, pp. 245, 235-236.

<sup>94</sup> José Roberto Peralta Rodríguez, *op. cit.*, 2018, p. 6.

<sup>95</sup> “Hans Tucher” en: <https://www.britishmuseum.org/collection/term/BIOG80331> Consultado el 15 de abril del 2021.

<sup>96</sup> Jacques Attali, *op. cit.*, p. 94.

observar y medir lo que Aristóteles llamó ‘cantidades’: distancia, ángulo, tiempo, peso”,<sup>97</sup> y los diferencia de los instrumentos científicos, los cuales se usaban en indagaciones experimentales para comprobar teorías.<sup>98</sup> En este sentido, las ampollas son instrumentos matemáticos de medición del tiempo que pueden ser utilizadas en diferentes situaciones, ya sea por eruditos o por cualquier otra persona en actividades cotidianas.

Desde la Edad Media, las matemáticas fueron incluidas en el modelo de las siete artes liberales propuesto por Varrón (116 a.C. - 27 a.C.), y difundido por Isidoro de Sevilla (c. 560-636), quien las subdividió en *trivium* (gramática, retórica y dialéctica) y *cuadrivium* (aritmética, geometría, astronomía y música), es decir las disciplinas matemáticas.<sup>99</sup> A partir del siglo VIII, como consecuencia de la expansión del Islam hacia el Mediterráneo, los musulmanes fueron los encargados de recuperar los documentos científicos griegos, traducirlos y comentarlos; además de realizar importantes intercambios con la India, como la adquisición de los números arábigos que facilitaron los cálculos.<sup>100</sup>

La importancia de la geometría prevaleció durante siglos, inclusive resaltó particularmente desde el siglo XVI debido a su papel esencial en la navegación de altura, pues “gracias a la geometría –a sus conceptos, a sus instrumentos y a sus reglas– el marino encontraba en las estrellas las rutas que el océano ocultaba y las podía conservar para viajes futuros trazando, según métodos también geométricos, las cartas de marear”.<sup>101</sup> Aunque la navegación fue el impulso principal del desarrollo de la geometría, también fue útil en otras ramas de estudio, como la arquitectura, ingeniería, astronomía y cosmografía.

A partir del siglo XVI las matemáticas adquirieron tal relevancia para el Imperio español, que incluso el investigador Manuel Esteban Piñero las ha considerado como la *ciencia imperial*.

---

<sup>97</sup> Laura Cházaro, “Recorriendo el cuerpo y el territorio nacional: instrumentos, medidas y política a fines del siglo XIX en México”, en *Memoria y sociedad*, Colombia, vol. 13, n. 27, julio-diciembre 2009, p. 103.

<sup>98</sup> Sobre la diferencia entre instrumentos científicos e instrumentos matemáticos: Laura Cházaro, “Recorriendo el cuerpo y el territorio nacional: instrumentos, medidas y política a fines del siglo XIX en México”, en *Memoria y sociedad*, Colombia, vol. 13, n. 27, julio-diciembre 2009, pp. 101-119. Laura Cházaro, “Los instrumentos matemáticos en la Nueva España: circulación, usos y transformaciones de la medición”, en *La Gaceta de la RSME*, España, vol. 14, n. 4, 2011, pp. 739-752.

<sup>99</sup> Giorgio Strano, “Las matemáticas: el legado de la Antigüedad tardía” en Umberto Eco (coord.), *La Edad Media I. Bárbaros, cristianos y musulmanes*, México, Fondo de Cultura Económica, 2016, p. 405.

<sup>100</sup> *Ibid.*, p. 408.

<sup>101</sup> Mariano Esteban Piñero, “Instituciones y oficios matemáticos en la España del siglo XVI”, Seminario ‘Orotava’ de Historia de la Ciencia, año XI-XII, p. 14.

Tenían una aplicación más práctica que teórica, y su objetivo principal era contribuir al mantenimiento de la hegemonía de la Monarquía española mediante su aplicación a la fortificación, artillería, construcción naval, ingeniería, arquitectura civil y militar, minería, navegación y cosmografía. Por lo que la institucionalización de la actividad científica europea comenzó a gestarse en la Casa de la Contratación de Sevilla,<sup>102</sup> en donde se instituyeron diversos oficios matemáticos, la mayoría de ellos relativos a la cosmografía,<sup>103</sup> cuyos titulares, en términos generales, tenían la función de hacer y verificar tanto mapas como instrumentos matemáticos empleados en la navegación.

Dicha relación entre matemáticas, cosmografía e instrumentos de medición del tiempo se puede observar en diversos autores, aunque no se tenga claro si fabricaban o no relojes de arena. Tal fue el caso del traductor, filósofo y matemático Daniele Bárbaro, quien en 1567 publicó su segunda versión del libro *De Architectura*, de Vitruvio, ampliando sus comentarios en el libro IX, dedicado a la medición del tiempo. Además de mencionar las innovaciones de la relojería y gnómica, señala que –a diferencia de los antiguos–, se tienen relojes de engranes y de arena, ambos admirables, los primeros por el ingenio de los artesanos, y los segundos por su conveniencia y facilidad.<sup>104</sup>

Por otro lado, aunque no necesariamente relacionado con un personaje, se sabe que para el siglo XVI un elemento decorativo en los palacios y bibliotecas eran los instrumentos matemáticos.<sup>105</sup> En 1575, llegó la primera entrega de libros a la biblioteca del Escorial, además de algunos de los instrumentos decorativos, como algunos relojes (solares, lunares y de cuello), entre los que se encontraba “un reloj de arena que tiene tres cuartos y la hora con doce pilarillos de nácara y el suelo y cobertor de nácara que por la una parte esta graduada la muestra con su mano y por la otra un retrato de una mujer de mediorelieve que tiene una sesma de alto”.<sup>106</sup> En

---

<sup>102</sup> *Ibid.*, p. 16.

<sup>103</sup> A excepción del Catedrático de matemáticas y fortificación, Catedrático matemático de la Academia Real, Catedrático de artillería naval y el Piloto mayor.

*Ibid.*, pp. 18-41.

<sup>104</sup> Margarita Ana Vázquez Manassero, *El “yngenio” en el palacio: arte y ciencia en la corte de los Austrias (ca. 1585-1640)*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2018, p. 97.

<sup>105</sup> *Ibid.*, pp. 102-108.

<sup>106</sup> Fernando Checa Cremades (dir.), *Los Libros de entregas de Felipe II a El Escorial*, Madrid, 2013, pp. 270-271, citado en: Margarita Ana Vázquez Manassero, *El “yngenio” en el palacio: arte y ciencia en la corte de los Austrias (ca. 1585-1640)*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2018, p. 285.

este caso, se puede observar que al menos una ampollita fue considerada como uno de los instrumentos matemáticos dignos de decorar la biblioteca del Escorial.

Otro autor ejemplar es el matemático Jacques Ozanam quien se mencionó anteriormente; perteneció a la Real Academia de Ciencias francesa y publicó diversos textos científicos, entre ellos un diccionario de matemáticas en 1691, *Nueva trigonometría...* (1697), *Nuevos elementos de álgebra...*(1702), *Geometría teórica y práctica...* (1711) y *Recreaciones matemáticas y físicas que contienen numerosos problemas de aritmética, de geometría, de música, de óptica, de gnómica, de cosmografía, de mecánica, de pirotecnia y de física* (1750), en este último incluyó la traducción al francés el *Tratado de los relojes elementares*,<sup>107</sup> ya descrito en las páginas previas.

Un representante más de la relación entre matemáticas y la medida del tiempo, fue Daniel Bernoulli (Groninga, 1700 - Basilea, 1782) matemático, físico y médico que en 1725 ganó el premio de la Real Academia de Ciencias Francesa, con su discurso *Sobre la manera más perfecta de conservar la igualdad de movimiento en las clepsidras o relojes de arena en el mar*. Texto estrictamente científico en donde propone colocar las ampollitas (sólido) en un recipiente con un líquido (mercurio), con el objetivo de menguar los efectos del movimiento de las embarcaciones. Algunos años más tarde, en 1745, Bernoulli presentó ante la misma institución su texto titulado *La mejor manera de encontrar la hora en el mar, por medio de la observación, sea en el día, en el crepúsculo y sobre todo en la noche, cuando no se ve el horizonte, pero no se le otorgó el premio sino hasta 1747 (con el mismo texto), en dicho artículo proponía la creación de una ampollita de 30 horas apta para navegar. Aunque no se sabe con precisión si Daniel Bernoulli fabricaba ampollitas de manera regular, sí analizó su funcionamiento desde los puntos de vista de las matemáticas y la física para resolver el problema de la medición del tiempo en el mar.*

Un último ejemplo se encuentra en las *trade-cards* [figs. 5, 6 y 7]; las cuales eran *folletos* publicitarios que se imprimían en una sola hoja y se distribuían libremente, permitiendo a los artesanos, artistas, inventores, proveedores especializados y empresarios anunciar sus mercancías o servicios. Existieron desde principios del siglo XVII en muchas regiones de Europa; en el siglo XVIII comenzaron a distribuirse también en Norteamérica y Canadá; y en todos estos lugares su popularidad se extendió hasta el siglo XIX. Se imprimían en diferentes tamaños y visualmente

---

<sup>107</sup> Texto original por Domenico Martinelli, quien probablemente fue arquitecto.

eran muy llamativas, aspecto que las diferenciaba de la publicidad de los periódicos, que privilegiaba el texto. Su contenido gráfico no era sólo decorativo, sino que mostraba diferentes mensajes, como el estatus de los comerciantes y consumidores; además ayudaba a dar una idea general del inventario que se ofrecía por medio de reproducciones en miniatura de los bienes o tiendas y con ayuda de frases como “todo tipo de...” o “una gran variedad de...”.<sup>108</sup>

Los fabricantes de instrumentos matemáticos también utilizaron este medio para vender sus manufacturas. La mayoría de ellos decían fabricar y vender “todo tipo de instrumentos matemáticos” –o *matemáticos y científicos*, además de mostrarse como *ópticos y fabricantes*–, algunos agregaban la leyenda “para tierra y mar”, y ofrecían ejemplos generales junto con los materiales que trabajaban. En las miniaturas de los objetos que acompañan su texto es posible observar con más detalle la variedad de instrumentos a los que hacen referencia, entre los cuales se encuentran las ampolletas en algunas ocasiones; como en el caso de Charles Digby, Thomas Tuttell y John Browne, todos ellos fabricantes de instrumentos con sede en Londres, que entre los siglos XVII y XVIII distribuyeron *trade-cards* que anunciaban sus servicios.

Charles Digby se anunciaba como un fabricante de instrumentos matemáticos, que además vendía tablas y libros de navegación, pólvora y municiones. En el pequeño “inventario” ilustrado de su *trade-card* se encuentran reglas, compases, relojes solares, una ballestilla, una linterna y dos relojes solares de diferentes tamaños [fig. 5]. Thomas Tuttell también se definía a sí mismo como fabricante de instrumentos matemáticos, y entre los instrumentos que anunciaba se encuentran diversos globos terráqueos, un nocturlabio, un astrolabio, compases, una ballestilla, relojes solares y un reloj de arena, rotulado con el número 57 en la parte superior [fig. 6]. Por último, John Browne se promovía como fabricante de brújulas y proveedor de pertrechos para barcos, no obstante, unas líneas más abajo dice fabricar y vender todo tipo de instrumentos para mar o tierra, al igual que en los casos anteriores ilustra los productos que vende, incluyendo un reloj de arena [fig. 7].

Con estos ejemplos, se puede observar que las ampolletas pueden ser consideradas como instrumentos matemáticos, y que su confección está relacionada con los saberes de las

---

<sup>108</sup> Philippa Hubbard, “Trade Cards in 18th-Century Consumer Culture: Movement, Circulation, and Exchange in Commercial and Collecting Spaces”, en *Material Culture Review*, v. 74, primavera 2012, pp. 30-33. <https://journals.lib.unb.ca/index.php/MCR/article/view/20447> Consultado el 27 de abril del 2021.



Fig. 5 Trade-card (reproducción) de Charles Digby, fabricante de instrumentos matemáticos, s. f., [https://www.britishmuseum.org/collection/object/P\\_Banks-105-14](https://www.britishmuseum.org/collection/object/P_Banks-105-14)

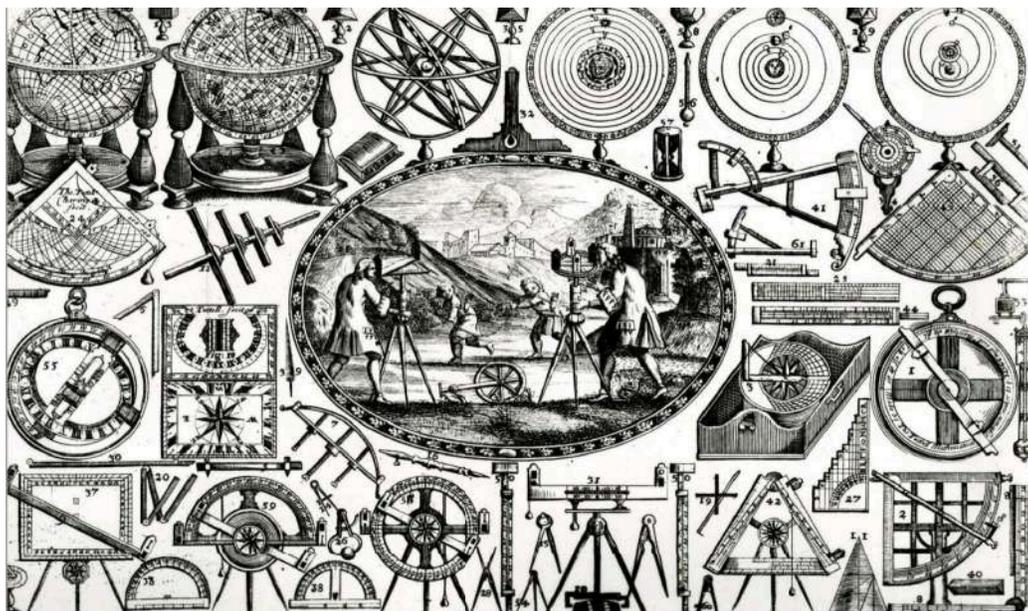


Fig. 6 Trade-card (reproducción) de Thomas Tuttell, fabricante e instrumentos matemáticos, 1697, [https://www.britishmuseum.org/collection/object/P\\_Heal-105-104](https://www.britishmuseum.org/collection/object/P_Heal-105-104)



con la calidad de los vidrios, arena y estructura exterior), portabilidad o incluso la decoración del instrumento.

Por último, cabe aclarar que hubo una excepción relevante entre quienes fabricaban relojes de arena. Núremberg fue una importante ciudad de producción artesanal y fue el único lugar en donde hubo artesanos especialistas dedicados exclusivamente a la fabricación de ampolletas, o al menos el único detectado hasta el momento. En esta ciudad existieron dos casas de retiro que acogían artesanos cuando llegaban a la vejez, la primera de ellas fue fundada en 1388 por un comerciante acaudalado llamado Konrad Mendel; la segunda de ellas fue idea del empresario minero Matthäus Landauer y fue fundada en 1511, ambas casas formaban una asociación mayor: “La casa de los doce hermanos de Núremberg” que duró hasta 1806. Cada artesano que ingresaba a alguna de las casas era llamado “hermano” –ya fuera hermano de Mendel o de Landauer– y al momento de su adscripción era retratado en uno de los libros de la casa, llegó a haber tres libros de Mendel y dos de Landauer con un total de 1 171 artesanos registrados. Las representaciones de los artesanos en los libros muestran a cada personaje practicando su oficio “con procesos de fabricación característicos, herramientas típicas, equipos de taller, materiales y productos” y breves datos biográficos.<sup>109</sup>

En estos libros se encuentran dos ejemplos de artesanos dedicados sólo a la fabricación de ampolletas, en alemán llamados *sanduhrmacher*. En el segundo libro de Mendel se localiza Jakob Wagenseil (1621-1692), según el registro fue un fabricante de relojes de arena, es representado sentado frente a su escritorio, sobre el mismo hay tres ampolletas dentro de una misma estructura y el artesano coloca su mano izquierda sobre ellas, mientras su mano derecha reposa sobre el escritorio junto a una estructura o estuche de reloj de arena sin sus vidrios. Cabe señalar que este tipo de estuches con más de una ampolleta dentro no fueron inusuales, en un mismo “paquete” de ampolletas podía haber diferentes medidas, de esta manera, se podía saber con mayor precisión cuánto tiempo había transcurrido respecto a un fragmento mayor de tiempo. Por otro lado, en el primer libro de Landauer fue registrado Karl Schubardt (ca. 1631-23 de noviembre de 1693) quien también fue un fabricante de relojes de arena, él fue retratado de pie

---

<sup>109</sup> “Los libros de la Casa Mendeliana y Landauer” en *Los libros de la casa de la Fundación de los Doce Hermanos de Nuremberg* (sitio web) consultado el 13 de septiembre de 2021, <https://hausbuecher.nuernberg.de/index.php?do=page&mo=2>

frente a una mesa, sobre la cual hay un reloj de arena terminado y un cesto con varios estuches para ampolleta, mientras coloca su mano derecha sobre el reloj y su mano izquierda sobre los estuches [figs. 8 y 9].

No se sabe con certeza si estos artesanos sólo se encargaban de ensamblar las piezas y calcular la cantidad de la arena o fabricaban algunas de las partes de la ampolleta, como el vidrio y los estuches. Sin embargo, parece poco probable que fueran ellos mismos quienes realizaban todo el proceso de manufactura de las piezas ya que en ambos casos los artesanos son representados frente a una mesa con ampolletas terminadas y estuches vacíos, a diferencia de otros artesanos que son representados realizando actividades más específicas de su oficio, por ejemplo los fabricantes de brújulas aparecen limando la aguja del compás, un fabricante de cuchillos aparece tallando la madera que servirá de mango, y un artesano que trabaja con metales aparece golpeando uno de sus cuencos en el yunque con un martillo. En estos últimos tres ejemplos los artesanos están rodeados de diferentes instrumentos para poder realizar su trabajo y



Fig. 8 Retrato de Jakob Wagenseil (1621-1692), fabricante de relojes de arena. Amb. 317b.2° Folio 180 verso (Mendel II) <https://hausmuecher.nuernberg.de/75-Amb-2-317b-180-v/data>



Fig. 9 Retrato de Karl Schubardt (ca. 1631-23/11/1693), fabricante de relojes de arena. Amb.279.2 ° Folio 153b recto (Landauer I) <https://hausmuecher.nuernberg.de/75-Amb-2-279-153b-r/data>

aparecen realizando las labores manuales propias de su oficio; en cambio, los fabricantes de relojes de arena aparecen simplemente retratados con los objetos ya terminados y estuches por ensamblar.

A pesar de que en estos libros sólo se tienen registrados dos artesanos como especialistas fabricantes de ampolletas esto puede ser un indicio de que hubo más ya que no todos los artesanos ingresaban a alguna de estas casas en su vejez. Probablemente no existió un grupo asociado o gremio de fabricantes de relojes de arena, pero sí diversas personas dedicadas sólo a la fabricación de ampolletas, como lo señaló Christoff Weigel en su obra titulada *Ilustración de los principales estados útiles comunes desde los regentes y sus sirvientes asignados en tiempos de paz así como en tiempos de guerra, hasta todos los artistas y artesanos*<sup>110</sup> (1698), en donde realiza un compendio de los oficios que existían en la región, nombra a cada uno de ellos en orden alfabético y los acompaña con una estampa del artesano en su espacio de trabajo y una breve explicación de la labor de cada uno. Entre los oficios que menciona Weigel se encuentra el de fabricante de reloj de arena (*sanduhmacher*) y, de acuerdo con el autor, en Núremberg se encontraban los más hábiles artesanos de la arena y la fabricación de las ampolletas se convirtió en un oficio propiamente dicho.<sup>111</sup>

El texto de Weigel está acompañado por una estampa de un artesano fabricante de ampolletas en su taller de trabajo. Se pueden observar con gran detalle las herramientas necesarias para la fabricación de los relojes de arena, se representaron en los estantes algunas ampolletas ya terminadas y otras a las que les faltaba ser protegidas por su pequeña estructura, también hay algunos cuencos, libros y papeles sueltos; sobre una mesa, detrás del artesano, se encuentran varios estuches o celdas para los vidrios; en la mesa principal de trabajo hay más ampolletas ya terminadas, algunos embudos seguramente usados para rellenar los vidrios con arena, algunos cuencos y unos cuantos frascos de vidrio aún sin ensamblar. Entre las ampolletas que se advierten, además de las sencillas, hay algunas que tienen una brújula en su base y, en algunos caso, hay dos o cuatro ampolletas dentro del mismo estuche, similares a las del retrato de Jakob Wagenseil. Probablemente lo más relevante de esta estampa es que se muestra al artesano

---

<sup>110</sup> Christoff Weigel, *op. cit.*, ff. 404v-408.

<sup>111</sup> *Ibid.*, f. 406. Agradezco a Daniela Itandehui Núñez Calzada por la traducción del texto de Weigel del alemán al español.



Fig. 10 Estampa del taller de un artesano fabricante de ampollitas, realizado por Christoff Weigel en 1698.

Christoff Weigel, Abbildung Der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände Von denen Regenten Und ihren So in Friedens- als Kriegs-Zeiten zugeordneten Bedienten an, biß auf alle Künstler Und Handwercker, impreso en Ratisbona, 1698, f. 404v. <https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/88/679>

realizando su trabajo, aparece sentado frente a su mesa sellando la unión de los vidrios con ayuda de una vela [fig. 10].

A diferencia de las representaciones de los libros de “La casa de los doce hermanos de Núremberg”, la estampa de Christoff Weigel muestra con mucho más detalle la forma de trabajar de los fabricantes de relojes de arena. Sin embargo, ambos documentos muestran que hubo algunos artesanos especialistas en ampolletas y que no las fabricaron sólo los fabricantes de instrumentos en general. Lo cual pudo deberse a la alta demanda de relojes de arena en la ciudad de Núremberg, pues fue un importante centro de producción y exportación artesanal.

Los relojes de arena fueron muy comunes desde el siglo XIV en Europa y posteriormente se extendieron al resto de los continentes; coexistieron con otros instrumentos para medir el tiempo, incluso fueron usados en un periodo en que la relojería tuvo grandes avances, esto se debió a que eran económicos, portátiles y fáciles de encontrar en cualquier región, aunque sí existieron lugares famosos por su producción, como Venecia y Puebla de los Ángeles.

Pocos documentos consideran a las ampolletas como el tema principal, probablemente debido a su sencillez tanto en la fabricación como en el uso, pero a partir de los que se conocen, se sabe que había de diferentes duraciones y que no todos tuvieron exactamente la misma forma, estas características dependieron de su objetivo. No obstante, los vidrios para reloj tenían una forma particular –de pera– y aunque su arena podía ser de diferentes materiales, siempre debía ser tratada para que tuviera un tamaño uniforme y se previnieran problemas tras su uso constante en diferentes ambientes.

Por otro lado, se puede deducir que eran manufacturados por fabricantes de instrumentos matemáticos, incluso pueden ser considerados como un instrumento matemático de medición del tiempo, sin importar a qué uso estuvieran destinados. Tuvieron diferentes fines, la mayoría de ellos utilitarios, en cualquier situación en la que fuera necesario limitar el tiempo de alguna actividad; pero también se convirtió en un objeto metafórico, como representación del tiempo mismo o de la fugacidad de la vida. En los siguientes apartados se desarrollarán los usos que se le dieron al reloj de arena tanto en diferentes ámbitos de la vida cotidiana, como en actividades especializadas.

## **2. “Por la ampolleta se deben regir los navegantes”**

A bordo de las embarcaciones europeas que surcaron los mares entre los siglos XIV y XVIII se emplearon las ampolletas con dos finalidades diferentes: la primera de ellas, relacionada con obtener la información técnica necesaria para el arte de navegar; la segunda, tenía como objetivo ordenar todas las labores que se realizaban a bordo y, como consecuencia, imprimió un ritmo particular a la vida cotidiana. Para explicar lo anterior, en el presente apartado se tomarán como ejemplo las técnicas del arte de navegar, las rutas y la forma de organización del trabajo y de la vida a bordo de las embarcaciones españolas de la Carrera de Indias.

A pesar de la relevancia que tuvieron las ampolletas en ambos aspectos durante la navegación entre los siglos XIV y XVIII, su presencia en las fuentes tanto contemporáneas como actuales es escasa, y de la misma manera que en los casos anteriormente expuestos, pocos son los textos que tienen apartados específicos sobre este instrumento o son el tema principal. Probablemente el motivo fue que el uso de las ampolletas en la navegación fue una solución temporal, la manera más sencilla de enfrentar un problema muy complejo: la determinación exacta de la ubicación temporal y espacial de una embarcación en el mar.

Por lo tanto, la atención ha sido acaparada por los numerosos intentos de encontrar una solución que pusiera punto final al problema del tiempo y, en consecuencia, al problema de la determinación de la longitud en el mar. Los científicos de la época previeron que en las ampolletas no se encontraría la exactitud que se buscaba, así que, salvo escasas propuestas sin éxito, la mayoría de ellos buscaron la respuesta en la construcción de un cronómetro mecánico que no fuera susceptible ni a los movimientos excesivos ni a los cambios de temperatura, condiciones permanentes de las embarcaciones que tras meses de navegación cruzaban grandes océanos como el Atlántico, el Pacífico o el Índico.

Por su parte, la vida en las embarcaciones fue el único ambiente que se rigió por la medida del tiempo a partir del uso de las ampolletas. En el mar este instrumento era usado permanentemente para marcar el ritmo de vida, a diferencia de sus usos en tierra que se limitaban

a tareas específicas, como se explicará en el siguiente capítulo. Es por ello que, en este trabajo de investigación, el estudio del uso de las ampolletas en las navegaciones tiene un papel privilegiado.

Lo anterior no significa que fuera el único instrumento de medición del tiempo que se empleó a bordo en la navegación de la época moderna. Hubo otros instrumentos, como los astrolabios y relojes solares, que también sirvieron para conocer la hora y se usaron para complementarse unos a otros, pues el *tiempo* que se puede *medir* con cada instrumento no siempre es el mismo ni se *mide* de la misma manera. De esta forma, la medición del tiempo en algunas ocasiones tiene fines técnicos para el buen manejo de las embarcaciones –y en este caso se puede considerar como un saber científico–, en otros casos es un tiempo que rige la vida cotidiana, que es la principal función de las ampolletas (aunque no la única como se verá más adelante); asimismo, algunos instrumentos permiten medir el correr del tiempo (como las ampolletas) y otros conocer qué hora es (como los astrolabios).

Así, este sencillo instrumento, tanto en uso como en construcción, se empleaba a toda hora y todos los días durante las navegaciones. Aunque sin exactitud, fue indispensable para el desarrollo del arte de navegar; además, acompañado de las oraciones y salmodias (cantos) de los pajes, fue el instrumento que puso orden y ritmo a la vida cotidiana a bordo, de ahí que se generaran formas particulares de percepción del tiempo<sup>112</sup> entre quienes pasaban meses regidos por esta forma de medirlo. Respecto a esto último, debe añadirse que el estudio del tiempo no es solo el estudio de sus instrumentos y maneras de calcular el paso de las horas y días, sino la manera en como lo entendemos, en general, y lo percibimos, en situaciones particulares.

---

<sup>112</sup> Como se explicará más adelante, además del instrumento, la percepción del tiempo estaba influida por otros aspectos como las formas de anunciarlo, la jerarquía de los individuos, la calma o el peligro, las condiciones de vida (el hacinamiento, suciedad, falta de espacio, etc.), el mar como un espacio que no es naturalmente humano, y los saberes y creencias previas de cada individuo.

## 2.1 Importancia de conocer la hora en el mar y los instrumentos que se usaban para ello

Conocer la ubicación temporal de una embarcación al navegar es indispensable para poder ubicarse espacialmente, sobre todo cuando se navega en altamar. En palabras del historiador Leonardo-Ariel Carrió-Cataldi “por el cálculo del tiempo se lee el espacio”.<sup>113</sup> Lo anterior quiere decir que orientarse en el mar dependía de dos datos: la latitud (norte-sur) y la longitud (este-oeste), y para obtener esta última, conocer la hora con exactitud era vital.

Desde el siglo XIV, en donde se sitúa el inicio de este trabajo, hasta inicios del siglo XVI, se navegaba, principalmente en el Mediterráneo, gracias a la *navegación magnética*; la cual empleaba una brújula, o aguja magnética, y portulanos para orientarse. La aguja magnética comenzó a usarse desde inicios del siglo XII en los mares asiáticos, aunque para este momento era un simple trozo de piedra imán sobre una tabla o corcho, y posteriormente fue llevada por los árabes al Mediterráneo. Por su parte, los portulanos eran mapas de origen incierto – probablemente usados desde el siglo XIII–, trazados en pergamino, que buscaban ser prácticos y fieles a la realidad; se enfatizaban las costas y los accidentes costeros; en ellos no se marcaban los paralelos ni meridianos, sino un entramado de líneas rectas con origen en una circunferencia central que representaban los rumbos; y gracias a unas escalas, conocidas como *truncos de leguas*, en ellos se podía calcular las distancias entre los puertos.<sup>114</sup>

Simultáneamente al uso de esta técnica para surcar el Mediterráneo, en el siglo XV los portugueses iniciaron las exploraciones en la costa africana, las cuales obligaron a los navegantes a adentrarse en altamar y a familiarizarse con el cielo austral. Lo anterior tuvo como consecuencia el inicio de un nuevo método de navegación basado en la observación astronómica, es decir, la identificación de dos coordenadas: la latitud y, posteriormente, de la longitud para orientarse al no tener puntos costeros de referencia.<sup>115</sup>

---

<sup>113</sup> Leonardo-Ariel Carrió-Cataldi, “El tiempo, el mar, el mundo: grafías del tiempo en las culturas ibéricas (siglos XVI-XVII)”, en *Historia y Sociedad*, Universidad Nacional de Colombia, no. 37, julio 2019, p. 36.

<sup>114</sup> José María Moreno Martín, “Cartografía para navegantes en el Mediterráneo medieval: las cartas portulanas”, en *I Jornada de Cartografía en la Biblioteca Nacional de España. Difundiendo la cartografía antigua*, Madrid, Biblioteca Nacional de España, 2015, pp. 8-13.

<sup>115</sup> Francisco José González González, *Astronomía y navegación en España. Siglos XVI-XVIII*, Madrid, Mapfre, 1992, pp. 29-31.

La primera de ellas ya estaba resuelta para el siglo XV, aunque se tuvieron que hacer adaptaciones a los instrumentos para calcularla en el mar y tenía algunas complicaciones; la segunda era más difícil de obtener, se propusieron varios métodos, pero la mayoría eran demasiado complejos, además no todos ellos podían ser aplicados en la navegación, y sólo se resolvió hasta el siglo XVIII gracias a la creación de un cronómetro marítimo exacto.

La latitud se determinaba a partir de la altura de algún astro respecto al horizonte y, con ayuda de tablas astronómicas, se podía saber que tan al norte o al sur se encontraba una embarcación.<sup>116</sup> La altura se tomaba con algún instrumento astronómico, como el astrolabio (después reemplazado por la ballestilla, el cuadrante, el octante o el sextante), “pero para realizar la operación con precisión en un barco en movimiento había que ser un verdadero experto”.<sup>117</sup> A la dificultad de tomar la medida se agrega otro problema, la altura o el ángulo del Sol al mediodía no representa la latitud, sino que debe compensarse con la declinación de ese día; es decir, los grados que aparentemente se desvía el Sol al salir dependiendo del día y la época del año –conocidos como declinación solar– deben añadirse o sustraerse a la altura del sol. Dicha suma o resta depende de la posición desde donde se tomó la medida (entre los trópicos o fuera de ellos) y de la época del año.

Así, para obtener la latitud se requería gran habilidad para usar un instrumento en un espacio en movimiento, consultar las tablas de declinación solar, elegir la regla adecuada y realizar pequeñas operaciones aritméticas. A lo que se agregaba un último problema: al menos hasta el siglo XVI muchos de los pilotos encargados de tomar la latitud eran analfabetas funcionales,<sup>118</sup> que habían aprendido a navegar y sabían ubicarse sólo gracias a su experiencia en el mar.

No obstante, el verdadero problema era la determinación de la longitud, es decir la ubicación este-oeste de algún punto, pues para obtenerla era necesario observar un mismo fenómeno celeste en dos puntos diferentes y extraer la diferencia horaria entre ambas

---

<sup>116</sup> Leonardo-Ariel Carrió-Cataldi, *op. cit.*, p. 36.

<sup>117</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaina Bueno, “El arte de navegar: ciencia *versus* experiencia en la navegación trasatlántica”, en Guiomar de Carlos Boutet (coord.), *España y América. Un océano de negocios*, España, Sociedad Estatal Quinto Centenario, 2003, p. 109.

<sup>118</sup> *Ibid.*, pp. 109-110.

observaciones.<sup>119</sup> El sevillano Alonso de Santa Cruz, cosmógrafo mayor del rey de España, fue el primero en recopilar el conjunto de los métodos más usuales<sup>120</sup> entre los navegantes para determinar la longitud en el *Libro de las longitudes y manera que hasta ahora se ha tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos* (ca. 1554).<sup>121</sup>

Dicho manuscrito (publicado hasta 1921) fue el resultado de una junta de cosmógrafos y astrólogos, entre ellos Alonso de Santa Cruz, que se reunieron el 7 de agosto de 1554 en Valladolid para examinar algunos instrumentos de metal que el matemático alemán Pedro Apiano había hecho para determinar la longitud. Santa Cruz explicó doce maneras para realizar el cálculo, siendo la sexta manera por medio de los relojes y la conservación de la hora,<sup>122</sup> y al final de su obra defendió de la idea de que “no se encontrará una solución favorable hasta que la técnica no permitiese una medida exacta del tiempo”.<sup>123</sup>

Con *conservar* o *transportar* la hora, se hace referencia a conocer la hora exacta de un lugar, cuyo meridiano se considera como referencia –o de longitud cero–, y comparar dicha hora *en conserva* con la obtenida en el lugar del cual se quiere conocer su longitud; al tomar en cuenta que el Sol recorre 360 grados en 24 horas (lo que es lo mismo, 15 grados por cada hora), se puede transformar la diferencia horaria en diferencia angular mediante una regla de tres.<sup>124</sup> Dicho de otra manera, si el navegante conoce con exactitud la hora del lugar de donde zarpa, puede sustraer su propio tiempo y multiplicar la diferencia en horas por 15 para encontrar su longitud en grados.<sup>125</sup>

Por ejemplo, si se zarpa de Cádiz a las 12:00 p.m., y tras navegar 10 horas la embarcación se encuentra en un punto en donde, de acuerdo con la hora local, son las 5:00 p.m. y se quiere conocer la longitud de dicho punto, se debe tomar en cuenta que la hora *en conserva* de Cádiz (como meridiano cero) serían las 10:00 p.m., si a ello se restan las 5 horas de la hora local,

---

<sup>119</sup> Francisco José González González, *op. cit.*, p. 98.

<sup>120</sup> Para este momento la longitud se calculaba aproximadamente a partir de la estimación de la velocidad y del rumbo en que se estaba navegando.

<sup>121</sup> Alonso de Santa Cruz, *Libro de las longitudes y manera que hasta ahora se ha tenido en el arte de navegar, con sus demostraciones y ejemplos*, Sevilla, Publicaciones del Centro Oficial de Estudios Americanistas, 1921, 151 p.

<sup>122</sup> Mariano Cuesta Domingo, “Alonso de Santa Cruz, cartógrafo y fabricante de instrumentos náuticos de la Casa de Contratación”, en *Revista Complutense de Historia de América*, vol. 30, 2004, pp. 31-33.

<sup>123</sup> Francisco José González González, *op. cit.*, p. 82.

<sup>124</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 118.

<sup>125</sup> John Horace Parry, *Romance of the sea*, Washington D.C., National Geographic Society, 1981, p. 115.

resulta una diferencia de cinco horas entre cada lugar, al multiplicarlas por 15, se sabe que se navegaron 75 grados hacia el oeste.

La idea de determinar la longitud a partir del transporte de la hora probablemente había sido propuesta por Hernando Colón en la Junta de Badajoz (1524); aunque siglos antes Hiparco de Nicea (siglo II a.C.) “estableció el principio de la determinación de las longitudes por la variación de las horas locales”, nunca pasó de la teoría y su idea no podía aplicarse en el mar sin resolver primero el problema del cómputo del tiempo y del transporte de la hora.<sup>126</sup>

Esta propuesta requería un reloj exacto, lo cual llevó a diferentes monarcas europeos a ofrecer grandes sumas de dinero a cambio de la resolución del problema de la longitud. El primero de ellos en ofrecer una recompensa fue Felipe III de España en 1598, pero nadie lo logró<sup>127</sup> a pesar de que la convocatoria estuvo aún vigente durante el reinado de Felipe IV y de que participaron numerosos personajes, como Jean Morin, Galileo Galilei y Miguel Florencio van Langren, todos ellos reconocidos cosmógrafos.

El primero de ellos propuso determinar la longitud a partir de la observación de distancias solares. Por su parte, Galileo basó su método en la observación de los satélites de Júpiter, descubiertos por él mismo, y de sus eclipses diarios; pero su propuesta implicaba identificar las efemérides de los satélites, aunque esto fue posible, la aplicación de su método en el mar presentaba muchas dificultades. Van Langren sugirió la observación de los accidentes geográficos de la luna desde diferentes sitios, para averiguar la diferencia de longitud entre los puntos seleccionados, para lo que se necesitaban tablas de los movimientos de la luna en las cuales fijar los momentos de estos fenómenos en un meridiano determinado; sin embargo, las tablas eran difíciles de confeccionar, no existía un mapa completo de la superficie lunar ni una nomenclatura para sus accidentes geográficos, y, además, sus accidentes eran iluminados o escondidos conforme la posición del Sol.<sup>128</sup>

Posteriormente, los monarcas de Francia, Holanda e Inglaterra actuaron de manera similar. En Inglaterra, en 1675, Carlos II, fundó el Real Observatorio de Greenwich, y entre sus objetivos estaba impulsar las investigaciones para solucionar el problema de la longitud. Años

---

<sup>126</sup> Mariano Cuesta Domingo, *op. cit.*, p. 31.

<sup>127</sup> John Horace Parry, *op. cit.*, p. 115.

<sup>128</sup> Francisco José González González, *op. cit.*, 1992, pp. 99-101.

más tarde, el Parlamento Británico ofreció un premio de diez mil libras esterlinas a quien presentara un método que proporcionara el valor de la longitud en el mar con la precisión de un grado, quince mil para la precisión de dos tercios de grado, y veinte mil si era de medio grado. Para valorar las posibles soluciones se creó la *Board of Longitude* en 1714 –o Junta de la Longitud–, comisión encargada de examinar las propuestas y subvencionar los proyectos más importantes.<sup>129</sup>

No obstante, fue hasta 1765 que el relojero escocés John Harrison (1693-1776) recibió el premio de la convocatoria inglesa.<sup>130</sup> Desde la década de 1730 Harrison presentó su primer cronómetro marino a la Junta, y en 1736 lo autorizaron a realizar las pruebas necesarias en un viaje de ida y vuelta entre Londres y Lisboa. Gracias a los buenos resultados le otorgaron ayuda económica para perfeccionar su reloj, el cual presentó hasta 1760 –mientras esperaba autorización para probarlo construyó una versión más– y fue puesto a prueba en dos viajes, el primero entre Portsmouth y Port Royal, y tras una trayectoria de 81 días sólo acumuló un error de cinco segundos; el segundo fue a las islas Barbados y tuvo resultados similares. Finalmente, para obtener el premio, tuvo que hacer públicos los fundamentos técnicos y teóricos en los que se basaban sus relojes.<sup>131</sup>

El procedimiento concluyó en la década de 1770. Después del segundo viaje de exploración del capitán Cook (1772) en el que se empleó uno de los cronómetros de Harrison,<sup>132</sup> los barcos empezaron a contar con relojes mecánicos precisos y manejables, que les permitieron ubicarse tanto por latitud, como por longitud, y así “terminar de definir el perfil de las costas del planeta”.<sup>133</sup>

En Francia los trabajos pioneros que surgieron a partir de la segunda mitad del siglo XVIII pertenecieron a Pierre Le Roy y Ferdinand Berthoud. Le Roy fue un relojero que terminó su primer cronómetro marino en 1763, el cual fue probado cuatro años más tarde en un viaje de 46 días; sin embargo, acumuló un error excesivo, por lo que la Academia de Ciencias de París no

---

<sup>129</sup> *Ibid.*, p. 99.

<sup>130</sup> John Horace Parry, *op. cit.*, p. 115.

<sup>131</sup> Francisco José González González, *op. cit.*, p. 143.

<sup>132</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 118.

<sup>133</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína, “Viejos y nuevos libros para pilotos. La evolución de los tratados de náutica españoles del siglo XVI al XVIII”, en Pablo Emilio Pérez-Mallaína, Julia Mensaque Urbano y Eduardo Peñalver (coords.), *Antonio de Ulloa: la biblioteca de un ilustrado*, España, Universidad de Sevilla, 2015, p. 28.

le entregó el premio que ofrecía. Simultáneamente, Berthoud, en sus viajes a Inglaterra, intentaba acceder a los secretos de la fabricación de relojes de Harrison, y en 1776 fue nombrado encargado de construir cronómetros marítimos. Dos años después, los relojes de Berthoud se pusieron a prueba, al igual que las nuevas versiones de los relojes de Le Roy, y en ambos casos se obtuvieron resultados similares a los de los ingleses.<sup>134</sup>

Las condiciones de la relojería en España eran más precarias que en Francia e Inglaterra, por lo que enviaron a Jorge Juan, como espía científico, a acercarse a Harrison en Inglaterra. Gracias a las observaciones que hizo, se volvió consciente de la necesidad de formar relojeros españoles que aprendieran el oficio con el mismo Harrison, en vez de sólo adquirir un cronómetro, pero esta acción no se realizó.

En cambio, en el Observatorio de Cádiz el personal obtuvo información de los cronómetros franceses, pues algunos de los viajes de prueba habían hecho escala o zarpado de Cádiz; entre 1774 y 1776 la Corona española compró a Berthoud ocho cronómetros, de los cuales cuatro fueron enviados a París en 1788 para ser reparados y limpiados, y el mismo Berthoud propuso formar a un relojero español en París. Así, la Corona decidió enviar a Cayetano Sánchez como aprendiz, quien a su regreso fue enviado a la isla de León a montar un taller de relojería para el mantenimiento y construcción de relojes, péndulos y cronómetros de la armada, además de la autorización de establecer un taller particular. Sin embargo, una vez puesto en marcha el proyecto de formar relojeros españoles, en 1800 todos los integrantes del taller murieron en la epidemia de la fiebre amarilla de Cádiz, y en el siglo XIX España tuvo que reiniciar la formación de sus propios relojeros.<sup>135</sup>

Antes de que se consiguiera fabricar este tipo de cronómetros exactos que rápidamente se difundieron entre la marina de los diferentes reinos europeos, la medida del tiempo a bordo dependió de otros instrumentos, entre ellos las ampollas. Ninguno de ellos proporcionaba información exacta, no obstante, los navegantes supieron emplearlos junto con la observación astronómica y los cálculos a la estima para lograr sus objetivos. Entre los instrumentos que servían para medir la hora se encontraban los gnómones o relojes de sol, también conocidos

---

<sup>134</sup> Francisco José González González, *op. cit.*, pp. 143-144.

<sup>135</sup> *Ibid.*, pp. 182-184.

como “reloj diurno”, el astrolabio, nocturlabio también conocido como “reloj nocturno”, además de métodos de observación de los astros. En los siguientes apartados se dará cuenta de dichos instrumentos y técnicas según las descripciones que se hacen de ellos en los tratados de náutica españoles que surgieron a partir del siglo XVI “a raíz de la necesidad de una navegación constante a puntos específicos en los nuevos territorios”.<sup>136</sup>

### 2.1.1 Astrolabio

El astrolabio es un instrumento astronómico que sirve para determinar la posición y movimientos de los astros. Su invento se le atribuye al filósofo Hiparco hacia el 150 a.C. y fue perfeccionado por los árabes quienes lo usaban para orientarse en el desierto,<sup>137</sup> pues a partir de la determinación de la altura del sol, o algún otro astro durante la noche y, tras realizar los cálculos pertinentes, se podía conocer la latitud y la hora del lugar, además de servir como calendario y determinar la dirección en que se encontraba La Meca para rezar correctamente. Fue tan útil para orientarse que Alonso de Chaves, en el *Quatri Partitu o Espejo de navegantes*, lo describe como el instrumento “más importante y capacísimo en la astrología y cosmografía”, ya que “comprende y encierra dentro de sí a todos los otros [instrumentos]”.<sup>138</sup>

Este primer instrumento mencionado por Chaves es un astrolabio astronómico y fue introducido a Europa por los árabes cerca del siglo X.<sup>139</sup> Estaba compuesto de diferentes partes, la *madre* o caja, sobre la cual se ponía el resto de las piezas en sus dos caras (la *faz* y el *dorso*). En la *faz* de la *madre* se colocaban los *tímpanos*, o *láminas de latitud*, las cuales eran intercambiables para poder usar el instrumento en diferentes latitudes, pues en ellas se grababan proyecciones estereográficas<sup>140</sup> del cielo que servían sólo para un paralelo determinado. Después

---

<sup>136</sup> Flor Trejo Rivera, “Ciencia pura. Ciencia aplicada. Tratados de navegación a Indias en el siglo XVI” en Enrique González González, Mónica Hidalgo Pego y Adriana Álvarez Sánchez (coords.), *Del aula a la ciudad. Estudios sobre la universidad y la sociedad en el México virreinal*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, p. 194.

<sup>137</sup> Lothar Loske, *El arte de la medición del tiempo*, México, Colección editorial del arte Chrysler, 1992, p. 33.

<sup>138</sup> Alonso de Chaves, *Quatri Partitu*, tratado segundo, capítulo tercero, c. 1528, f. 16v.

<sup>139</sup> Nicolàs de Hilster, *Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments 1590-1731. An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts and Accuracies*, Castricum, N. De Hilster, 2018, p. 121.

<sup>140</sup> Representación de la superficie de una esfera, que se obtiene proyectando todos sus puntos desde uno de ellos sobre el plano tangente en el punto diametralmente opuesto. RAE, s.v. “proyección estereográfica”, consultado el 9 de junio de 2021. <https://dle.rae.es/proyecci%C3%B3n#DM1vBcK>

del *tímpano* se colocaba la *araña*, una red calada que representaba un mapa del cielo con la posición de algunas estrellas marcadas por puntas o ganchos; la *araña* podía girar libremente para marcar en el *tímpano* la posición de los astros, pues representaba la rotación aparente de la bóveda celeste. Por último, se colocaba una *regla*, que al igual que la *araña* podía girar sobre el mismo eje del astrolabio, y en el borde se marcaba una escala dividida en 24 partes iguales que representaba las 24 horas del día, señalada con números del cero al 23.

En el *dorso* de la *madre* se sujetaba la *alidada*, o *regla*, con dos *pínulas* en sus extremos; podía girar sobre el eje central para observar los astros a través de sus pínulas y medir la altura en grados marcados en el borde (en cuatro cuadrantes de 0° a 90° cada uno). En esta misma cara se incluía un calendario zodiacal (para conocer el día astronómico) y una *escala altímetra*, o *cuadrado de sombras*, para medir longitudes en pies; algunos también incluían el calendario que estuviera en uso o un calendario perpetuo (para conocer el día de la semana que corresponde a cada fecha).<sup>141</sup>

Para conocer la hora con el astrolabio se medía la altura de un astro en grados con la *alidada*; posteriormente se daba la vuelta al instrumento para localizar la misma estrella en la *araña*, la cual se giraba sobre la proyección estereográfica y se colocaba sobre la línea que representaba los grados medidos anteriormente. Es decir, si el astro se encontraba a 40° de altura, en el dorso se colocaba la representación del mismo sobre la línea que representa los 40°. Una vez ubicada la estrella, se giraba la *regla* y se colocaba sobre la marca del mes y día que se había tomado la altura; en consecuencia, la misma regla quedaba señalando en la escala del borde la hora del momento en el que dicho astro se encontraba en determinada altura, es decir, la hora en que se había medido la altura. Lo anterior indica que, conociendo la posición del objeto y el día, se puede conocer la hora; de la misma manera que conociendo la posición del astro y la hora se puede conocer el día, o sabiendo el día y la hora se podrá saber la posición del objeto.

No obstante, en los tratados de navegación Alonso de Chaves es el único que menciona este tipo de astrolabios, con los que, además de medir el tiempo, se pueden “hacer muchas

---

<sup>141</sup> Sobre las partes del astrolabio: Azucena Hernández Pérez, “El astrolabio toledano de Ibn Said al-Sahli o cómo atrapar el tiempo mirando al cielo”, serie de conferencias *La producción de astrolabios en Al-Andalus, desde el siglo X hasta la caída de Granada en 1492*, Museo Arqueológico Nacional de España, 17 de enero de 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=Q0ZF8wvHYTs> Consultado el 10 de junio de 2021.

operaciones celestes y terrestres sin ayuda de otro alguno”,<sup>142</sup> pues generalmente se usaban en tierra. El mismo autor menciona que no hablará más a detalle de ellos “porque sería muy difícil de entender a los navegantes porque comúnmente carecen de los principios de la astrología y otras matemáticas”;<sup>143</sup> por lo que, al igual que el resto de los tratadistas náuticos se enfoca en el astrolabio náutico. Este último es una modificación de los astrolabios astronómicos y “se usaba para las observaciones a bordo, era más sencillo, no tenía círculos ni líneas azimutes, almicantaraes, las doce casas celestes, la línea crepúsculo, los doce vientos, la red aranea”,<sup>144</sup> ni otras cosas utilizadas por los astrólogos en tierra. El primer registro que se tiene del uso del astrolabio náutico durante una navegación data de 1481, mientras que su primera descripción conocida es de 1517.<sup>145</sup>

Los astrolabios náuticos descritos por Alonso de Chaves (1528 *c.*), Martín Cortés de Albacar<sup>146</sup> (1551), Juan Escalante de Mendoza (1575), Rodrigo de Zamorano (1581), Diego García de Palacio (1587), Andrés García de Céspedes (1606), y Antonio de Nájera (1628)<sup>147</sup> sólo eran útiles para tomar la altura del Sol o alguna otra estrella sobre el horizonte. Aunque Escalante de Mendoza considera que esta única función le otorga una cualidad de reloj, pues finalmente permite conocer a qué hora es el mediodía y a partir de este momento se pueden contar el resto de las horas del día con una ampolleta:

[...] no se ha hallado ni inventado reloj con que puntualmente en el mar se pueda verificar la hora del día, si no es el astrolabio con que se toma la altura del sol, el cual señala el punto de mediodía, porque en el mismo punto en que el Sol más se empina por encima del horizonte, en ese mismo repara en el astrolabio y vuelve a comenzar a bajar, y así se verifica por el mismo astrolabio, [...] y todos los demás relojes que hasta ahora para el mar están inventados son inciertos, a causa del continuo movimiento de la nao.<sup>148</sup>

---

<sup>142</sup> Alonso de Chaves, *op. cit.*, f. 16v.

<sup>143</sup> *Ibid.*, f. 17.

<sup>144</sup> Cesáreo Fernández Duro, *Disquisiciones náuticas*, tomo IV, Disquisición decimocuarta, Madrid, 1879, p. 21.

<sup>145</sup> Nicolàs de Hilster, *op. cit.*, p. 121.

<sup>146</sup> Martín Cortés de Albacar (¿?-1582), cosmógrafo aragonés descendiente de familia noble, se trasladó a Cádiz *c.* de 1530, en donde dio clases a los pilotos sobre ciencia y técnica de la navegación. Homónimo de Martín Cortés Zúñiga, hijo de Hernán Cortés.

<sup>147</sup> Se tomaron como referencia algunos de los tratados náuticos, impresos y manuscritos más relevantes del siglo XVI y XVII para la Corona Española. Durante la segunda parte del siglo XVII y a lo largo del siglo XVIII, las menciones al astrolabio en los tratados ya no son frecuentes; sino que se enfocan en otros instrumentos útiles para medir la altura de los astros, como la ballestilla y los cuadrantes, así como en los cálculos y correcciones necesarias para conocer la latitud. Ya en 1628 Antonio de Nájera, en *Navegación especulativa y práctica*, menciona “por ser el astrolabio un instrumento tan conocido y usado por los navegantes me parece escusado tratar su fábrica”, y pasa directamente a explicar cómo comprobar si está bien graduado y a demostrar su uso.

<sup>148</sup> Juan Escalante de Mendoza, *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*, transcripción de Martín Fernández de Navarrete en 1791, Libro III, 1575, ff. 247v-248.

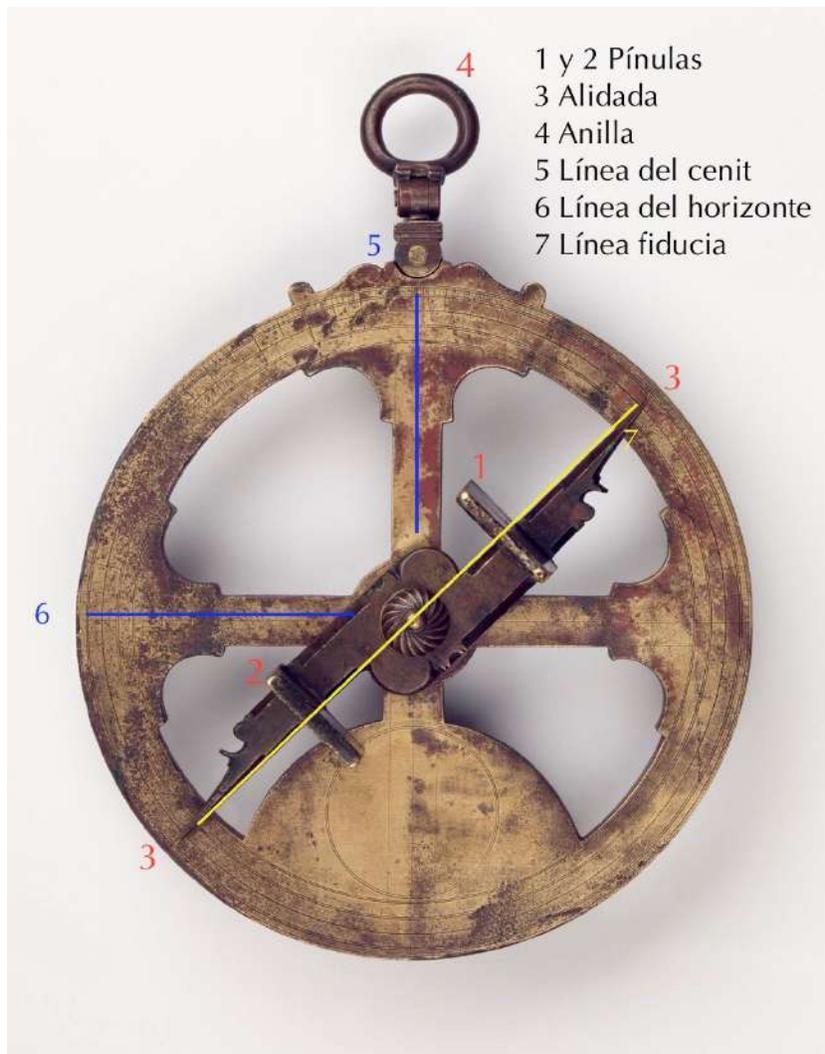


Fig. 11 Astrolabio náutico, latón, 17 x 178 mm, peso: 2550 g., c. 1588, National Maritime Museum, Greenwich, Londres.  
<https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/42234.html>

Generalmente los astrolabios estaban hechos de cobre o latón, ya que debían ser pesados para que les afectara poco el movimiento del barco al tomar la altura; aunque Alonso de Chaves y Rodrigo de Zamorano mencionan que también podían ser de madera. En las indicaciones que se

dan en los tratados para fabricarlos,<sup>149</sup> se señala que se debía elegir una plancha, del material seleccionado, que fuera plana y que tuviera el mismo grosor en todas sus partes, si esto no era así debía alisarse. Sobre ella se debía marcar la forma del astrolabio y después cortarla, es decir un círculo, que generalmente medía un palmo de diámetro, con un pequeño saliente en lo que posteriormente sería la parte superior del astrolabio y de donde se sujetaría con una anilla. Una vez con la estructura principal lista, debían marcarse otros dos círculos concéntricos al interior, así como dos líneas perpendiculares que se cruzaban justo al centro y dividían al instrumento en cuatro cuartos. Una de las líneas debía partir de la parte superior, exactamente de donde se había marcado el punto donde se colocaría la anilla, y representaría el cenit, mientras su perpendicular simbolizaba el horizonte [fig. 11].

El espacio que quedaba entre los dos círculos concéntricos del cuarto superior izquierdo debía dividirse en 90 partes iguales, y poner números de cinco en cinco, siendo el cero la línea del horizonte y el 90 la línea del cenit.<sup>150</sup> Después debía colocarse la anilla y, en el mismo hoyo donde se introdujo, atar el cabo de una cuerda que en su otro extremo tuviera un plomo. Para comprobar que el astrolabio tuviera el mismo peso en todas sus partes y estuviera bien marcado, se sujetaba de la anilla dejando caer un plomo, si la cuerda pasaba justamente por la línea del cenit entonces estaba equilibrado, si no debía alistarse por la parte de atrás hasta que fuera igual en todas sus partes y tuviera el mismo peso. Por último, se hacía un agujero justo en el cruce del horizonte y el cenit para colocar la alidada, la cual era una regla que tenía como longitud lo mismo que el diámetro del astrolabio, tenía una pínula en cada una de sus puntas y estaba marcada al centro por una línea, llamada *línea fiducia*, la cual se debía tomar como referencia, o puntero, al momento de determinar qué grado es el que estaba señalando la alidada. Cada pínula

---

<sup>149</sup> Información sobre la composición, diseño y uso de los astrolabios náuticos a partir de: Alonso de Chaves, *Quatri Partitu en cosmographia practica y por otro nombre llamado espejo de navegantes*, tratado segundo, capítulo tercero, c. 1528, ff. 16v-18v. Martín Cortés, *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar*, capítulo VII, estudio de Mariano Cuesta Domingo, Madrid, Editorial Naval - Museo Naval, 1990, ff. LXXVv-LXXVIII. Rodrigo de Zamorano, *Compendio de la arte de navegar*, segunda parte, capítulo I, Sevilla, impreso en casa de Ioan León, 1581, ff. 12v-14. Diego García de Palacio, *Instrucción náutica*, primer libro, capítulo cuarto, México, impreso en casa de Pedro Ocharte, 1587, ff. 25-26. Andrés García de Céspedes, *Regimiento de navegación*, capítulo XXVI, ca. 1606, ff. 67-68v. Antonio de Nájera, *Navegación especulativa y práctica*, primera parte, capítulo 3, Lisboa, 1628, ff. 25-25v.

<sup>150</sup> O de manera inversa en el caso de los portugueses, quienes comenzaban la cuenta en el cenit y concluían con los 90° en el horizonte.

tenía justo en el centro un agujero grande por el cual debían pasar los rayos del sol y, sobre estos, un hoyo pequeño, que servía para observar alguna estrella.

Una vez sujeta la alidada, el astrolabio estaba listo, en él no se colocaba el mapa del cielo, ni las estrellas o calendarios, ni ningún otro dato más que la graduación en grados para medir la altura. A bordo, el piloto era el encargado del uso del astrolabio. Durante el día, la altura del Sol debía tomarse justo al mediodía, los tratadistas recomendaban estar unos minutos antes aguardando a que el Sol llegara a su altura máxima, cuando esto sucedía debían anotar la altura en grados y realizar las operaciones correspondientes para determinar en qué latitud se encontraban; a diferencia de los astrolabios astronómicos, para los cuales era necesario conocer previamente en qué latitud se encontraba el observador, para poder usar el *tímpano* adecuado.

Los astrolabios náuticos fueron comúnmente usados hasta finales del siglo XVII. Durante el tiempo que fueron útiles, se emplearon simultáneamente con otros instrumentos que permitían medir la altura de los astros, como los cuadrantes.<sup>151</sup> Estos últimos fueron usados en astronomía desde el siglo XIII, aunque su primer uso en la navegación data de mediados del siglo XV. Inicialmente se usaban para medir la altura de la estrella Polar y estaban graduados para determinadas características costeras, en vez de grados, pero a finales del siglo XV, cuando aparecieron las primeras tablas solares de declinación, comenzaron a graduarlos en grados.

Su estructura principal era una cuarta parte del astrolabio y estaba graduado de manera similar. Había diferentes formas de usarlo dependiendo de su construcción, lo más común era que la parte superior correspondiera a la intersección de la línea del horizonte y del cenit (los dos radios) y no requería de una alidada; sus pínulas, a través de las cuales se observaba, se encontraban fijas en uno de sus radios. El observador debía sujetar al cuadrante con la intersección de los radios en la parte superior y moverlo hasta que la luz del sol pasara por ambas pínulas o pudiera observar alguna otra estrella a través de los hoyos de las pínulas. Cuando esto sucediera, debía fijarse por qué grado caía la cuerda que estaba sujeta en la intersección de sus dos líneas verticales. Otros, como el descrito por Antonio de Nájera en *Navegación especulativa*

---

<sup>151</sup> Información sobre la composición, diseño y uso de los cuadrantes a partir de: Alonso de Chaves, *Quatri Partitu en cosmographia practica y por otro nombre llamado espejo de navegantes*, tratado segundo, capítulo cuarto, c. 1528, ff. 19-21. Diego García de Palacio, *Instrucción náutica*, primer libro, capítulo tercero, México, impreso en casa de Pedro Ocharte, 1587, ff. 24-25. Antonio de Nájera, *Navegación especulativa y práctica*, primera parte, capítulo tercero, Lisboa, 1628, ff. 65v-66v.

y *práctica* (1628), sí requerían de un *mostrador* (regla similar a la *alidada*) y una *diotra* (en donde se colocaban las *pínulas*); en este tipo de cuadrantes lo que se movía era el *mostrador* y la *diotra* (como sucedía con la *alidada* de los astrolabios) en vez de todo el instrumento.

Después, este número en grados debía convertirse en latitud de la misma manera como se hacía con el astrolabio. También de forma similar, los más sencillos usados para navegar sólo permitían conocer la altitud de algún astro en grados; sin embargo, algunos más elaborados tuvieron diferentes aplicaciones en diferentes disciplinas matemáticas como astronomía, construcción de relojes solares, artillería, dibujo y horología,<sup>152</sup> es decir que también podían servir como relojes, aunque no fueron empleados de esta manera en el mar.

Dado que los astrolabios náuticos no podían servir como relojes diurnos ni nocturnos debido a la ausencia del mapa del cielo (de una latitud determinada) y de la representación de los astros, en los tratados náuticos se describen otros métodos e instrumentos que sí fueron comúnmente utilizados para conocer la hora del lugar que se estaba navegando.

#### 2.1.2 Observación de las Guardas:

El empleo de las Guardas como un reloj, fue un método generalmente conocido desde el siglo XV y probablemente su uso fue generalizado a lo largo de todo el siglo XVI pues lo mencionan algunos autores representativos como Pedro de Medina en el *Arte de navegar* (1545) y en su *Regimiento de navegación* (1552), Juan Escalante de Mendoza en su *Itinerario de navegación* (1575) y Rodrigo de Zamorano en su *Compendio del arte de navegar* (1588). Además, en 1587, Diego García de Palacio precisó algunos detalles sobre esta técnica en *Instrucción náutica*,<sup>153</sup> pues consideró que la forma de contar las horas a partir de las Guardas estaba equivocada por más de un tercio de hora.

Las Guardas son dos estrellas de la Osa Menor, llamadas Kochab y Pherkad, la primera de ellas nombrada *orologial* por Pedro de Medina. Durante la noche, estas estrellas parecen girar en el sentido opuesto a las manecillas del reloj, tomando como eje a la estrella Polar. Medina consideraba este conocimiento muy oportuno y destacó la importancia de conocer la hora,

---

<sup>152</sup> Nicolàs de Hilster, *op. cit.*, p. 118.

<sup>153</sup> Diego García de Palacio, *Instrucción náutica*, primer libro, capítulo VII, México, impreso en casa de Pedro Ocharte, 1587, ff. 40v-42v.

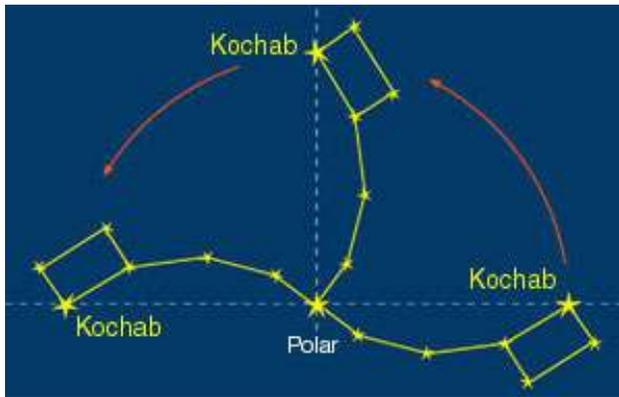


Fig. 12 Esquema que muestra el movimiento de las Guardas

<http://museovirtual.csic.es/salas/universo/astro6.htm>

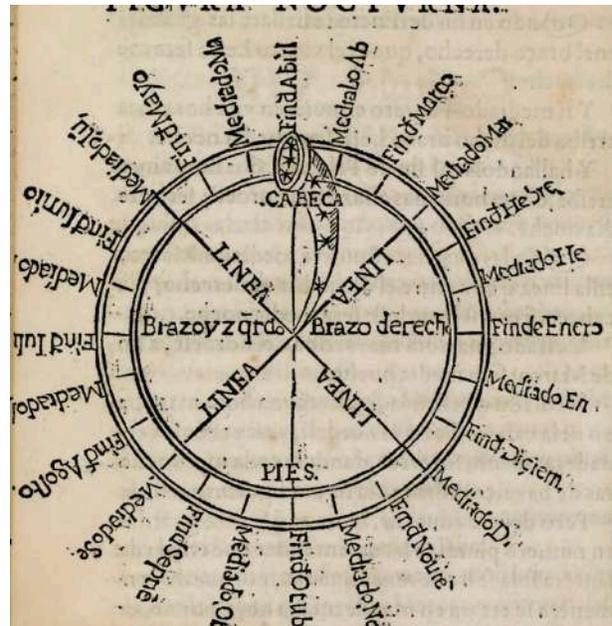


Fig. 13 Esquema en dónde se indica cuál será la ubicación de la Kochab a la media noche a lo largo del año.

Diego García de Palacio, Instrucción náutica, Capítulo VII Primer libro, 1587, f. 42 v

además de poner énfasis en dos de los problemas que representaba el uso de las ampolletas –su poca exactitud debido al movimiento de las embarcaciones y la necesidad de que alguien las estuviera vigilando todo el tiempo–.

Provecho grande y aviso muy bueno es para el que navega saber qué hora es de la noche, donde quiera que estuviere, lo cual por el ampolleta no puede todas veces saber, porque el ampolleta muchas veces se para y otras se duerme el que la vela, por tanto he puesto aquí regla y aviso que sirva por reloj de tal manera que en todo tiempo del año en cualquier lugar que el hombre esté, viendo el estrella del Norte y las guardas sepa qué hora es de la noche.<sup>154</sup>

<sup>154</sup> Pedro de Medina, “Notable Sexto. Del reloj del norte”, *Regimiento de Navegación*, Sevilla, 1552, f. s/n. <https://catedranaval.files.wordpress.com/2014/09/medina1.pdf> Consultado el 10 de junio de 2021.

Para leer el aparente movimiento de las Guardas,<sup>155</sup> como si fuera un reloj, una persona debía situarse de frente al norte e imaginar en la Osa Menor a una persona de pie con los brazos abiertos (como una cruz) y con la estrella Polar en el centro; de su cabeza a su brazo izquierdo se contaban seis horas, de este a sus piernas otras seis, de sus piernas a su brazo derecho seis horas más y de su brazo derecho a la cabeza las últimas seis horas, que sumaban un total de 24 horas, ya que las Guardas –aunque sólo visibles durante la noche– pasaban por todas las posiciones en ese tiempo.

Una vez ubicado de esta manera, debía tomarse en cuenta que, dependiendo del mes, y si se estaba a principios o a finales del mismo, las Guardas marcarían la media noche en diferentes posiciones, aunque sólo debe tomarse en cuenta a la Kochab como “puntero de la manecilla”. A partir del conocimiento de qué posición de las Guardas indicaba la media noche en fechas específicas, se podía usar el movimiento aparente como manecillas móviles en el eje de la Polar.

García de Palacio incluye un esquema que resume las reglas de las posiciones de las guardas dependiendo del mes. En él se indica que a finales de abril las Guardas se encuentran a la media noche justo sobre la cabeza de la persona; a mediados de mayo, la media noche será cuando las Guardas se hayan recorrido una hora, es decir “avanzado” hacia la izquierda (la primera de las seis divisiones imaginarias entre la cabeza y el brazo izquierdo); a finales de mayo, las guardas a la media noche estarán dos horas después de la cabeza; y así sucesivamente [figs. 12 y 13].

Con este método, un navegante experimentado podía saber la hora en cualquier momento de la noche. Por ejemplo, si a finales de abril la Kochab se encontraba dos horas a la derecha de la cabeza, serían las 10 de la noche, y que una hora a la izquierda de la cabeza la Kochab señalaba la 1 de la madrugada.

---

<sup>155</sup> Explicación de la forma de usar las Guardas para conocer la hora durante la noche a partir de: Pedro de Medina, *Arte de navegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y avisos que a la buena navegación son necesarios*, Libro V, Capítulo X, Valladolid, en casa de Francisco Fernandez de Córdoba, 1545, ff. 77-78. Pedro de Medina, *Regimiento de Navegación*, Notable sexto, Sevilla, 1552, fs. s/n. Diego García de Palacio, *Instrucción náutica*, primer libro, capítulo tercero, México, impreso en casa de Pedro Ocharte, 1587, ff. 40v-42v. Andrés García de Céspedes, *Regimiento de Navegación*, capítulo XXI, c. 1606, ff. 55.

### 2.1.3 Nocturlabio:

El nocturlabio es un instrumento que en el siglo XVI se comenzó a usar en la navegación<sup>156</sup> para hacer más precisa la determinación de la hora a partir del conocimiento de la constante rotación de las Guardas durante la noche. El nocturlabio fue descrito en 1551 en el *Breve compendio de la Esfera* de Martín Cortés de Albacar, en 1575 en *La Cosmographia* de Pedro Apiano, en *Instruction nouvelle des poincts plus excellents et nécessaires, touchant l'art de naviguer*<sup>157</sup> [sic.] de Michel Coignet, publicado en 1581, y en el *Regimiento de Navegación* de Andrés García de Céspedes (c. 1606), entre otros.

Este instrumento, de madera o metal, consistía en un disco principal con diferentes círculos concéntricos marcados, cada uno de ellos proporcionaba información diferente. El primero se dividía en doce partes que representaban los meses del año. En algunas ocasiones también se realizaban algunas subdivisiones con los días (en grupos de diez) y los signos zodiacales que correspondían a cada mes. Otro de los círculos estaba dividido en cuatro cuartas, para indicar los cuatro puntos cardinales.

Sobre el disco principal, se colocaba un disco dentado con las 24 horas del día; generalmente el número doce tenía un diente diferente para destacar la media noche. Por último, se colocaba el índice, una “regla” con su origen en el centro del instrumento, cuya longitud era mayor al radio del nocturlabio. Todas las piezas tenían un pequeño agujero en el centro, por donde se observaría la Polar, y tanto el disco de las horas como el índice podían girar libremente.

Para calcular la hora local, el encargado tenía que girar el círculo de las horas, hasta que el diente de la media noche coincidiera con la fecha correspondiente, como se explicó en el apartado anterior. En el caso de la descripción de Andrés García de Céspedes –quien hace una corrección a lo explicado años anteriores por Pedro de Medina y García de Palacio–<sup>158</sup> las doce

---

<sup>156</sup> Aunque su invento se atribuye al beato mallorquín Raimundo Lulio, pues lo describe en *Opera Omnia* (c. 1272) y lo llama “astrolabii nocturni” o “sphaera horarum noctis”. Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *Catálogo de instrumentos náuticos y científicos del museo naval*, España, Ministerio de Defensa, Museo Naval de Madrid, 1996, p. 121.

<sup>157</sup> *Nueva instrucción de los puntos más excelentes y necesarios, en lo tocante al arte de navegar*.

<sup>158</sup> Para Pedro de Medina (1545 y 1552) la media noche se encontraría en la parte superior a mediados de abril, para García de Palacio (1587) a finales de abril y para García de Céspedes el 6 de mayo. Pedro de Medina, *Arte de navegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y avisos que a la buena navegación son necesarios*, Valladolid, en casa de Francisco Fernandez de Córdoba, 1545, f. 77v. Pedro de Medina, *op. cit.*, Notable sexto, fs. s/n. Diego Garcia de Palacio, *op. cit.*, f. 40v. Andrés García de Céspedes, *Regimiento de Navegación*, c. 1606, f. 55v.

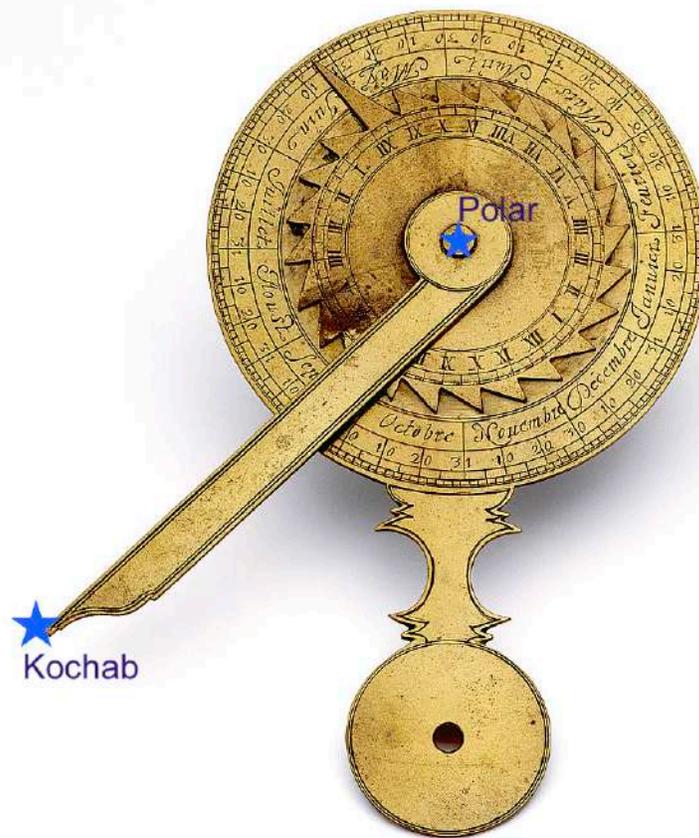


Fig. 14 Nocturlabio con marcas en donde se debían observar la Polar y la Kochab. El diente de la medianoche señala los primeros días de junio y el índice se encuentra entre las 6 y las 7 horas. Nocturlabio francés, latón, 5 x 145 x 85 mm, c. 1700, National Maritime Museum, Greenwich, Londres, Caird Collection. <https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10285.html>

de la noche estarían en la cabeza o parte superior del instrumento el seis de mayo, a partir de esta fecha se haría la cuenta de la misma manera ya conocida, seis horas por cada cuarta y la posición de la Kochab a la medianoche variaría una hora dos veces al mes.

Una vez que el nocturlabio estaba ajustado a la época del año en que se estaba calculando la hora, el observador debía situarse de frente al norte y sujetar el nocturlabio por la anilla superior –de manera similar a como se hacía con el astrolabio– o tomarlo por su mango en la parte inferior. Debía mirar por el agujero al centro del instrumento y localizar la estrella polar. Una vez ubicada, sin mover los círculos, tenía que girar el índice, hasta que su punta señalara la Kochab. De esta manera, el índice pasaría por la hora local en el disco menor [fig. 14].

También se llegaron a fabricar nocturlabios que permitían conocer la hora con las estrellas de la Osa Mayor y algunos destinados a ser usados en el hemisferio sur funcionaban a partir de la observación de la Cruz del Sur. Además, el principio que regía a este instrumento no fue solamente conocido por los navegantes occidentales, sino que, en China, desde el 1000 a.C. (ca.) se usaba un dispositivo similar llamado siun-ki, nombrado por algunos autores actuales como *instrumento de los cuatro desplazamientos*.<sup>159</sup>

#### 2.1.4 Relojes solares:

Aunque los relojes solares, o gnómones, tuvieron poca aplicación en la navegación, algunos tratados náuticos los describen. Entre los tratadistas náuticos que proponen el uso de un reloj solar universal<sup>160</sup> se encuentran Alonso de Chaves en el *Quatri Partitu* (c. 1528) y Martín Cortés de Albacar en el *Breve compendio de la Esfera* (1551); este último además explica cómo hacer un reloj solar horizontal y uno vertical. Por su parte, Rodrigo de Zamorano (1588) describe un reloj que, si bien no requiere la sombra que proyecta el Sol en el instrumento para conocer la hora, sí es necesario tomar la altura del Sol para después calcular la hora.<sup>161</sup>

Su aplicación en la navegación recibió algunas críticas, por ejemplo, Juan Escalante de Mendoza los consideraba inútiles al navegar debido al movimiento de las embarcaciones:

Los que no alcanzan ni entienden por experiencia los secretos y movimientos del mar y balances y desasosiegos de la nao y de toda criatura que en ella navega pretenden usar en muchos relojes como son los de Sol cebados con la piedra imán.

Los cuales aún en la tierra no son bien ciertos, cuanto menos lo serán en el mar, porque por la misma causa que varía la aguja de marear varían ellos.

Otros pretenden usar de relojes de sombra y de cuadrante y de otros géneros, y diferencias de instrumentos por los cuales no saben de ir ni entienden estando en el mar la ora que es. Porque para ser cierto cualquier reloj de Sol y sombra es precisamente necesario que esté siempre señalado un mismo punto, lo cual en el

---

<sup>159</sup> Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *op. cit.*, pp. 122-123.

<sup>160</sup> Aunque fueron más populares en los siglos XVII y XVIII.

<sup>161</sup> Además, existieron otros tipos, como las *navículas*, relojes solares portátiles con forma de embarcación, empleados en las navegaciones de los mares septentrionales de Europa. Frédérique Laget, “Mesurer l’espace et le temps en mer à la fin du Moyen Âge” en Société des Historiens Médiévistes de l’Enseignement Supérieur Public (dir.), *Mesure et histoire médiévale. XLIII<sup>e</sup> Congrès de la SHMESP (Tours, 13 mai. 2 juin 2012)*, Paris, Éditions de la Sorbonne, 2013, version electrónica párrafo 8. <https://books.openedition.org/psorbonne/28628> Consultado el 27 de mayo de 2021.

mar es imposible, si la nao no está varada en tierra, porque estando en flote por fuerza ha de tener algún movimiento.<sup>162</sup>

Su crítica incluso se intensifica respecto a quienes inventan y esperan que se usen relojes solares –o cualquier otro instrumento para medir la hora en el mar– sin haber siquiera navegado:

Y así se engañan todos los que por falta de experiencia de haber navegado y cursado el mar pretenden reformar los instrumentos de la navegación, y dar e inventar otros nuevos exquisitos, que aún ellos mismos no los sabrían usar si en la tierra los metiesen en un carro de cuatro mulas y las dejasen ir por un pedregal abajo.<sup>163</sup>

La imprecisión de estos instrumentos no impidió que fueran usados al navegar. Por ejemplo, en un viaje realizado de Lisboa a Goa en 1538 con João de Castro como capitán, se puso a prueba un nuevo instrumento llamado “el instrumento de las sombras” –diseñado por Pedro Nuñez, cosmógrafo mayor del rey– que servía para determinar la latitud en horas extra meridianas a partir de la altura del Sol y de la variación de la aguja. Para comprobar la eficacia del nuevo instrumento se tomaba la altura del Sol también con otros instrumentos, para después comparar los resultados; en este proceso se utilizaron relojes solares para saber a qué hora se estaba realizando la medición. Además, en el mismo viaje, se intentó determinar la longitud a partir del ya conocido proceso de la observación de un eclipse desde dos puntos distantes, para ello se cronometró el fenómeno con dos relojes de arena y un reloj solar, aunque finalmente ninguno de los instrumentos midió el mismo tiempo.<sup>164</sup>

Existieron diversos tipos de relojes solares, pero todos compartían la necesidad de ser orientados en dirección Norte-Sur y de estar ajustados a la latitud en que se encontraban; ya que, en latitudes diferentes, la declinación del Sol y las sombras que proyecta en el instrumento para indicar la hora, serán diferentes. Algunas de las variantes son las ya mencionadas universales, verticales y horizontales.<sup>165</sup>

---

<sup>162</sup> Juan Escalante de Mendoza, *op. cit.*, f. 248.

<sup>163</sup> *Ibid.*, f. 248v.

<sup>164</sup> Leonardo Ariel Carrió Cataldi, “Mesurer le temps en mer: instruments, voyages et échelles des mondes ibériques au XVI<sup>e</sup> siècle”, en *Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines*, núm. 4, 2016, pp. 235-247.

<sup>165</sup> Estos tres tipos de relojes solares fueron descritos en: Alonso de Chaves, *Quatri Partitu en cosmographia practica y por otro nombre llamado espejo de navegantes*, libro segundo, tratado primero, capítulo cuatro c. 1528, ff. 35-35v. Martín Cortés Albácar, *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar*, estudio de Mariano Cuesta Domingo, Madrid, Editorial Naval - Museo Naval, 1990, ff. XLVI-L. Rodrigo Zamorano, *Compendio de la arte de navegar*, capítulo treinta y cuatro, Sevilla, impreso en casa de Ioan León, 1581, ff. 56-58.

Los relojes verticales y horizontales generalmente sólo son útiles para una latitud específica, los primeros se encuentran principalmente fijos en las paredes de algunos edificios; en cambio los horizontales pueden ser fijos o portátiles de tamaño reducido, estos muchas veces contenían una brújula para orientarlos en la dirección correcta. Las marcas de las horas en ambos no contienen exactamente el mismo espacio entre cada una de ellas, sino que dependen de algunos cálculos que se hacen a partir de la altura del polo (latitud) del lugar en el que son útiles. Así, se proyecta el reflejo de un círculo con divisiones exactamente iguales que representan las horas –cuyo tamaño y ángulos de las divisiones dependen de la altura del Polo–, sobre otro círculo, en donde los ángulos de cada una de las líneas que representan las horas variarán como consecuencia del reflejo.

Por su parte en los relojes solares universales las 24 horas sí estaban divididas en partes iguales alrededor de la circunferencia del instrumento. Pero antes de ser usados debían colocarse en la inclinación correcta dependiendo de la latitud, cuyos grados estaban representados en un aro exterior independiente, que permitía al disco principal (con las horas marcadas) girar libremente en su circunferencia para poder ser ajustado. Fueron más empleados en la navegación ya que servían en cualquier paralelo; sin embargo, para usarlos, primero debía conocerse la latitud cuyo método para calcularla –aunque era bien conocido– no era sencillo de realizar. Como consecuencia de esta necesidad, se llegó a construir relojes solares universales que además permitían tomar la altura del sol, pero lo más frecuente era que sólo pudieran marcar la hora.<sup>166</sup>

Otro de los problemas que representaba el uso de los cuadrantes solares, como lo señaló Juan Escalante de Mendoza, es que debían estar orientados Norte-Sur y debido al movimiento de la embarcación esto no podía ser exacto; además de que se debía tomar en cuenta la variación del nordestear y noroestear de la aguja.<sup>167</sup> A ello se suma que sólo funcionaban con la luz solar, por lo que durante el mal tiempo y en la noche no eran útiles.

---

<sup>166</sup> Salvador García Franco, María del Carmen López Calderón, *op. cit.*, p. 111.

<sup>167</sup> La aguja de marear varía hacia el el nordeste o noroeste dependiendo del lugar en donde se encuentre, ya que “la aguja de marear no indica el norte geográfico; el ángulo formado por el meridiano magnético y el meridiano geográfico en un punto de la superficie terrestre es designado hoy como declinación magnética (el resguardo), y esta no tiene el mismo valor en todos los lugares y presenta variaciones”. María Isabel Vicente Maroto, “El arte de la navegación en el Siglo de Oro”, en Jesús Ramón Victoria Meizoso (dir.), *Cátedra Jorge Juan. Ciclo de conferencias. Curso 2000-2001*, Ferrol, Universidade da Coruña, 2003, p. 218.

Como se ha observado hasta ahora, ninguno de los instrumentos anteriormente descritos era capaz de proporcionar información exacta sobre la hora; en la mayoría de los casos era necesario realizar una serie de operaciones o ajustes a los dispositivos para poder leerlos de manera adecuada; y ninguno de ellos podía ser empleado cada vez que el usuario lo deseara, sino que estaban condicionados por la luz solar o la visibilidad de algunos astros. Además, todos requerían que quien los manejara tuviera conocimientos, aunque fueran básicos, sobre astronomía y, en algunas situaciones, sobre aritmética. Todos estos impedimentos llevaron a los hombres de mar a usar más de un método para ubicarse temporalmente al navegar, por ello todos estos instrumentos, junto con las ampolletas, fueron usados de manera simultánea en las navegaciones.

También se percibe que las descripciones de ellos son más comunes en los tratados del siglo XVI, comenzaron a mermar en el siglo XVII y ya para el XVIII son más escasas. Probablemente esto se deba a que la naturaleza de los tratados de náutica fue enseñar y guiar a los navegantes en un modo de navegación antes desconocido, una vez que el uso de estos instrumentos, así como las navegaciones en altamar, se volvieron habituales dejó de ser necesario describirlos y explicar con detalle su modo de empleo, dando paso a textos más técnicos que buscaban soluciones a los problemas de la navegación desde la astronomía y matemáticas.

## 2.2 Obras sobre el uso de las ampolletas en el mar

A pesar de la simpleza de las ampolletas, existen algunos textos que dan consejos sobre su uso, incluso algunos las consideran como los instrumentos más importantes para medir el tiempo al navegar, o como los únicos certeros; otros buscaban maneras de solucionar los problemas que causan su inexactitud, estos últimos muestran la incesante búsqueda de un reloj que no se alterara en los navíos y la relevancia que tuvieron las ampolletas como instrumentos de medición del tiempo corto de las maniobras y de la vida cotidiana hasta el siglo XVIII.

Hasta el momento sólo se han identificado dos tratados sobre el arte de navegar que dedican un apartado específico a la construcción y uso de las ampolletas. El primero de ellos fue

el *Espejo de Navegantes*, también conocido como *Quatri partitu en cosmografía práctica*, en donde Alonso de Chaves (Trujillo 1493-Sevilla 1587), explicó brevemente la forma de construir un reloj de arena y cómo usarlo.

Chaves fue un navegante y cosmógrafo de la Casa de Contratación de Sevilla, en 1528 fue nombrado encargado de examinar a los pilotos y las cartas e instrumentos de la Casa, además de que se le otorgó el título de Cosmógrafo Real. En 1529 fue nombrado parte de la Junta encargada de la compilación del Padrón Real. A partir de 1533 tras la muerte del cosmógrafo Diego Rivero, fue el único encargado de enseñar y examinar las cartas e instrumentos de los pilotos. En 1552 fue nombrado Piloto Mayor (1552-1586) y tomó la Cátedra de Cosmografía de la Casa de Contratación de Sevilla.<sup>168</sup>

El *Espejo de Navegantes* fue redactado probablemente entre finales de la década de los veinte o durante los treinta del siglo XVI, y sólo fue editado y publicado hasta 1894 por el navegante e historiador Cesáreo Fernández Duro. La obra se divide en cuatro libros, a su vez el primer libro se divide en dos tratados: el primero sobre el calendario y el segundo sobre los instrumentos empleados en la navegación, entre los cuales menciona la aguja de marear, la carta de marear, el astrolabio, cuadrante, ballestilla, sonda, la ampolleta y la escala altímetra.

Sobre el reloj de arena afirmó que:

[...] no es pequeño su provecho, porque nos muestra la hora del día y de la noche en todo tiempo y lugar aunque sea en tiempo tempestuoso lo cual es cosa muy necesaria y de mucho provecho en la navegación no sólo para saber las horas del tiempo que es o ha pasado más también para medir el tiempo de las singladuras y derrotas que son necesarias hacerse en la navegación y para repartir el tiempo de las velas a la gente para la guardia de la noche que se hace.<sup>169</sup>

Es decir, señaló que las ampolletas sirven para medir el tiempo científico o técnico necesario para navegar y el tiempo para organizar el trabajo y la vida a bordo, el tiempo de la vida cotidiana.

En cuanto a su fabricación, no dio detalles. Se limitó a mencionar que es la unión de dos vasos de vidrio por su boca, en los cuales hay arena, que al pasar de un vaso a otro miden una

---

<sup>168</sup> Ursula Lamb, “The Quatri Partitu en Cosmographia by Alonso de Chaves an interpretation”, Separata de la *Revista de la Universidad de Coimbra*, Portugal, vol. XXIV, 1969, p. 4.

<sup>169</sup> Alonso de Chaves, *Quatri Partitu*, tratado segundo, capítulo séptimo, c. 1528, f. 22v.

unidad de tiempo, generalmente una hora. Lo considera como un instrumento “breve de entender”, la única complicación que tiene es que cuando se quiera *igualar* –es decir, indicar la hora como lo haría cualquier reloj– será necesario tener otro reloj que indique el inicio de la hora en la cual debe comenzar a pasar la arena, una vez que haya comenzado lo único que se debe hacer es darle la vuelta cada vez que la arena haya terminado de pasar al vaso inferior. No obstante, si lo único que se quiere es “contar o repartir el tiempo” entonces no se necesita de otro instrumento.<sup>170</sup> Con esto último, Alonso de Chaves, parece indicar que las ampolletas se llegaron a usar para conocer la hora local o, probablemente, llevarla en conserva, aunque fuera por cortos periodos de tiempo.

El segundo de estos tratados fue el *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales* (1575) de Juan Escalante de Mendoza (Asturias, c. 1545 – 1596), quien fue un capitán de marina, gobernador de Honduras y general en la Armada española. Muy joven se trasladó a Sevilla, a casa de su tío, el capitán Álvaro de Colombres, con quien comenzó a navegar en sus naos, y a la edad de 18 años él mismo ya capitaneaba sus propias embarcaciones de ida y vuelta a Honduras, en donde tuvo algunos encuentros con corsarios franceses. Entre 1559 y 1566 ayudó a explorar una nueva base para las expediciones españolas desde Portobelo, Panamá, hasta el cabo de Caballos, Honduras. A los 28 años (1573) fue nombrado gobernador de las provincias de Honduras por comisión de la Real Audiencia de Guatemala, gracias a sus propios méritos y a la influencia de su tío, capitán de marina, y de su suegro, juez de la Casa de Contratación. Como recompensa, se le concedió el título de regidor municipal de Sevilla y una renta de 500 ducados. En 1595 fue nombrado almirante de la flota de la Nueva España y falleció un año más tarde.<sup>171</sup>

El *Itinerario de navegación* quedó manuscrito en su época, pero después de presentarlo ante el Consejo de Indias se realizaron algunas copias manuscritas que aún se conservan en la actualidad.<sup>172</sup> El texto se divide en tres libros, el primero de ellos se titula *La navegación del Río de Sevilla desde el puerto de ella hasta el de Sanlúcar de Barrameda, y de la embarcación y*

---

<sup>170</sup> *Ibid.*, f. 23.

<sup>171</sup> Miguel Héctor Fernández-Carrión, “Juan Escalante de Mendoza”, en *Real Academia de la Historia* (sitio Web), consultado el 24 de junio de 2021, <http://dbe.rah.es/biografias/16035/juan-de-escalante-de-mendoza>

<sup>172</sup> *Id.*

*salida del mismo puerto y barra de Sanlúcar hasta comenzar a navegar por el mar Occidental con los apercebimientos y cosas que se requieren para bien navegar; el segundo, Trata de la navegación que se debe hacer desde la salida del puerto y barra de Sanlúcar hasta llegar a los puertos de las tierras occidentales, con todos los requisitos que para ello se han de advertir y noticias que se han de hacer; y el último, Trata la navegación que se debe hacer de venida de los dichos puertos, y tierras occidentales hasta volver y llegar al mismo puerto del Río de Sevilla.*

A lo largo de estos tres libros, un personaje llamado Tristán realiza preguntas al piloto acerca de la navegación que se va a realizando. Esta forma de estructurar su obra no era extraña, el diálogo fue un género literario originario de la tradición clásica griega y latina, en la Edad Media se usó como recurso retórico y durante el Renacimiento se retomó y revitalizó la concepción que los clásicos tenían del género.<sup>173</sup> De esta manera, Escalante de Mendoza brinda toda la información necesaria sobre el arte de navegar. En el tercer libro se encuentra el “Diálogo que trata de los relojes que más ordinariamente se usan y deben usar navegando por el mar”, en donde Escalante menciona que en la navegación “el primero y más necesario, continuo y ordinario reloj es el de la ampollita de arena, el cual sirve para saber el espacio de una hora, media o cuarta porque para este efecto se deben llevar en una nao diferentes ampollitas de horas y medias y de cuartas”.<sup>174</sup> El autor explica las ventajas que tiene su empleo tanto en la técnica de navegación como en la organización del trabajo a bordo:

Por la ampollita se deben regir los navegantes para saber desde un punto señalado, el espacio del tiempo que corre, como si dijésemos desde el punto del mediodía quiero saber cuantas horas hay hasta que se pone el Sol, o desde que se pone hasta que salga, o desde que sale hasta el mediodía.

Y también por la ampollita se reparten y dividen las guardias y centinelas, y sabe cada uno el espacio del tiempo que es obligado a velar.<sup>175</sup>

También menciona algunas características específicas que debe tener el instrumento para que sea más preciso, como estar hecho de vidrios muy claros; el agujero por donde pasa la arena debe ser muy redondo y no tan pequeño; la arena debe ser muy limpia, de tamaño uniforme y sin humedad. Además, al fabricarlo debe ser cotejado con “relojes de la tierra” muy puntuales, y

---

<sup>173</sup> Flor Trejo Rivera, *El libro y los saberes prácticos: Instrucción náutica de Diego García de Palacio (1587)*, tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, p. 77.

<sup>174</sup> Juan Escalante de Mendoza, *op. cit.*, f. 248v.

<sup>175</sup> *Ibid.*, f. 249.

debe conservarse alejado del agua y la humedad para que la arena corra adecuadamente y las horas sean siempre iguales.

Incluso aconseja no confiar demasiado en el uso que dan los pajes a la ampolleta cuando la medida del tiempo sea necesaria para aspectos técnicos de la navegación:

Y débese advertir que cuando al marinero le importará para algún efecto, como muy ordinario suele ser, verificar el espacio del tiempo que va corriendo no debe fiar el dicho reloj de la ampolleta, sino de sí mismo o de otra persona de quien tenga entera confianza porque de otra manera suele haber en ello engaño.

A causa de los muchachos y mozos que con el dormir se descuidan o con la gana del dejarla la sisan y defraudan.<sup>176</sup>

Las menciones sobre el modo de uso y las características de las ampolletas son muy breves en ambos textos, no obstante, los dos autores destacan sus ventajas, ya que este instrumento permitía observar y medir *el correr del tiempo* en cualquier momento, ya fuera de día o de noche. Aunque no dejan de lado sus inconvenientes, pues requerían que alguien estuviera atento de ellas durante todo el tiempo, un breve descuido o impertinencia podía causar la pérdida de la cuenta de varios minutos que terminarían por acumularse al final del día; además, no proporcionaban una medida exacta, ya que las condiciones climáticas, el movimiento de las embarcaciones y su propia construcción generaban errores, mas no hay que olvidar que los instrumentos descritos en el apartado anterior tampoco medían cantidades precisas.

La ausencia en los tratados náuticos puede deberse a su sencillez en el modo de uso, a diferencia de otros instrumentos, para usar un reloj de arena no era necesario tener conocimientos sobre astronomía ni matemáticas. Por otro lado, seguramente no eran dispositivos desconocidos para los hombres de mar, sino que eran objetos de uso cotidiano en tierra en diferentes entornos por lo que, aunque un marinero no dispusiera de uno propio en su seno familiar, seguramente había observado su uso en otros lugares, como la Iglesia.

A pesar de su omisión en la mayoría de los tratados del arte de navegar, existen otros textos relativos a la navegación que tratan de las ampolletas como el tema principal y buscan hacerlas más eficientes, como el caso de la publicación de Philippe de la Hire (1640-1718) en el *Journal des Savants*,<sup>177</sup> quien fue un reconocido matemático francés que realizó avances en el

---

<sup>176</sup> *Ibid.*, ff. 249-249v.

<sup>177</sup> *Revista de los sabios/estudiosos*.

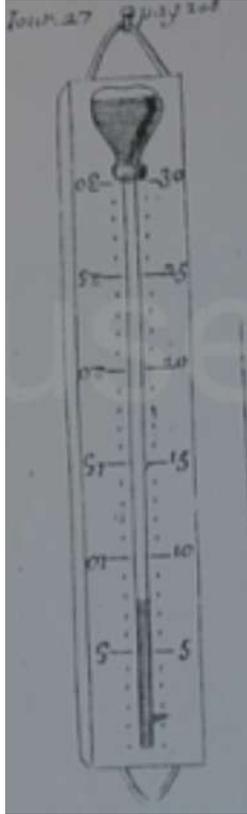


Fig. 15 Dibujo del diseño de Phillippe de la Hire. Usar un tubo delgado impide que se forme un montículo de arena y permite graduar la ampollita con precisión.

Philippe de la Hire, “Extrait d’une lettre de M. de la Hire de l’Académie Royal des Sciences, à l’auteur du Journal; contenant une nouvelle invention d’horloges à sable pour les voyages de mer”, en *Journal des Sçavants*, lunes 11 de septiembre de 1682, p. 208.

campo de la geometría, astronomía, geodesia, física y gnómica; hijo del pintor Laurent de la Hire, a cuya actividad también se dedicó en su juventud.<sup>178</sup>

En 1684 la revista científica *Journal des Sçavants*, publicó un extracto de una carta<sup>179</sup> de Philippe de la Hire dirigida al “autor” del *Journal*, en donde mencionó que en sus viajes realizados en las costas de Francia se dio cuenta de la gran necesidad que se tiene de relojes que marquen los minutos en el mar, ya sea para poder estimar el recorrido o para hacer algunas observaciones astronómicas. Además, dijo considerar que los relojes de péndulo son muy propios, pero en los viajes largos, y sobre todo los que se acercan a los trópicos, se oxidan en muy poco tiempo y se vuelven inservibles.

Por lo anterior investigó cómo hacer relojes de arena y propuso la fabricación de uno en particular. La ampollita que diseñó de la Hire reemplazaba una de las botellas por un tubo de

vidrio de unas 20 pulgadas de largo y en vez de colocarla dentro de una pequeña celda como se hacía regularmente, debía insertarse en un pedazo de madera, de forma que la mitad del tubo de la botella quedara cubierto por la tabla [fig. 15].

Cuando la arena descendía de la botella al tubo, se podía relacionar la altura en que se encontraba la arena con los minutos que habían transcurrido, para ello se debían colocar marcas

<sup>178</sup> René Taton, "La Première œuvre Géométrique De Philippe De La Hire", *Revue D'histoire Des Sciences Et De Leurs Applications*, vol. 6, no. 2, 1953, pp. 93-94 <https://www.jstor.org/stable/23903902>

<sup>179</sup> Philippe de la Hire, “Extrait d’une lettre de M. de la Hire de l’Académie Royal des Sciences, à l’auteur du Journal; contenant une nouvelle invention d’horloges à sable pour les voyages de mer”, en *Journal des Sçavants*, lunes 11 de septiembre de 1682, pp. 207-208.

en la base de madera, paralelas a uno de los costados del tubo. Toda la arena debía terminar de pasar de la botella al tubo en media hora y, una vez que esto sucedía, era necesario darle la vuelta para que la arena pasara ahora del tubo a la botella; en el otro costado del tubo también se marcaban los minutos, pero en esta ocasión mostrando el descenso de la arena en el tubo hacia la botella. Las marcas de los minutos debían ser comprobadas con ayuda de un péndulo y, por último, se debían colocar dos cordones en los extremos del instrumento para colgarlo, aunque también podía ser sujetado a un muro.

Otro de los textos sobre las ampollitas empleadas en la navegación data de 1725 y fue redactado por Daniel Bernoulli (1700-1782) quien fue un matemático suizo quien trabajó temas de estadística y probabilidad, de hidrodinámica, astronomía y física. Perteneció a una familia de destacados matemáticos, como su padre Jean Bernoulli (1667-1748) y su tío Jakob Bernoulli, quienes constantemente intercambiaron ideas con Leibniz. Sus hermanos, Nicolaus y Jean, también fueron matemáticos e, al igual que él, ganaron importantes reconocimientos con sus avances en las matemáticas y ciencias en el siglo XVIII; Daniel fue el más conocido de los tres, desarrolló diferentes conceptos, principios y teorías, y destacó por haber ganado el premio de la Real Academia Francesa de Ciencias diez veces.<sup>180</sup>

En 1725 *Le Prix de L'Académie Royale des Sciences*<sup>181</sup> de Francia le fue otorgado gracias a su texto titulado *Discours sur la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement des clepsidres ou sabliers*,<sup>182</sup> en donde, como su nombre lo indica, explicaba una manera de evitar que el movimiento de las embarcaciones corrompiera la estabilidad de las ampollitas.

En este artículo, Bernoulli explicó que para que las ampollitas conservaran su igualdad, necesitaban que sus partes internas (la arena) descansaran perfectamente y una continua posición vertical. Como esto no sucede al navegar, realizó diferentes experimentos en una mesa con movimiento e identificó que las ampollitas se retrasaban de uno a tres minutos. Por lo tanto,

---

<sup>180</sup> Howard Eves, "The Bernoulli family", en *The Mathematics Teacher*, vol. 59, n. 3, marzo 1966, p. 276-278. <https://www.jstor.org/stable/27957338>

<sup>181</sup> Premio de la Real Academia de Ciencias Francesa.

<sup>182</sup> Bernoulli, Daniel, *Discours sur la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement des clepsidres ou sabliers* [*Discurso de la manera más perfecta de conservar la igualdad en el movimiento de las clepsidras o ampollitas en el mar.*], Paris, chez Claude Jombert, 1725, 21 p.

propuso un método para impedir las sacudidas y mantener las ampolletas siempre en vertical, aún en las agitaciones más violentas. Aclaró que las ampolletas no eran propias para medir el tiempo con exactitud; sin embargo, las que proponía prometían más igualdad que las ordinarias y, por lo tanto, podían ser usadas en el mar.

Para el famoso matemático, el principal problema de las ampolletas que se utilizaban en la navegación era que regularmente se suspendían con un cordón, por lo que se movían junto con la embarcación. Aunque se había pensado en hacerlas más pesadas para mermar el movimiento, el autor no lo consideró como una solución, pues los pequeños golpes serían más fuertes y frecuentes. La verdadera solución se encontraba en tener las ampolletas de forma que los choques de las olas, que movían la embarcación, no se pudieran comunicar con ellas. Por lo tanto, propuso poner un sólido (una medalla) nadando en un líquido (idealmente mercurio) y sobre él colocar la ampolleta, sujeta de una percha en la parte superior; de esta manera los choques que llegaran al vaso que contenía el líquido, no podrían llegar hasta el cuerpo que nada libremente y sobre el cual reposa la ampolleta.

Por otro lado, también sugirió hacer un cambio en la construcción de las ampolletas ya que cuando estas se inclinan por el movimiento, el agujero por el que cae la arena de un vaso a otro deviene oblicuo,<sup>183</sup> mientras la caída de la arena permanece en vertical, por lo tanto, cae en menor cantidad de la que debería. Las ampolletas generalmente tenían en su cuello una hoja de latón con un agujero, el cual regulaba la cantidad de arena que caía; sugirió sustituir esta hoja o lámina por una separación en forma de cono para regular la caída de la arena, aunque la ampolleta se hubiera inclinado. Otra opción era sustituir la misma hoja por una división en forma de sombrero, con muchos agujeros para el paso de la arena, todos del mismo tamaño y con la misma distancia, la parte del “ala del sombrero” debía ser muy gruesa, mientras la copa sería muy delgada, de esta manera la arena siempre caería de forma estable.

Por último, Bernoulli, señaló la opción de utilizar una clepsidra, pero en vez de agua propuso usar mercurio, de esta manera, aunque el instrumento se inclinara, no era necesario modificar los agujeros. Para evitar que el agujero se tapara, simplemente se debía poner la misma

---

<sup>183</sup> “Dicho de un plano o de una línea que corta a otro plano u otra línea, formando un ángulo que no es recto”. RAE, s.v. “oblicuo”, consultado el 9 de junio de 2021. <https://dle.rae.es/oblicuo>

cantidad de mercurio en cada vaso antes de cerrarlo con el diafragma de hierro en el cuello de las botellas; de esta manera la distribución del aire sería igual y el mercurio podría pasar de un lado a otro libremente.

Asimismo, en 1747 *Le Prix de L'Académie Royale des Sciences* de Francia fue otorgado al texto titulado *La meilleure manière de trouver l'heure en mer, par observation, soit dans le jour, soir dans les crépuscules, et sur-tout la nuit, quand on ne voit pas l'horizon*,<sup>184</sup> del mismo autor. En dicho artículo se hicieron dos propuestas de instrumentos para calcular la hora, una ampolleta y un cuadrante solar universal.

En este trabajo, Bernoulli afirmó que los relojes de péndulo nunca podrían ser usados en el mar –debido a la agitación de las embarcaciones– y que los relojes mecánicos de bolsillo, aunque son menos sensibles a los movimientos, no eran lo suficientemente exactos; además necesitaban ser ajustados constantemente lo cual sólo se lograba comparándolos con otros relojes, cosa imposible en el mar. En ambos casos, muchas de sus piezas se alteraban debido a las condiciones del clima, lo que modificaba su precisión. Por lo anterior concluyó que sería más fácil obtener un reloj exacto de arena, para lograrlo el primer paso era identificar los defectos más grandes de las ampolletas ordinarias.

Dedujo que el defecto más común era la “desigualdad”, y afirmó que era raro encontrar una ampolleta que pudiera ser comparada con un péndulo preciso. Dicha desigualdad provocaba que se fueran acumulando diferencias en la medida del tiempo; aunque este problema muchas veces era atribuido al efecto que tienen los cambios de la humedad del aire en la arena, en realidad puede tener diferentes causas, entre ellas que una botella sea ligeramente más corta que otra provoca que el agujero que las une no sea exactamente cilíndrico y, al colocar una placa metálica entre ambas botellas para regular el flujo de la arena, se generan nuevos huecos que impiden que la arena corra de manera uniforme. A esto se añade que, aunque la arena bien cernida se vea igual ante nuestros ojos, en un microscopio se puede observar que hay grandes diferencias; en consecuencia, los granos más gruesos se atorán en los bordes del agujero de

---

<sup>184</sup> Daniel Bernoulli, *La meilleure manière de trouver l'heure en mer, par observation, soit dans le jour, soir dans les crépuscules, et sur-tout la nuit, quand on ne voit pas l'horizon* [La mejor manera de encontrar la hora en el mar, por observación, ya sea durante el día o durante los crepúsculos, y sobre todo en la noche, cuando no se ve el horizonte], Académie Royale des Sciences Française, 1747, pp. 459-482, 511-516, 528.

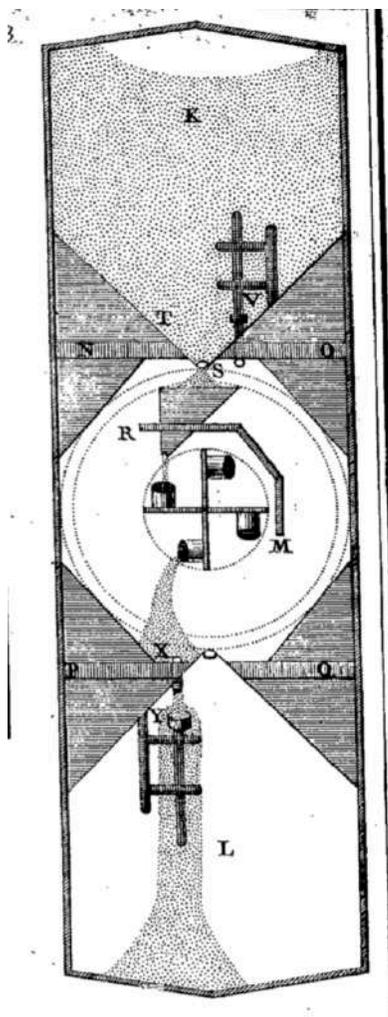


Fig. 16 Interior de la ampollita propuesta por Daniel Bernoulli en *La meilleure manière de trouver l'heure en mer, par observation, soit dans le jour, soir dans les crépuscules, et sur-tout la nuit, quand on ne voit pas l'horizon*, 1747, p. 528.

manera que no permiten fluir al resto de la arena de manera homogénea. Este efecto no es exactamente igual cada vez que se da la vuelta a la ampollita, por lo que algunas veces puede correr más lento y otras más rápido.

Tras notar este problema, el autor realizó algunos experimentos: fabricó un reloj de arena, pero en vez de colocar entre ambas botellas una placa delgada, puso una placa de tres líneas de grosor, con dos agujeros cónicos opuestos, con sus puntas encontradas al centro del espesor de la placa –de manera similar a como lo había propuesto unos años antes–. Utilizó arena de Alemania bien cernida y su ampollita resultó justa ya que, aunque había granos más gruesos, todos se deslizaban desde la base del cono hacia las puntas, pues no había ninguna superficie plana en donde pudieran detenerse. No obstante, nunca logró que la arena corriera exactamente en el mismo tiempo de una botella otra que a la inversa, e indicó que probablemente fue porque las puntas de cada uno de los conos no estaban

perfectamente unidas ni eran exactamente iguales. También notó que algunos pequeños “vellos o átomos”, que se encuentran en el aire, se introducen en la ampollita y algunas veces pueden quedarse atorados en el agujero provocando que se haga más lento; pero con el agujero cónico esto sucedería muy raramente porque descenderían junto con la arena.

Otro experimento que realizó consistió en situar varias ampollitas sobre una plancha horizontal y sobre ellas colocó una ruleta dentada que giró con una manivela, el movimiento que causó, provocó que las ampollitas se detuvieran. Dedujo que el motivo fue que el aire que estaba

dentro de la botella superior entre los granos de arena, por fuerza de la agitación, emergió y se quedó atorado en la parte más alta de la ampollita, dejando los granos de arena muy apretados entre ellos; después, el aire inferior no encontró manera de atravesar hacia la parte superior, lo cual, de acuerdo con el autor, probaba que el aire en algunas ocasiones era capaz de causar disturbios en la arena.

Después de haber identificado los principales problemas, describió una ampollita que funcionaba por 30 horas (aunque podía ser modificada a 24) y que podía ser utilizada en el mar, además marcaba las horas y los minutos. Este instrumento se encontraba encerrado en una caja de 40x12x7 pulgadas, al estilo de los relojes de péndulo. Constaba de diferentes recipientes por los cuales iba pasando la arena poco a poco; en las dos extremidades se encontraban dos botellas como las de las ampollitas ordinarias, y al centro diferentes piezas (embudos, “pasillos” y crisoles) por las cuales iba pasando la arena poco a poco [fig. 16].

Los crisoles, al centro del instrumento, se encontraban sujetos a una cruz giratoria. Cada vez que un crisol se llenaba, la cruz giraba gracias al peso de la arena, dando paso al siguiente crisol y el que quedaba en la parte inferior se vaciaba. Cada crisol tardaba un minuto en llenarse y el instrumento sonaba en el momento exacto en el que esto sucedía, es decir al final e inicio de cada minuto. Además del sonido, la caja que contenía el instrumento, en su exterior, tenía un dial que iba marcando las horas y minutos.

Entre las ventajas de las que se enorgullecía el inventor, se encontraba que por medio de una llave se podían hacer girar sus contrapesos y, en consecuencia, hacía avanzar o retroceder la hora que indicaba. Por otro lado, para impedir el atraso del reloj, las uniones de los recipientes tenían forma de embudo, había un tamiz en la parte superior que impedía el paso de todo lo que se pudiera interponer en el correr de la arena, y el aire no causaba ninguna complicación ya que los pasillos estaban rodeados de aire por todos lados para que circulara libremente. Además, como sonaba a cada minuto, esto se podía usar como un indicador para saber si el reloj se había desajustado. El reloj que presentó sólo contenía una ampollita dentro de la caja, pero se propuso replicar el instrumento en una caja más grande y colocar dos ampollitas en su interior así, si alguna llegaba a retrasarse, podría ser ajustada respecto a la otra sin necesidad de otros relojes.

### 2.3 Ampolletas empleadas en aspectos técnicos de la navegación

Como se ha explicado a lo largo del capítulo, había diferentes instrumentos y métodos para medir el tiempo a bordo, sin embargo, las ampolletas fueron el medio principal entre los siglos XIV y XVIII. El historiador y marino Samuel Eliot Morrison llegó a afirmar que los marineros en aquellos días pensaban en el tiempo menos en términos de horas que de *ampolletas* y *guardias*.<sup>185</sup> Medir el tiempo corto con ampolletas para solucionar problemas técnicos del arte de marear, al igual que realizar otras mediciones de tiempo y espacio, implicaban un *saber científico*, que convertía al barco no sólo en un espacio social, sino también en un “lugar de saber”, o dicho de otra manera, “en un sistema de relación social en cuyo seno operan lógicas de validación de técnicas y de saberes movilizados por los diferentes actores”.<sup>186</sup>

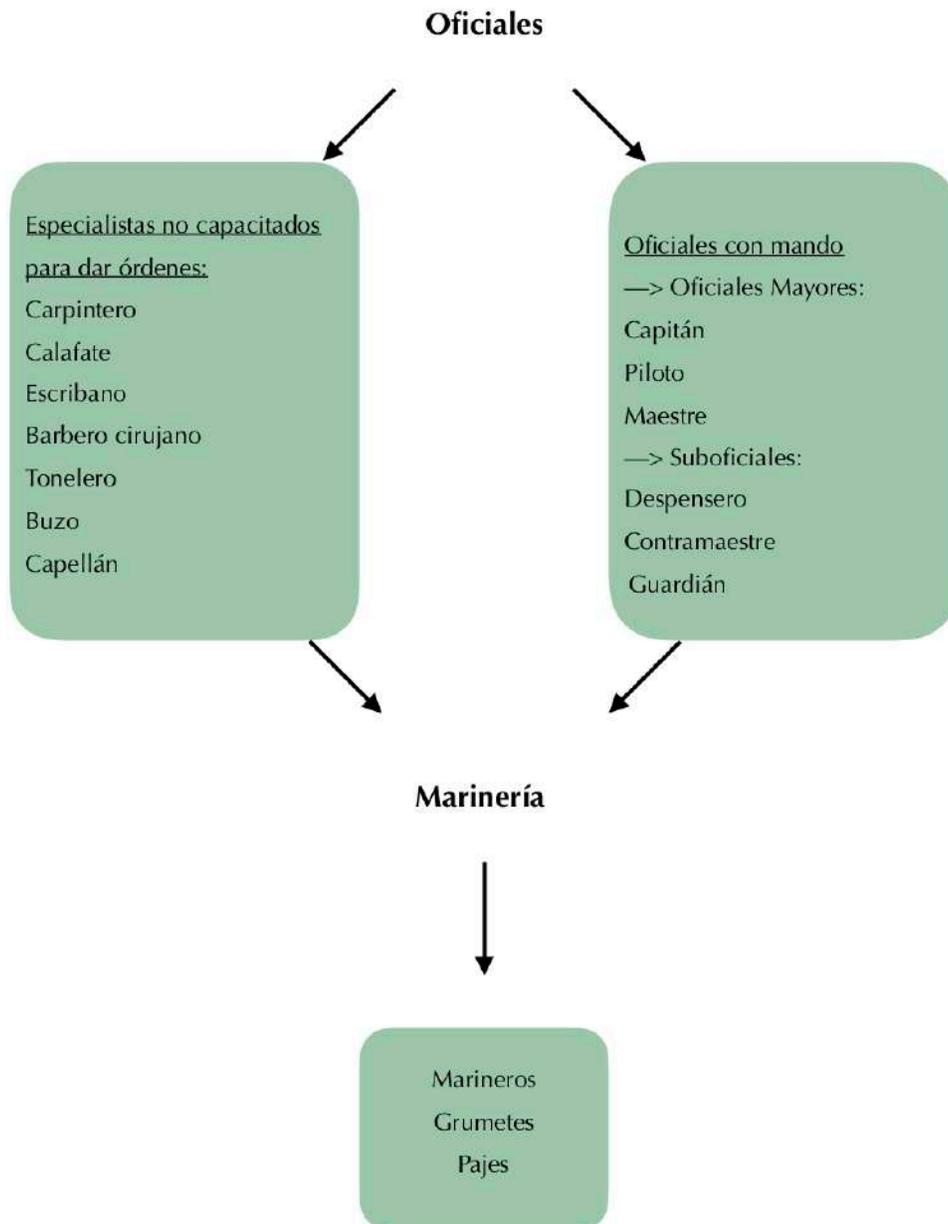
En las embarcaciones, como “lugares de saber”, la medida del tiempo estaba a cargo de los pilotos, quienes eran los oficiales con mando a bordo encargados de dirigir la singladura de la embarcación y sus órdenes, al igual que las del maestre, eran transmitidas a los marineros por el contra maestre [esquema 1]. Sus cometidos eran puramente técnicos –a diferencia del maestre, quien se encargaba de obtener todo lo necesario para que la embarcación zarpara y llegara a su destino, desde conseguir a la tripulación y carga, hasta enfrentarse a la burocracia; en el mar, debía vigilar que todo marchara correctamente–, por lo que además de sus años de experiencia como hombres de mar, se distinguían por su experiencia en la ciencia, que requería cierta profundización teórica para poder usar instrumentos y realizar cálculos matemáticos.<sup>187</sup> Aunque el nivel de la ciencia náutica no era muy grande ni los instrumentos eran muy precisos, y la experiencia y la ciencia no se separaron por completo hasta el siglo XVIII, desde el siglo XVI se inició el proceso de institucionalización de la ciencia náutica y de educación de los pilotos.

---

<sup>185</sup> “Thought of time less in terms of hours than of *ampolletas* and *guardias*”. Samuel Eliot Morrison, “The Mariner’s day”, en *The European Discovery of America. The southern voyages. A.D. 1492-1616*, New York, Oxford University Press, 1974, pp. 164.

<sup>186</sup> Leonardo Ariel Carrió Cataldi, *op. cit.*, p. 239. [Traducción propia]

<sup>187</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaina Bueno, *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*, Sevilla, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla 92 y Diputación Provincial de Sevilla, 1992, pp. 90-96.



Esquema 1 Organización de los cargos a bordo de las embarcaciones mercantes de la Carrera de Indias. Cuadro elaborado a partir de: Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*, Sevilla, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla 92 y Diputación Provincial de Sevilla, 1992, pp. 84-97.

La ampollita se guardaba en la *bitácora*, una caja o especie de armario que se colgaba en el palo de mesana, junto con la brújula y la linterna (candil de aceite o manteca).<sup>188</sup> La medida más común era de media hora, pero también había de minuto, medio minuto, cuartos de minuto y de hora. Los pilotos medían el tiempo *científico* con ampollitas con diferentes objetivos concretos; uno de ellos, como se mencionó anteriormente en el caso del viaje de João de Castro a Goa(1538),<sup>189</sup> fue el de saber a qué hora se estaba realizando otra medición y sucediendo un fenómeno natural, en este caso, cronometrar la hora de inicio y final de un eclipse, así como su duración, para poder determinar la longitud; en este mismo ejemplo se observa que también se usaron relojes solares para corroborar la información –aunque sin éxito, como sucedía frecuentemente–, lo cual, muestra cómo las ampollitas llegaron a servir como auxiliares en procesos de investigación que incluían nuevos instrumentos y métodos de determinación de la latitud y la longitud a bordo.

Medir el tiempo también permitía conocer la distancia, la ubicación de la embarcación y dirigir su curso; sobre todo, en altamar, debido a la ausencia de puntos de referencia terrestres, se utilizaban puntos de referencia abstractos. Es decir, los resultados de las mediciones realizadas con instrumentos, los cuales completaban y precisaban el trabajo sensorial de los hombres de mar.<sup>190</sup> Los pilotos, gracias a su experiencia identificaban otras referencias, como la presencia de algunas especies de animales, plantas o características en el agua. Así, un piloto “debía de llevar las alforjas de sus conocimientos llenas tanto de ciencia como de experiencia”.<sup>191</sup>

Los relojes de arena de cuarto de minuto y medio minuto eran usados con la corredera, instrumento que “sirve para medir la distancia que la embarcación anda en un tiempo determinado”,<sup>192</sup> consistía en una barquilla o trozo de madera atado a un extremo de una cuerda con nudos espaciados y envuelta en un carrete. La barquilla se lanzaba por el sotavento de la popa y con la ampollita se medía cuántos nudos recorrían en 15 o 30 segundos. Jorge Juan, en su

---

<sup>188</sup> José María López Piñero, *El arte de navegar en la España del renacimiento*, Valencia, Labor, 1979, 287 p.

<sup>189</sup> Ver apartado 2.1.4 Relojes solares.

<sup>190</sup> Frédérique Laget, *op. cit.*, pp. 333-341.

<sup>191</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaina Bueno, *op. cit.*, p. 91.

<sup>192</sup> Diccionario marítimo español, Madrid en la Imprenta Real, 1831, s.v. “corredera”, versión en línea [https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false) Consultado el 16 de febrero de 2021.

*Compendio de navegación para el uso de los caballeros guardias-marinas* (1757), en la sección III titulada “De la corredera, y distancia que camina la nave”, explicó con qué distancia debían colocarse los nudos, dio consejos para que no se enredara el cordel, cómo hacer para que la barquilla se resistiera al movimiento y cómo tomar la medida en nudos; aclaró que se debían usar ampolletas de medio minuto, pero cuando la velocidad de la embarcación *es mucha* se debían usar de cuarto de minuto si no, el cordel podía romperse por la fuerza que hacía la barquilla. También recomendó examinar la ampolleta *de cuando en cuando*, para comprobar que la humedad o sequedad no la hubiera alterado. Para ello se necesitaba un reloj con segundero y, en caso de no tener uno, sugirió usar un aplomo suspendido con un hilo delgado y ponerlo en movimiento hasta que hiciera oscilaciones de igual duración; dependiendo del largo del hilo las oscilaciones serían más o menos largas, pero si de donde se ata hasta el centro del aplomo medía 36 pulgadas, 8 líneas y media del pie de París, entonces cada oscilación valdría un segundo.<sup>193</sup>

Por su parte, las ampolletas de media hora servían para ubicarse en el mar y trazar la derrota. Por ejemplo, en el relato del primer viaje de Cristóbal Colón a América, durante el regreso a la Península, el jueves 17 de enero de 1493 se encontraban cerca del Golfo de las Flechas y el almirante dijo que:

Ayer, al poner del sol calmóle algo el viento; andaría catorce ampolletas, que tenía cada una media hora o poco menos, hasta el rendir del primer cuarto, y andaría cuatro millas por hora, que son veintiocho millas. Después refrescó el viento y anduvo así todo aquel cuarto, que fueron diez ampolletas, y después otras seis, hasta salido el sol, ocho risillas por hora, y así andaría por todas ochenta y cuatro millas que son veintiuna leguas al Nordeste cuarta del Leste, y hasta el sol puesto andaría más cuarenta y cuatro millas, que son once leguas al Leste. Aquí vino un alcatraz a la carabela y después otro, y vido mucha hierba de la que está en la mar.<sup>194</sup>

Unos días después de seguir navegando, el martes 22 de enero en el diario se explica:

Ayer, después del sol puesto, navegó al Normordeste con viento Leste y tomaba del Sueste: andaba ocho millas por hora hasta pasadas cinco ampolletas, y tres de antes que se comenzase la guardia, que eran ocho ampolletas. Y así, habrían andado setenta y dos millas, que son diez y ocho leguas. Después anduvo a la cuarta del Nordeste al Norte seis ampolletas, que serían otras diez y ocho millas. Después cuatro ampolletas

---

<sup>193</sup> Jorge Juan y Santacilia, *Compendio de navegación para el uso de los caballeros guardias-marinas*, Cádiz, Imprenta de Guardias Marinas, 1757, ff. 36-44.

<sup>194</sup> Cristóbal Colón, *Los cuatro viajes del Almirante y su testamento*, 10ª ed., Madrid, Espasa Calpe, 1991, versión digital en: <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/los-cuatro-viajes-del-almirante-y-su-testamento--0/html/> [Fecha de consulta: 14 de julio de 2021].

de la segunda guarda al Nordeste, seis millas por hora, que son tres leguas al Nordeste. Después, hasta el salir del sol, anduvo al Lesnordeste once ampolletas, seis leguas por hora, que son siete leguas. Después al Lesnordeste, hasta las once horas del día, treinta y dos millas. Y así calmó el viento y no anduvo más en aquel día. Nadaron los indios. Vieron rabos de juncos y mucha hierba.<sup>195</sup>

Descripciones como estas fueron comunes en los diarios de navegación, en donde para saber por dónde había surcado un navío se describía la flora y fauna marina, el clima (vientos, nubes, lluvia, frío), accidentes geográficos en el mar y la costa –en caso de que fueran visibles–, la velocidad, distancia y dirección en que navegaba la embarcación y por cuánto tiempo, este último medido con ampolletas y guardias, y a su vez comparadas con horas.

Aunque al navegar era más común pensar en ampolletas y guardias, por ser la convención social de representación y división del tiempo a bordo del barco, ambas estaban basadas en la división que se hace en tierra de 24 horas. Por ello, no es extraño que se compararan las ampolletas transcurridas con horas o que se intercalaran ambas formas de medir el tiempo en la descripción de la derrota. A lo largo de los diarios de Colón, se muestra una constante preocupación por saber cuántas horas naturales (horas de sol) tiene el día en diferentes latitudes, para ello también se ocupaban las ampolletas de media hora.

Durante el primer viaje de Colón, se expresaron dudas sobre la exactitud de esta medición a manos de los pajes –de manera similar a como lo haría algunos años después Juan Escalante de Mendoza en su *Itinerario de navegación*–. El jueves 13 de diciembre de 1492, la expedición se encontraba en el puerto de la Concepción, cerca de la isla Tortuga y “tomó aquí el Almirante experiencia de qué horas era el día y la noche y de sol a sol; halló que pasaron veinte ampolletas, que son de a media hora, aunque dice que allí puede haber defecto, porque o no la vuelven presto o deja de pasar algo”.<sup>196</sup>

Esta forma de ubicarse no fue exclusiva de los viajes de exploración ni de los españoles. Como ejemplo, casi dos siglos después de los viajes de Colón, William Dampier continuaba usando ampolletas para trazar su derrota y para describir las peripecias que sucedieron durante su navegación hacia Campeche, usando frases como “durante las dos primeras vueltas del reloj de

---

<sup>195</sup> *Id.*

<sup>196</sup> *Id.*

arena navegó muy mal ya que cada ola tumbaba como a un leño; después el viento caería dos o tres puntos”<sup>197</sup> o “no llevaba yo acostado en mi camarote más allá de tres vueltas del reloj de arena, antes de que uno en cubierta gritara: ¡Tierra!, ¡Tierra!”.<sup>198</sup> Las ampollitas continuaron en uso a lo largo el siglo XVIII y, probablemente, inicios del siglo XIX, hasta que los cronómetros marinos comenzaron a popularizarse entre todas las naciones. El proceso comenzó en la Marina inglesa tras el segundo viaje de expedición del icónico capitán James Cook (1772-1775), quien llamaba al cronómetro de Harrison “nuestro fiel amigo, el reloj”.<sup>199</sup>

Aunque fueran los pajes quienes iban moliendo la ampollita (dando la vuelta), los pilotos eran los encargados de traducir esta acción en términos de distancia, velocidad y tiempo navegados. Además, en algunas ocasiones seguramente ellos medían el tiempo con su propia ampollita para alguna maniobra en específico. Cuando una embarcación zarpaba, iba provista de varias ampollitas de cada medida en caso de que alguna se rompiera o ya no pudiera usarse, pero también los pilotos tenían ampollitas a título personal que llevaban al navegar.

En 1780 la fragata *La Favorita* debía zarpar del puerto de San Blas rumbo al Callao por azogue, pero por falta de ampollitas se retrasó. Desde agosto de 1780 el comisario del departamento de San Blas, don Francisco Trillo y Bermúdez, había solicitado que le facilitaran todas las cosas que necesitaba la fragata para iniciar su viaje, entre ellas seis ampollitas de media hora, diez de medios minutos y dos cuartos de minuto. Tan solo un mes después, el virrey, Martín de Mayorga, mandó que se le remitieran desde Puebla, pero esto no sucedió y *La Favorita* siguió en espera de las ampollitas por varios meses, a pesar de las ordenes de Mayorga, por lo que Trillo y Bermúdez continuó enviando cartas en donde insistía en la necesidad de las ampollitas.

El azogue era indispensable para el beneficio de la plata y el retraso por las ampollitas demoró tantos meses que en carta del 16 de mayo de 1781 don Martín de Mayorga se quejó de que no se procedió con la eficacia que requería la situación y amenazó a don Francisco Trillo y Bermúdez con responsabilizarlo de “las resultas que se adviertan contra el mejor servicio del rey” si no tomaba las medidas necesarias. Lo que no sabía es que unos días antes de escribir la

---

<sup>197</sup> William Dampier, *Dos viajes a Campeche. Con el facsímil de la edición inglesa de 1705*, José Manuel Villapando (introd.), México, Miguel Ángel Porrúa, 2ª ed., 2004, p. 22.

<sup>198</sup> *Ibid.*, p. 38.

<sup>199</sup> Simon Schaffer, “Les cérémonies de la mesure. Repenser l’histoire mondiale des sciences”, en *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 70, núm. 2, abril-junio 2015, p. 411.

intimidante carta, la fragata ya había zarpado con unas ampolletas que, aunque estaban *inútiles*, lograron arreglar; además, el piloto don Esteban Martínez, quien estaba en Tepic, había llevado al puerto una ampolleta de media hora que tenía en su cofre para que el viaje pudiera iniciar.<sup>200</sup> Más allá de si es verdad o no que don Esteban Martínez fue en persona a dejar su ampolleta a San Blas tras meses de problemas burocráticos y complicaciones para conseguir unos cuantos relojes de arena, este caso ejemplifica la posibilidad de que un piloto tuviera como propia una ampolleta para navegar.

Un último ejemplo se encuentra en el inventario que se hace de los bienes de don Pedro Saucedo, para ponerlos en almoneda tras su muerte, en 1573. Entre sus cosas se encontraban varios libros de renombrados autores como Ptolomeo, Plinio, Euclides, Tito Libio, Sacrobosco y Antonio de Nebrija, en romance, latín y toscano. Además, en uno de sus cofres tenía lo que parece un equipo completo para navegar, que incluía algunas esferas y cartas de marear, varios relojes de sol y agujas de marear, dos astrolabios, un compás, “una ampolleta pequeña en su caja, una ampolla grande que tiene cuatro cuartos en su caja”, y una zarcalia –que según el inventario es un instrumento de astrología–.<sup>201</sup> Aunque no se sabe a qué se dedicaba este personaje, por sus posesiones parece que estuvo interesado en el arte de marear y la astronomía, por lo que había adquirido sus propios instrumentos, incluidas las dos ampolletas para navegar.

En este sentido, las ampolletas pertenecían al *saber*: a la medida precisa y a la técnica de la navegación, así como a quienes –idealmente– debían entender cómo se estructuraba el universo y cómo dicha estructura impactaba en la división de los años, meses, días y horas, ya fuera desde una concepción ptolemaica o, posteriormente, heliocéntrica. Pero a bordo de las embarcaciones, las ampolletas tienen una doble función, además de ser parte del *saber*, eran útiles para regular el espacio de la vida cotidiana.

---

<sup>200</sup> Correspondencia de don Francisco Trillo y Bermúdez, comisario en San Blas, en donde solicita se le remitan ampolletas para navegar AGN, Marina, vol. 53, exp. 35, ff. 338-339; AGN, Marina, vol. 52, exp. 70, ff. 233-234; AGN, Marina, vol. 52, exp. 44, ff. 180-182.

<sup>201</sup> Inventario de los bienes de Pedro de Saucedo, Catalogo de protocolos del Archivo General de Notarías de la Ciudad de México, not. 1, vol. 169, ficha 27, México, 18 de noviembre de 1573.

## 2.4 Ritmos de vida marcados por la ampolleta

Así como los pilotos se encargaban de la medida del tiempo *científico* en los barcos como *lugares de saber*, los pajes eran los encargados de medir el tiempo en las embarcaciones como espacios sociales. Los pajes eran niños que se embarcaban entre los 8 y 10 años, y permanecían en este puesto hasta los 17 o 18, cuando podían ascender a grumetes, el escalón intermedio antes de llegar a ser marineros. Existían dos tipos de pajes, los primeros estaban bajo la protección de algún oficial, sólo debían servir a un amo y su aprendizaje tenía el objetivo de alcanzar altos mandos en el futuro. Los segundos, llamados “pajes de nao” o “pajes de escoba”, eran aprendices que llegaban a las embarcaciones la mayoría de ellos huérfanos huyendo de la pobreza, sus tareas eran las menos especializadas: barrer, limpiar, ayudar a distribuir los alimentos y recoger tras las comidas.

Sólo tenían dos obligaciones más específicas: vigilar durante las guardias y mantener un ritual religioso; es decir, durante las guardias llevar el cómputo del tiempo, dando la vuelta a la ampolleta cada media hora y con cada cambio recitar una salmodia o letanía a coro, además por la mañana cantaban los buenos días y por la tarde recitaban la doctrina y principales oraciones.<sup>202</sup> A bordo, el día se dividía en dos mitades de 12 horas, y cada una en tres partes, llamados cuartos (de cuatro horas cada una), que eran las guardias que la tripulación hacía turnándose para vigilar el barco. De noche las guardias se llamaban de prima (de las ocho a la medianoche), de modorra (de la medianoche a las cuatro), y de alba (de las cuatro a las ocho de la mañana),<sup>203</sup> similar a los horarios litúrgicos.

Después de la cena se iniciaba la guardia de prima, los pajes decían el Padre Nuestro, Ave María, Credo y Salve Regina. Gracias a la carta que Eugenio de Salazar escribe al licenciado Miranda de Ron, sobre el viaje que realizó en 1573 de Tenerife a Santo Domingo, se sabe que los pajes para iniciar a velar la ampolleta recitaban algunas letanías como la siguiente:

Bendita la hora en que Dios nació,  
Santa María que le parió,

---

<sup>202</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 84.

<sup>203</sup> Delphine Tempère, “Vida y muerte en altamar. Pajes, grumetes y marineros en la navegación española del siglo XVII”, *Iberoamericana*, vol. 2, núm. 5, marzo 2002, p. 111.

San Juan que le bautizó.  
La guarda es tomada;  
La ampolleta muele;  
Buen viaje haremos, si Dios quiere<sup>204</sup>

Además de la inexactitud que podía tener la medida del tiempo debido al movimiento de la embarcación o a problemas causados por la humedad y cambios de clima en la arena, los pajes podían *robar la ampolleta*, o robarse la hora, es decir darle la vuelta antes de que hubiera pasado toda su arena para acortar el tiempo de su guardia.<sup>205</sup> Juan Escalante de Mendoza señala que era común que se durmieran o distrajeran mientras velaban y que defraudaran la medida del tiempo.<sup>206</sup> Es por ello que los pajes debían demostrar que no se habían dormido y que estaban haciendo bien su trabajo, cuando acababa de pasar la arena anunciaban que seguían atentos con alguna estrofa como:

Buena es la que va,  
Mejor es la que viene;  
Una es pasada y en dos muele;  
Más molerá si Dios quisiere;  
Cuenta y pasa que buen viaje fazá;  
Ah de proa, alerta, buena guardia.<sup>207</sup>

Y la tripulación debía responder con un grito o gruñido, para demostrar que tampoco dormían. Al cambiar de guardia, los pajes llamaban a los que les tocaba velar el cuarto siguiente diciendo: “al cuarto, al cuarto, señores marineros de buena parte; al cuarto, al cuarto en buena hora de la guardia del señor piloto, que ya es hora; leva, leva, leva”.<sup>208</sup>

---

<sup>204</sup> Eugenio de Salazar, “La mar descrita por los mareados” en Cesáreo Fernández Duro, *Disquisiciones náuticas*, tomo II, disquisición novena, Madrid, 1877, p. 191.

<sup>205</sup> Diccionario marítimo español, Madrid en la Imprenta Real, 1831, s.v. “ampolleta”, versión en línea [https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false) Consultado el 16 de febrero de 2021.

<sup>206</sup> Juan Escalante de Mendoza, *op. cit.*, f. 249v.

<sup>207</sup> Eugenio de Salazar, *op. cit.*, p. 191.

<sup>208</sup> *Ibid.*, p. 192.

Además de la división en guardias, el día a día estaba dividido por las comidas, al amanecer, al mediodía, y la cena antes de que se pusiera el Sol. El despensero era el encargado de suministrar las raciones a cada uno y vigilar la despensa, su autoridad se debía a que la vitualla frecuentemente podía causar disturbios entre los tripulantes.<sup>209</sup> Para preparar la comida se destinaba a un encargado en cada rancho (es decir cada grupo de marineros) y, probablemente, la preparaba con ayuda de algún paje. Los marinos comían en cubierta con su rancho, usaban sus arcas para sentarse o como mesas y ponían la comida en un plato grande –llamado salero– para que cada quien tomara su porción, los oficiales comían aparte, en el castillo de popa con sillas y mesas,<sup>210</sup> pero todos al mismo tiempo, como anunciaba el dicho popular “Tabla en buen hora, quien no viniere que no coma”<sup>211</sup> –incluso los pasajeros en caso de que hubiera–. El fogón no se podía encender cada que alguien quisiera, prender fuego en una embarcación de madera, calafateada con brea y estopa, y en constante movimiento era peligroso, por lo mismo, en caso de tormenta la dieta cambiaba y se consumían alimentos que no requirieran cocción.

Los pajes ponían la mesa de los oficiales, sacaban el mantel, llevaban los platos con el bizcocho y la comida, también colocaban los saleros para los marineros cerca del palo de mesana. Cuando todo estaba listo uno de ellos gritaba "Tabla, tabla, señor capitán y maestre y buena compañía, tabla puesta; vianda presta; agua usada para el señor capitán y maestre y buena campaña ¡Viva, viva el Rey de Castilla por mar y por tierra! Quien le diere guerra que le corten la cabeza; quien no dijere amén, que no le den a beber. Tabla en buena hora, quien no viniere que no coma". Se escuchaba un “amén” a coro, y se sentaban a comer.<sup>212</sup>

Los pajes no sólo median rangos de media hora y dividían el día en tres comidas, sino que con sus oraciones y letanías imprimían un ritmo particular al duro trabajo cotidiano de la tripulación, así que ayudaban a mantener la rutina y estricta organización. Acompañar la medida del tiempo con las voces a coro creaba una especie de ceremonia rítmica,<sup>213</sup> gracias a ello los tripulantes sabían en qué momento del día se encontraban y cuáles eran las actividades

---

<sup>209</sup> Pérez-Mallaína Bueno, Pablo Emilio, *op. cit.*, pp. 88-89.

<sup>210</sup> Delphine Tempère, *op. cit.*, p. 109.

<sup>211</sup> José Gella Iturriaga, *Refranero del mar*, vol. 1, Madrid, Instituto Histórico de Marina, 1944, p. 208.

<sup>212</sup> Eugenio de Salazar, *op. cit.*, p. 187.

<sup>213</sup> A diferencia de la ritualidad y el secreto que envolvía las ceremonias de la medida con instrumentos como el astrolabio, restringidas a quienes se encontraban en los puntos más altos de la jerarquía y en algunos casos sólo al piloto. Simon Schaffer, *op. cit.*, pp. 409-435.

correspondientes. El sonido invadía la embarcación indicando que estaba por amanecer, que la guardia había terminado o que era hora de comer; de manera similar a como sucede con los diferentes matices con las campanadas de una iglesia, sólo un habitante cercano a ellas podría identificar si están indicando la hora, haciendo un llamado a la liturgia, si es la fiesta de un santo o si anuncian la muerte de algún vecino.

Mientras los pajes realizaban el ritual de la medida del tiempo, los grumetes –marineros jóvenes que obedecían a marineros y oficiales en lo tocante al manejo de la nao– realizaban las tareas más pesadas, subían a las vergas y recogían las velas, realizaban las tareas de carga y descarga de mercancías, aprovisionamiento de leña, agua y lastre. Los marineros por su parte se ocupaban de misiones que requerían mayor destreza, como manejar el timón desde la toldilla –atentos a la brújula y a las órdenes del piloto–, usar la sonda,<sup>214</sup> vigilar y controlar los aparejos en las maniobras más complejas, fijar un cabo con complicados nudos y estibar la carga.<sup>215</sup>

Hasta este punto parece que el barco funcionaba de manera armónica, gracias a las divisiones en guardias y a los rezos y salomas que anunciaban los momentos del día y las labores que se debían realizar en determinado momento. Pero la estricta jerarquización y organización a bordo buscaban limitar las riñas que podían generarse entre los hombres de mar, quienes tenían que convivir en un ambiente hostil y hacinados durante meses. Los hombres de mar eran considerados salvajes, borrachos y estrepitosos, esta imagen de los marineros como hombres *rudos* trasciende aún hasta el siglo XIX y fuera de los límites de la Monarquía ibérica, un ejemplo de ello se encuentra en *Moby Dick*, cuando Herman Melville lleva las características al extremo por medio de Queequeg, un arponero originario de una isla del sur del Pacífico cuya primera descripción es la de un salvaje que gruñe más de lo que habla, caníbal, al que le gusta comer filetes crudos, vendía cabezas humanas embalsamadas que había conseguido en un viaje a Nueva Zelanda, y tenía el rostro y el cuerpo manchados de color oscuro, purpúreo y amarillo, por lo que parecía que acababa de salir de una guerra.

---

<sup>214</sup> Instrumento para determinar la profundidad y el tipo de fondo.

<sup>215</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, pp. 84-86.

Para comprender mejor lo que implicaba la vida a bordo, es necesario, en principio, tomar en cuenta que el barco es una *máquina compleja*.<sup>216</sup> Un barco de vela, para su propulsión requería del impulso de las corrientes y del viento; en lo concerniente al almacén de mercancías y artículos para el viaje, de una gran capacidad de carga; y, por último, en caso de ataques de enemigos, un sistema bélico de defensa. Por otro lado, para su correcto funcionamiento y lograr su objetivo final, es decir, arribar a un puerto, también debían cumplirse múltiples tareas,<sup>217</sup> como las funciones de mando, las náuticas, las bélicas, el mantenimiento del barco y de la tripulación. Para realizar adecuadamente cada una de ellas, la disciplina era indispensable, ya que la dureza de la vida en el mar, la incertidumbre y el hacinamiento, generaban tensiones que podían derivar, incluso, en un motín.<sup>218</sup>

El barco debía funcionar como una *pequeña república*, con leyes y un gobierno, “así como personas encargadas de hacerla marchar bajo una estricta jerarquía”.<sup>219</sup> La tripulación debía ser proporcional a las toneladas del navío, así podía ir desde 30 a 60 hombres en una embarcación pequeña, según las ordenanzas de 1552,<sup>220</sup> y hasta más de 300 en un galeón de tonelaje considerable. Para cumplir con todos los menesteres, eran divididos en oficiales mayores y suboficiales, quienes cumplían las funciones de mando, y, por otro lado, la marinería, encargada de los ejercicios náuticos.<sup>221</sup> También iban bordo algunos especialistas, cuyos oficios no eran necesariamente marineros pero contribuían a hacer los arreglos necesarios para que la nao estuviera en buenas condiciones, mantener la salud física y espiritual entre la tripulación, o

---

<sup>216</sup> José Luis Martínez, *Pasajeros de Indias. Viajes transatlánticos en el siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 3a ed., 1999, p. 323.

Mauricio Nieto Olarte, *Las máquinas del imperio y el reino de Dios. Reflexiones sobre ciencia, tecnología y religión en el mundo atlántico del siglo XVI*, Bogotá, Universidad de los Andes, 2013, 288 p.

Pablo Emilio Pérez-Mallaina Bueno, *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*, Sevilla, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla 92 y Diputación Provincial de Sevilla, 1992, pp. 75-84.

Flor Trejo Rivera, “Trabajar y morir en el mar: La tripulación del navío Nuestra Señora del Juncal (1631)”, en Felipe Castro Gutiérrez e Isabel M. Povea Moreno (coords.), *Los oficios en las sociedades indianas*, México, 2020, pp. 185-210.

<sup>217</sup> Flor Trejo Rivera, “Trabajar y morir en el mar: La tripulación del navío Nuestra Señora del Juncal (1631)”, en Felipe Castro Gutiérrez e Isabel M. Povea Moreno (coords.), *Los oficios en las sociedades indianas*, México, 2020, pp. 193-194.

<sup>218</sup> *Ibid.*, p. 15.

<sup>219</sup> Flor Trejo Rivera, “El barco como ciudad flotante”, en *Historia de la vida cotidiana en México. La ciudad barroca*, v. II, Antonio Rubial García coord., México, Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 146.

<sup>220</sup> José Luis Martínez, *Pasajeros de Indias. Viajes transatlánticos en el siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 3a ed., 1999, p. 73.

<sup>221</sup> Flor Trejo Rivera, *op. cit.*, pp. 9-10.

redactar todos los oficios que se llegaran a necesitar a bordo, como los testamentos [Esquema 1]. Por su parte, fuera de la embarcación debían regularse la salida y el regreso de las naos, delimitar sus rutas y organizar las flotas; decretar las características que debían tener los navíos, controlar las mercancías embarcadas, las licencias y las cartas de marear; adiestrar a los pilotos y cobrar derechos mercantiles, para ello se crearon instituciones como la Casa de Contratación (1503) en el caso de España.<sup>222</sup>

Las rutas que atravesaban los grandes océanos tampoco eran sencillas ni rápidas. En este caso se usará como ejemplo, la ruta que siguieron las embarcaciones de la Carrera de Indias durante los tres siglos del virreinato.<sup>223</sup> Cargaban y zarpaban de Sevilla, navegaban por el río Guadalquivir hasta Sanlúcar de Barrameda, sitio en el que completaban la carga. Una vez en el Atlántico, se dirigían a las Canarias en donde, tras ocho a 10 días de navegación, hacían su primera escala para reponer el avituallamiento y, finalmente, adentrarse en altamar. Atravesaban el llamado mar de “las Damas” rumbo a las Antillas en donde el convoy se dividía. La flota de Tierra Firme se dirigía hacia Cartagena; mientras que la flota de la Nueva España enfilaba rumbo a La Habana, Santo Domingo y Veracruz. Los buques que se dirigían a la Nueva España hacían una última escala en Puerto Rico o Santo Domingo, costeaban Cuba y se dirigían al puerto novohispano.

Para el tornaviaje, es decir, la ruta de regreso, se reunían en La Habana, se dirigían al noroeste a través del canal de las Bahamas, pasaban cerca de las Bermudas y en las Azores hacían escala para recibir noticias sobre posibles enemigos. Si no había peligro, continuaban su viaje, bordeaban la costa portuguesa y entraban a Sevilla por el puerto de Sanlúcar de Barrameda. Cada viaje se realizaba en un promedio de 60 a 80 días y las ordenanzas de 1564 estipulaban que debían salir de España dos flotas anuales, una entre abril y mayo, y otra en agosto. Después de pasar la temporada de nortes invernando en el Nuevo Mundo, debían reunirse en La Habana antes del 10 de marzo para su regreso.

---

<sup>222</sup> Mauricio Nieto Olarte, *Las máquinas del imperio y el reino de Dios. Reflexiones sobre ciencia, tecnología, y religión en el mundo atlántico del siglo XVI*, Bogotá, Universidad de los Andes, 2013, pp. 35-43.

<sup>223</sup> José Luis Martínez, *op. cit.*, p. 82.

El trayecto era visto con temor, especialmente por los pasajeros, ya que eran viajes largos y fatigosos, además de peligrosos debido a las enfermedades, mal clima o ataques.<sup>224</sup> Durante la travesía debían adaptar su vida a un ambiente hostil, caracterizado por el balanceo, los mareos, la suciedad, los malos olores y la estrechez; además, eran considerados testigos incómodos de las tareas del barco, ya que no comprendían el vocabulario, los cálculos, ni los rituales de a bordo.<sup>225</sup> A su vez, los marineros eran objeto de burla de los pasajeros, considerados como hombres rudos e insensatos. Aunque los marineros estaban más habituados a la vida en el mar, el barco también resultaba un espacio agobiante para ellos. Como lo ha explicado Pablo Emilio Pérez-Mallaína, las embarcaciones fueron comúnmente identificadas con una prisión debido al reducido espacio del que disponían las decenas de personas que viajaban a bordo y a las malas condiciones de los navíos. Fray Tomás de la Torre, quien acompañó a fray Bartolomé de las Casas en un viaje, afirmó que “el navío es una cárcel muy estrecha y muy fuerte de donde nadie puede huir [...] y tan cruel que no hace diferencia”.<sup>226</sup> Dicha imagen, no se limitó a los viajeros españoles, sino que el escritor inglés Samuel Johnson, a mediados del siglo XVIII, comparó en su diario de viaje al barco con una cárcel y, afirmó que, esta última, tenía algunas ventajas, pues en prisión los hombres tenían más espacio.<sup>227</sup>

A bordo había muchos motivos para tener miedo como la lejanía de tierra y la incertidumbre en los casos de los viajes de exploración, los accidentes que podían terminar en naufragio ya fuera por un mal gobierno o por causa de la naturaleza, los ataques enemigos, las apariciones de demonios, la muerte lejos de la familia y sin un entierro digno,<sup>228</sup> y los abusos de los superiores –sobre todo en el caso de los pajes y grumetes–. Además de estos peligros reales, entre las sociedades occidentales del Renacimiento existía una imagen negativa del agua y del mar. Desde algunos pasajes del Génesis, Salmos y el Libro de Job, las grandes extensiones de agua simbolizaban el caos y fungieron como elemento punitivo de la justicia divina; el agua permitía castigar el pecado e inducir al arrepentimiento, como en el caso del Diluvio. Así, los

---

<sup>224</sup> José Luis Martínez, *El mundo privado de los emigrantes en Indias*, México, Fondo de Cultura Económica, 2007, p. 58.

<sup>225</sup> José Luis Martínez, *op. cit.*, pp. 100-102.

<sup>226</sup> Citado en: Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 139.

<sup>227</sup> *Ibid.*, pp. 139-140.

<sup>228</sup> Vera Moya Sordo, “El miedo en el escenario del viaje atlántico ibérico, siglos XV-XVI”, *Cuadernos de estudios gallegos*, LX, núm. 126, enero-diciembre 2013, pp. 225-253.

hombres de mar –quienes tenían fama de llevar una vida licenciosa– podían ser presas fáciles del castigo divino; para protegerse, se llevaban a cabo algunos ejercicios espirituales a bordo, ya fueran permitidos por la Iglesia, como las celebraciones eucarísticas y la confesión, o prácticas no autorizadas, como algunos amuletos u oraciones.<sup>229</sup>

Por otro lado, navegar era incómodo por sí mismo. El mareo<sup>230</sup> fue un padecimiento que caracterizó los viajes a bordo, tanto entre pasajeros como entre la tripulación, aunque en menor medida. No era causado sólo por el movimiento, contribuían también el cambio de sabor y textura en las bebidas y alimentos, la falta de espacio y compartirlo con ratas e insectos, la poca ventilación y el calor, pero sobre todo los fuertes olores de los animales, de los pasajeros que no podían asearse, los marineros con largas jornadas de trabajo pesado y la peste que desprendía la sentina, es decir, la parte más baja de la bodega en donde se acumulaba toda el agua que se filtraba como si fuera una cloaca.<sup>231</sup>

A pesar de las difíciles condiciones de vida se lograba establecer un ritmo adecuado de trabajo que hacía que la embarcación llegara a su destino. Aunque este ritmo podía interrumpirse, había tanto momentos de tranquilidad que daban lugar a actividades de entretenimiento como situaciones que alteraban el orden de la navegación, la convivencia y la vida cotidiana.

La primera parte del viaje por el Atlántico, es decir de las Canarias hasta las Antillas, duraba aproximadamente un mes. Durante este tiempo, los vientos y corrientes favorecían la monotonía y una tranquila actividad,<sup>232</sup> lo cual explica porqué lo llamaban mar de “las Damas”. Cuando había calma, como la que permitían mares tranquilos y fáciles de navegar, se aprovechaban los momentos de descanso cuando caía el anochecer para actividades lúdicas. Tripulantes y pasajeros se entretenían con juegos como naipes y dados –aunque oficialmente todo juego con dinero estaba prohibido–, en algunas ocasiones alguien leía en voz alta o cantaba, como lo sugiere la historiadora Delphine Tempère, que ha encontrado en los bienes de difuntos

---

<sup>229</sup> Flor Trejo Rivera, “Pecadores y tormentas: la didáctica del miedo” en Elisa Speckman Guerra, Claudia Agostoni y Pilar Gonzalbo Aizpuru (coords.), *Los miedos en la historia*, México, El Colegio de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, pp. 17-35.

<sup>230</sup> *Seasicknes* en inglés, *mal de mer* en francés.

<sup>231</sup> Flor Trejo Rivera, “La mar y su arte de marear” en Pilar Gonzalbo Aizpuru y Verónica Zárate Toscano (coords.), *Gozos y sufrimientos en la historia de México*, México, El Colegio de México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2007, pp. 57-73.

<sup>232</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 158.

de marineros tanto libros como instrumentos de música. Algunas veces simplemente se sentaban en la cubierta a conversar y en otras, cuando viajaba a bordo algún personaje importante, se llegaban a montar espectáculos para su entretenimiento.<sup>233</sup>

La pesca también se practicaba como simple entretenimiento, incluso se sabe que la crueldad hacia los tiburones era común en los viajes transatlánticos y transpacíficos; probablemente “al enfrentarse con un pez feroz, el hombre podía intentar demostrar su superioridad sobre la fauna desconocida, que se asemejaba a los míticos monstruos marinos. No dudamos que las prácticas algo violentas, como esta clase de pesca, eran además un escape perfecto para una tripulación bajo tensión. Al igual, juegos y simulacros de enfrentamiento”.<sup>234</sup>

Eugenio de Salazar ofrece un testimonio de lo que era habitual cuando la navegación marchaba con tranquilidad al mencionar que “yendo pues así solos llegó el primer sábado, en que la hora de la oración se hizo una solemne fiesta en nuestra ciudad de una Salve y Letanía cantada a muchas voces [...] Y con esto se acaba la celebración de este día que es la ordinaria de cada sábado”.<sup>235</sup> Las misas y momentos de comunión también servían a los marineros para descansar.

Cuando ningún peligro amenazaba, en los buques mercantes los marineros salomaban, es decir, entonaban cantos para acompañar su trabajo y aunar su esfuerzo. Alguno de los marineros más antiguos entonaba salomas ya conocidas, otras veces inventaba la letra, y todos los demás respondían a coro, aunque algunas veces continuaban las maniobras en silencio. En otras ocasiones la saloma se reducía a sonidos guturales. En los buques de guerra estaban prohibidas las salomas, pero el silbato del contra maestre marcaba los momentos de esfuerzo. Con este acto, al igual que con las ampollitas, se marcaba un ritmo de trabajo constante; pero no sólo uniformaba los movimientos, sino que hacía menos pesado el monótono trabajo. Eugenio de Salazar, indica que “al tiempo de guindar las velas, es cosa de oír salomar a los marineros que trabajan, y las izan cantando, y a compás del canto, como las zumbas cuando pelean; y comienza a cantar el mayoral de ellos, que por mayor parte suelen estos ser levantísticos”, y entre cada verso del *mayoral*, todos los marineros responden *o o* y continúan izando las velas.<sup>236</sup>

---

<sup>233</sup> Delphine Tempère, *op. cit.*, pp. 112-114.

<sup>234</sup> *Ibid.*, p. 113.

<sup>235</sup> Eugenio de Salazar, *op. cit.*, pp. 194-195.

<sup>236</sup> *Ibid.*, pp. 184-185.

El trabajo rítmico y los descansos regulares podían ser interrumpidos por diversas situaciones como la llegada de la noche y la oscuridad, eventos climatológicos, ataques de embarcaciones enemigas, accidentes y motines; en estos casos, la embarcación quedaba al mando del capitán –cargo que generalmente era honorífico, sólo en caso de ataque debía dirigir la defensa y concentraba toda la autoridad en él—<sup>237</sup> y una de sus consecuencias era que pasajeros y tripulantes podían alterar sus formas de percibir el tiempo.

## 2.5 El tiempo y el mar

A bordo, la sensación del paso del tiempo podía cambiar dependiendo de las circunstancias. El tiempo podía parecer detenido o, por el contrario, las condiciones podían apremiar las tareas de la tripulación. Por ejemplo, en una carta de 1639 escrita por fray Juan de Lainez, predicador y comisario provincial de Lima, cuando la embarcación en la que viajaba hacia España tuvo que detenerse en espera de noticias sobre un posible ataque enemigo, el autor menciona que “a todos mucha la tardanza del tiempo, pareciéndoles, aunque fue breve, que no había de tener fin”.<sup>238</sup> En este suceso, se hace notable que la posibilidad de peligro y la espera generan un ambiente de tensión que altera la experiencia del viaje y la percepción del tiempo.

Por otro lado, don Antonio Martínez de Espinosa, en su carta sobre su viaje de España a Veracruz realizado en 1642, relata su experiencia durante una tormenta y dice “la noche oscurísima; el mar, sobremanera hinchado; y que para romper con un navío y hacernos pedazos, no había más que un abrir y cerrar de ojos: aquí nos dispusimos para morir lo mejor que la ocasión tan acelerada dió lugar”<sup>239</sup>. En esta ocasión, el autor relaciona el temor por la muerte con la velocidad del evento climatológico y la falta de posibilidades de reaccionar ante ello.

Estos no eran los únicos motivos por los cuales el tiempo “cambiaba”. También había grandes diferencias dependiendo del cargo del hombre de mar, o si se trataba de pasajeros. Estos

---

<sup>237</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, p. 97.

<sup>238</sup> Carta de fray Juan de Lainez escrita en 1639, en Cesáreo Fernández Duro, *Disquisiciones náuticas. La mar descrita por los mareados*, tomo II, Madrid, Ministerio de defensa, Instituto de historia y cultura naval, 1996, p. 227.

<sup>239</sup> Carta de don Antonio Martínez de Espinosa escrita en 1642, en *Ibid.*, pp. 219-220.

últimos, debido a su falta de experiencia, podían padecer las inclemencias del mar con más fuerza, cuando, en el diálogo escrito por Juan Escalante de Mendoza, Tristán se queja de todo el tiempo que llevan navegando, el piloto le responde:

Digo que no habemos tardado; porque aunque el viento ha sido largo y sin contrastes, ni pesadumbres, algunas horas del día ha sido calma; y demás de esto las naos han andado poco, porque partieron muy cargadas y embarazadas y en ese enfadamiento que, señor, mostráis en pareceros que tardamos en la navegación me habéis parecido más pasajero que filósofo marinerero.<sup>240</sup>

En cuanto a los cargos de la tripulación, había quienes sufrían más que otros, debido a la estricta jerarquización del trabajo; en consecuencia, quienes más abusos recibían, seguramente más peculiaridades en la percepción del paso del tiempo establecían, aunque no se cuenta con relatos escritos por los propios marineros, grumetes y pajes, resulta evidente que “una hora en el purgatorio no puede equipararse con una en el paraíso”<sup>241</sup> y para muchos, las embarcaciones podían llegar convertirse en un purgatorio.

Debido a la falta de espacio y el hacinamiento, en un ambiente de violencia y promiscuidad, los más jóvenes –grumetes y pajes– muchas veces fueron víctimas de acoso y casos de sodomía.<sup>242</sup> Además, un oficial podía obligar a un grumete a servirle como su criado personal, aunque en algunos casos aceptaban a cambio de regalos o en busca de protección, en otras ocasiones llegaban a servir como “desahogo” a la tripulación como “sacos receptores de palos”. Oficialmente estaba prohibido maltratarlos, pero en la época se consideraba que los golpes eran imprescindibles para la formación.<sup>243</sup>

Dentro de este particular modo de vida, la percepción del tiempo era relativizada constantemente debido a los peligros, las características de la convivencia y la cotidianidad

---

<sup>240</sup> Juan de Escalante de Mendoza, *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales 1575*, Madrid, Museo Naval de Madrid, 1985, p. 86

<sup>241</sup> Kristen Lippincott, Umberto Eco *et. al*, *El tiempo a través del tiempo*, Barcelona, Grijalbo Mondadori, 2000, p. 280.

<sup>242</sup> “Concúbito entre personas de un mismo sexo, o en vaso indebido”, RAE Diccionario de Autoridades (1726-1739), s.v. “sodomía”, consultado el 20 de agosto de 2021. <https://apps2.rae.es/DA.html>

Ursula Camba Ludlow, “El pecado nefando en los barcos de la carrera de Indias en el siglo XVI. Entre la condena moral y la tolerancia” en Estela Roselló Soberón (coord.), *Presencias y miradas del cuerpo en la Nueva España*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2011, pp. 109-133.

Delphine Tempère, *op. cit.*, pp. 110-111.

<sup>243</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, *op. cit.*, pp. 85-86.

durante el trayecto. A ello se agrega el uso de un instrumento de medición peculiar, que, en manos de los pajes, sólo permite medir rangos de media hora para organizar la vida.

El acto de medir, incluso con ampolletas, no es un suceso imparcial, matemático y mudo, sino que como se mencionó anteriormente había toda una ceremonia alrededor, desde tener a un paje encargado especialmente de dar la vuelta al instrumento y las letanías en voz alta que debía recitar anunciando ese movimiento y los cambios de guardias y labores. Aunque este ritual no pertenecía al secreto, como en el caso de las medidas tomadas con otros instrumentos como el astrolabio cuyos resultados no se compartían, sí generaba un ambiente de sacralidad alrededor de la medida del tiempo. Por otro lado, las ampolletas y el correr de su arena generaban la *sensación* del fluir del tiempo, motivo por el que su imagen fue utilizada metafóricamente como representación de la brevedad de la vida.

Además de las sensaciones propias que se generan en cada circunstancia y las que se gestan a partir del instrumento, toda comunidad humana tiene un sentido de temporalidad propio, es decir, una manera particular de entender el tiempo y de manifestarlo, por ejemplo, en diferentes calendarios, mitos o expresiones particulares. El historiador y antropólogo Carlos Mondragón propone basarse en la etnografía de tiempo de las islas de Indonesia de Janet Hoskins para examinar la “multiplicidad de formas que toma el tiempo en diferentes culturas”, que es lo mismo que las diferentes formas de entendimiento del mundo. Para estudiar dichas formas de entendimiento es necesario tomar en cuenta diferentes factores: la conciencia del pasado, las prácticas de remembranza, las dimensiones temporales emanadas de cada persona (experiencias) y los regímenes de historicidad, ya que la percepción social del tiempo nunca es estática.<sup>244</sup>

En este sentido, para realizar una historia social del tiempo a bordo de las embarcaciones entre los siglos XIV y XVIII aún hay muchos detalles por precisar. Para empezar, en este estudio en particular, el periodo se eligió por los siglos en que las ampolletas fueron usadas con fines prácticos tanto en tierra como en el mar. Durante este mismo periodo, la técnica de navegación se mantuvo estable en términos generales, basada en la navegación magnética y los inicios de la

---

<sup>244</sup> Carlos Mondragón, “Horizontes culturales, horizontes del tiempo”, en *Revista de la Universidad de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, marzo 2018, pp. 46-47.

navegación astronómica. Sin embargo, es evidente que los paradigmas sí cambiaron entre los hombres de la Baja Edad Media y los de la Modernidad.

En los barcos, como sociedades encapsuladas,<sup>245</sup> los hombres de mar no se separan por completo de las creencias y costumbres que comparten con su comunidad en tierra. Sin embargo, al congregarse en una *pequeña república* generan un sentido de temporalidad peculiar. Como ejemplo, las guardias con las que se dividía el día y la noche, es decir la división social del tiempo a bordo que permitía regular el trabajo y la vida en sociedad<sup>246</sup> de los hombres de mar, estaban basadas en el tradicional tiempo litúrgico. Por ello sería relevante plantearse algunas preguntas, sobre cómo las distintas sociedades a las que pertenecían los hombres de mar se relacionaban con el pasado, presente y futuro, y cómo recordaban.

---

<sup>245</sup> Gerardo Vivas Pineda, “En busca de la sociedad encapsulada. Metodología y fuentes de la historia marítima” en José Ángel Rodríguez (comp.), *Visiones del oficio historiadores venezolanos en el siglo XXI*, Caracas, 2000, pp. 435-451.

<sup>246</sup> Maurice Halbwachs, *La memoria colectiva*, España, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2004, pp. 89-91.

### 3. Otros usos del reloj de arena. Una lectura de la ausencia

Además del bien conocido uso de las ampolletas en la navegación, estos instrumentos fueron usados en otros ámbitos. En el siglo XVII, don Domenico Martinelli en el ya citado *Tratado de los relojes elementares*, afirmaba que los relojes de arena se hallaban por toda Europa bien baratos. De manera similar, el investigador Jacques Attali afirma que después del siglo XIV "no hay iglesia, residencia o morada de regidor que no posea un reloj de arena, ni laboratorio de alquimista donde este no se encuentre junto a un cuadro mágico, como en la melancolía de Dürero"<sup>247</sup> (también refiriéndose a su uso europeo). A pesar de estas afirmaciones, en la documentación hay escasas referencias a los usos prácticos de las ampolletas en la vida cotidiana.

Dicha ausencia conduce a plantearnos si en realidad fueron tan comunes y si tuvieron diferentes usos prácticos simultáneos al uso de los relojes mecánicos hasta el siglo XVIII, al mismo tiempo que nos cuestionamos a qué se debe su ausencia; como lo sugiere el historiador del arte Glenn Adamson, quien propone apropiarse de la ausencia como un asunto de interés histórico, en vez de considerarla un problema en la investigación, ya que "detrás de cada objeto que 'se ha perdido', hay una causa escondida".<sup>248</sup>

Se sabe con certeza que las ampolletas eran usadas en diferentes contextos, al menos en Europa y en la América colonial; aún perviven diversos textos que lo demuestran, numerosas representaciones de ellas en las pinturas y han sobrevivido muchos ejemplares, tanto elegantemente decorados como algunos más sencillos que parecen ser piezas de uso cotidiano. Sin embargo, en los inventarios parecen no existir –con excepción de los registros de las embarcaciones, en donde generalmente se anotaba cuántas ampolletas se embarcaban para emprender la navegación–, además es complicado determinar sus modos de producción y

---

<sup>247</sup> Jacques Attali, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 94.

<sup>248</sup> Glenn Adamson, "The case of the absent footstool: reading the absent object" en Karen Harvey (ed.), *History and material culture. A student's guide to approaching alternative sources*, Estados Unidos de Norteamérica, Routledge, 2009, pp. 192-207.

distribución –en este caso con excepción de la ciudad alemana de Núremberg–.<sup>249</sup> En las siguientes páginas se intentará ilustrar los espacios en los que las ampollitas tuvieron un uso práctico y esclarecer hasta qué punto fueron realmente comunes, ofrecer una posible explicación de su ausencia en los registros escritos, además de explicar algunos elementos del persistente uso de la imagen del reloj de arena como metáfora.

### 3.1 Durante media hora medida con ampollita. Uso práctico

Algunos ámbitos en los que se sabe con seguridad que los relojes de arena fueron usados con regularidad son en las escuelas, conventos y monasterios, así como durante las celebraciones litúrgicas y para regular algunos discursos. Todas estas circunstancias coinciden en que quienes usaban las ampollitas requerían delimitar su propio tiempo o dictarlo a quienes los escuchaban atentos, y no informar sobre el tiempo. Gracias a las ampollitas la lección o ceremonia comenzaba cuando se daba la vuelta al reloj de arena y concluía cuando la arena terminaba de correr, sin depender de ningún otro instrumento de medición del tiempo o factor externo que indicara la hora.<sup>250</sup>

Sobre su uso en las escuelas se sabe que Ralph Kettell (1563–1643), presidente del Trinity College, Oxford, decía a sus alumnos que si no hacían sus ejercicios mejor, llevaría un reloj de arena que durara dos horas para "alargar las horas" de trabajo de sus estudiantes hasta que aprendieran a trabajar más rápido.<sup>251</sup> Asimismo, Blaise Pascal, en la segunda de sus *Cartas Provinciales* (1656), relata que al estar conversando con uno de sus *nuevos tomistas* le dice que había estado hablando por la mañana en la Sorbona durante media hora medida con ampollita, le pregunta si él también medía el tiempo que hablaba y le pide su opinión sobre esta forma de limitar su discurso. El tomista le responde que desde hacía un tiempo también usaba una ampollita pero que se permitía hablar por menos tiempo, nunca por más de media hora. Pascal,

---

<sup>249</sup> Ver apartado 1.5.

<sup>250</sup> Tiffany Stern, "Time for Shakespeare: Hourglasses, sundials, clocks, and early modern theatre", *Journal of the British Academy*, 19 marzo 2015, p. 4.

<sup>251</sup> *Id.*

en su carta, opina que la técnica del tomista es una buena regla para los ignorantes, o un pretexto honesto para quienes no tienen nada bueno que decir.<sup>252</sup>

En el siglo XIX, en México, aún se seguían usando las ampollitas en algunas situaciones académicas, como lo señala el comunicado de la Sociedad Médica del Distrito Federal del 15 de noviembre de 1830, en el cual, se explican los pasos a seguir para quienes deseen obtener el grado de licenciado y posteriormente el de doctor en medicina. En el primer caso, debe “pronuncia[r] el sustentante un discurso latino que dura rigurosamente una hora de ampollita o reloj” que da origen a una discusión con un doctor y un pasante hasta que se decide si obtiene el título. En el segundo caso, “el opositor pronuncia un discurso latino de hora y media de ampollita en la de la cátedra prima, y de una hora en las demás”.<sup>253</sup> Dichas ceremonias probablemente seguían usando las ampollitas como herencia de los siglos anteriores, no porque fuera la única forma de saber cuánto había durado la disertación, sino por una cuestión de representación simbólica del tiempo.

En algunas pinturas y grabados de interiores de salones de clase, también se han representado ampollitas. Estas representaciones van desde una miniatura dentro de una página del Éxodo en la Torá, fechada entre 1390 y 1396, en donde se observa a un pupilo leyendo, seguramente el mismo texto sagrado, sentado frente a su profesor, quien levanta una vara con actitud de liderazgo, y regulando el tiempo de la lectura se muestra un reloj de arena; un grabado dentro de la *Carta a los concejales*<sup>254</sup> (*An die Radherrn aller stedte deutsches lands*) de Martín Lutero, Erfurt, 1524, el cual muestra dos escenas de clase, una para hombres y otra para mujeres, en la primera el profesor enseña desde su púlpito, junto al cual cuelga un reloj de arena a la vista de todos los alumnos; la pintura de David Teniers el Joven, *Monos en la escuela*, 1660 ca., una

---

<sup>252</sup> Blaise Pascal, *Les Provinciales ou lettres escrites par Louis de Montalte a un provincial de ses amis et aux rr. pp. jésuites*, Colonia, chez Nicolas Schoute, 1659, pp. 15-16. <https://books.google.com.co/books?id=ABKngCqMnKAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false> / Traducción en español: <https://www.filosofia.org/mor/var/bp849c02.htm> Consultado el 17 de agosto de 2021.

<sup>253</sup> “Discurso leído en la Sociedad Médica del Distrito Federal la noche del 15 de noviembre anterior por uno de sus socios”, *El Sol*, 18 de enero de 1831, pp. 2266-2267 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/resultados/visualizar/558a34ab7d1ed64f16a992f8?resultado=2&tipo=pagina&intPagina=3&palabras=ampollita> y “Discurso leído en la Sociedad Médica del Distrito Federal la noche del 15 de noviembre anterior por uno de sus socios”, *El Sol*, 19 de enero de 1831, pp. 2270-2272 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/publicacion/visualizar/558a34ab7d1ed64f16a9933a?intPagina=3&tipo=pagina&palabras=ampollita&anio=1831&mes=01&dia=19> Consultado el 17 de agosto de 2021.

<sup>254</sup> Carta en donde realiza una serie de propuestas pedagógicas.

escena satírica en donde tanto el profesor como los estudiantes son monos, en el escritorio del maestro se encuentra un libro, un tintero y un reloj de arena; asimismo, en las pinturas de Jan Josef I Horemans, *Maestro de escuela (La clase)* y *A schoolmaster and his pupils in an interior* de los primeros años del siglo XVIII, en ambas obras, se representan escenas desordenadas de los salones de clase, en la primera de ellas se encuentra un reloj de arena junto a unos papeles detrás del profesor, quien desde dentro de su pequeño estrado, castiga a su alumno, en la segunda de ellas la ampolleta se puede ver colgada detrás del escritorio del maestro junto a los libros que se usaban para la clase [figs. 17 a 21].



Fig. 17 *The Pentateuch*, 1390-1396, f. 72v.  
[http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=add\\_ms\\_19776\\_f072v](http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=add_ms_19776_f072v)

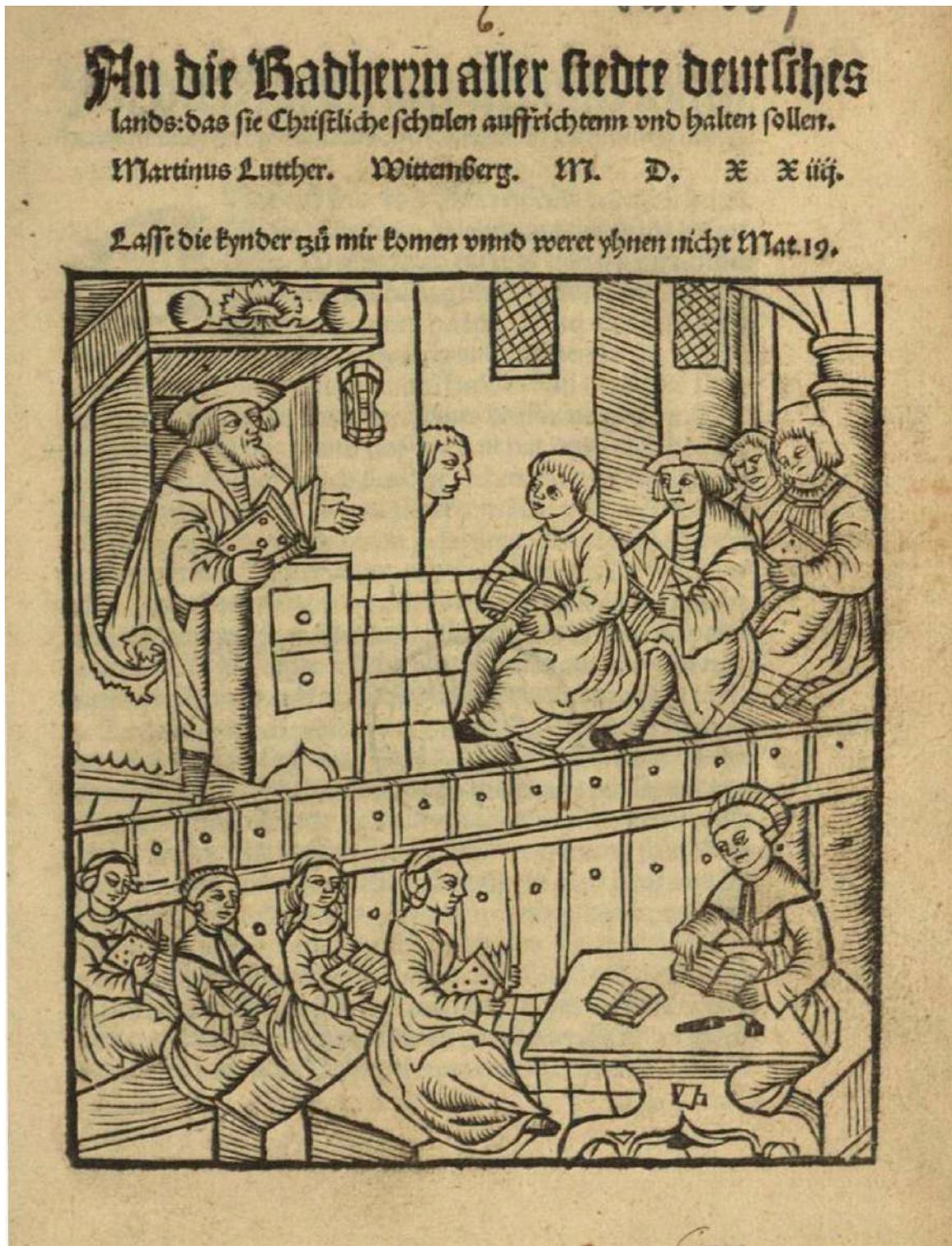


Fig. 18 Estampa en: Martín Lutero, *An die Radhern aller stedte deutsches lands* (Carta a los concejales), Erfurt, 1524.

<https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/luther1524>



Fig. 19 David Teniers el Joven, *Monos en la escuela*, 1660 ca., óleo sobre lámina de cobre, 25 x 34 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/monos-en-la-escuela/a214c706-a260-4a3e-a0f7-d2d261b017a4>



Fig. 20 Jan Josef I Horemans, *Maestro de escuela (La clase)*, finales del siglo XVII-primerá mitad del siglo XVIII, óleo sobre tabla, 30 x 30 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/maestro-de-escuela-la-clase/c6af03c8-f36d-4111-854c-0e7677fc324d?searchid=0673f7af-f64c-165e-e411-828422952a3c>



Fig. 21 Jan Josef I Horemans, *A schoolmaster and his pupils in an interior*, 1712, óleo sobre tela, 50.6 x 60.6 cm. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jan\\_Josef\\_Horemans\\_the\\_Elder\\_-\\_A\\_schoolmaster\\_and\\_his\\_pupils\\_in\\_an\\_interior.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jan_Josef_Horemans_the_Elder_-_A_schoolmaster_and_his_pupils_in_an_interior.jpg)

De acuerdo con Peter Burke, “por lo que a la historia de la cultura material se refiere, el testimonio de las imágenes parece especialmente fiable en lo tocante a los pequeños detalles. [...] Las imágenes nos permiten situar los artefactos antiguos en su contexto social original.”<sup>255</sup> En este sentido, los relojes de arena en los salones de clase se sitúan junto a los estantes con libros y otros objetos de uso cotidiano en las escuelas, o junto al profesor que dirigía la clase y a

---

<sup>255</sup> Peter Burke, *Visto y no visto. El uso de la imagen como documento histórico*, trad. de Teófilo de Lozoya, Editor digital Titivillus, 2001, p. 97.

la vista de todos, pero nunca al alcance de los pupilos, sin importar si en la escena todos están atentos o el profesor tiene que infligir algún castigo corporal en medio del desorden.

También existen algunas representaciones de discursos públicos, en donde el orador tiene en la mano un reloj de arena, como en el caso de la estampa de Hugh Peters (1598-1660) dando un sermón.<sup>256</sup> De la boca del personaje salen unas filacterias indicando que su discurso trataba sobre blasfemia, rebelión y herejía, y con una cartela junto a su mano izquierda le pedía a sus *buenos compañeros* “stay and take other glass”, realizando un juego de palabras entre quedarse a tomar otra copa (glass) y quedarse a escucharlo durante una ampollita más (hour-glass)<sup>257</sup> [fig. 22].



Fig. 22 Impresor anónimo, Retrato de Hugh Peters, XVIII, estampa, 143 x 92 mm, The British Museum. [https://www.britishmuseum.org/collection/object/P\\_1875-0508-754](https://www.britishmuseum.org/collection/object/P_1875-0508-754)

<sup>256</sup> Predicador y propagandista a favor del Parlamento, cercano a Oliver Cromwell durante la Guerra Civil.

<sup>257</sup> Tiffany Stern, *op. cit.*, p. 5.

Por otro lado, una pintura de Paolo Veronés muestra la escena en que Cristo fue llevado por sus padres a Jerusalén, quienes lo perdieron de vista y después lo encontraron en el Templo discutiendo con los doctores (*La disputa con los doctores en el Templo*, ca. 1560), en este caso se encuentran un reloj de arena y un libro junto a los pies de Cristo, a la vista de todos, principalmente del orador, aunque es muy probable que el reloj de arena sea un invento de finales de la Edad Media, el autor ocupa su imagen ya que oradores contemporáneos a él los usaban para regular el tiempo de sus discursos [fig. 23].



Fig. 23 Paolo Veronés, *La disputa con los doctores en el Templo*, hacia 1560, óleo sobre lienzo, 236 x 430 cm, Museo del Prado.

<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/la-disputa-con-los-doctores-en-el-templo/321d5e33-6fa1-43d9-8c84-e5055d03476b?searchid=15ef1457-329e-15de-ff59-bf1d3689d2ed>

Además, hay representaciones pictóricas de relojes de arena en ambientes privados de estudio, principalmente de sabios y santos eruditos. Estos espacios en la historia del arte “han sido utilizados como testimonio del mobiliario de los estudios de los humanistas, sus escritorios, librerías y atriles.”<sup>258</sup> Como en la pintura de Gerrit Dou, *El viejo maestro de la escuela* (1671),

---

<sup>258</sup> Peter Burke, *op. cit.*, p. 86.

en donde se muestra a un profesor en su espacio de estudio privado, algunos de los elementos que lo componen son la jaula de un ave, algunos papeles sueltos, un libro y una ampolleta con arena roja en su interior, mientras el personaje afila su pluma para escribir [fig. 24].

Entre los santos eruditos, las representaciones de san Jerónimo orando o estudiando con un reloj de arena a su lado son muy abundantes, los pintores tanto europeos como novohispanos hicieron a las ampolletas parte de su iconografía clásica, junto a los libros, la pluma y el tintero, y en algunas representaciones a estos elementos se agrega una calavera. En este último caso la pintura puede convertirse en un recordatorio de la cercanía de la muerte (*Memento mori*), como en una pintura realizada en el taller de Joos van Cleve, *San Jerónimo meditando* (finales del siglo XV-primer mitad del siglo XVI), en donde además de estos elementos, en la pared se puede leer “Memento mori, respice finem” (Recuerda que debemos morir; respira hasta el final), además de unos pasajes de la Vulgata en su libro y pergamino, relativos a la muerte,<sup>259</sup> adicionalmente, sobre el escritorio hay una vela apagada que ya se ha consumido casi por completo, este elemento también fue usado comúnmente para señalar la fugacidad de la vida [fig. 25].



Fig. 24 Gerrit Dou, *El viejo maestro de la escuela*, 1671, óleo sobre roble, 32x25 cm, Gemäldegalerie Alte Meister (Galería de imágenes de los viejos maestros), Dresde. <https://n9.cl/ygmlr>

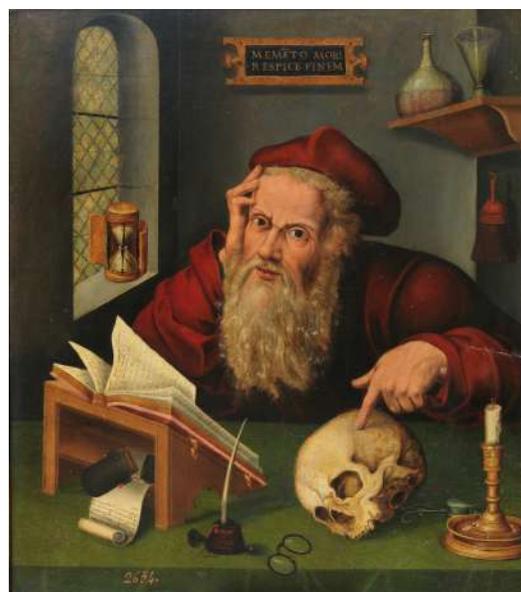


Fig. 25 Joos van Cleve (Taller de), *San Jerónimo meditando*, finales del siglo XV - primera mitad del siglo XVI, óleo sobre tabla, 62 x 54 cm, Museo del Prado. <https://n9.cl/1q5ns>

<sup>259</sup> Descripción de la obra por el Museo del Prado, en <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/san-jeronimo-meditando/8abee374-849e-4ae7-b0c7-014e53ad131d?searchid=b6020332-6876-f357-1b5e-fe4d19a12fad> Consultado el 24 de agosto de 2021.

El uso del reloj de arena como parte de la metáfora que recuerda la cercanía de la muerte no elimina por completo la funcionalidad que pudo haber tenido en los sitios de estudio de los eruditos, las representaciones del reloj de arena como metáfora son simultáneas a otras en donde la ampollita es parte del ajuar del personaje, junto con los libros en los estantes y otros instrumentos científicos. Un ejemplo de esto es la pintura de *San Agustín en su estudio* (1502), del pintor veneciano Vittore Carpaccio [fig. 26], en donde el santo se encuentra en su escritorio, rodeado de libros y una ampollita en un estante en la pared debajo del escritorio.



Fig. 26 Vittore Carpaccio, *La visión de San Agustín*, Scuola Dalmata di San Giorgio degli Schiavoni, Venecia.  
<http://www.andalan.es/?p=5887>

Como lo ha interpretado el filósofo José María Herrera, la pintura es una metáfora de la vida de san Agustín, que Carpaccio plasmó basándose en las *Confesiones* (obra autobiográfica). Así, la divide en tres planos, la sección izquierda de la pintura, que incluye los estantes en la pared y el cuarto abierto al fondo (un observatorio), representan su pasado, antes de su

conversión, cuando fue profesor de matemáticas (astrología), estuvo interesado en autores paganos y conoció los placeres carnales. Al centro –incluyendo la capilla de la parte de atrás y a san Agustín en su escritorio– se encuentra el presente, simbolizado por la presencia de Cristo, los enseres de la liturgia y los atributos episcopales de san Agustín. El futuro está a la derecha, plasmado por la puerta cerrada –que remite a la incertidumbre–, la esfera armilar –que representa la totalidad del universo y del tiempo, un tiempo cósmico– y el reloj de arena –este alude al tiempo que pasa y a la muerte que pertenece al futuro (un tiempo vital)– que se encuentra oculto de la vista de san Agustín porque aunque se es consciente de la fugacidad de la vida, no se conoce su término exacto. Por último, la eternidad es la luz que proviene de la ventana, hacia donde san Agustín mira, de donde procede su visión.<sup>260</sup>

En este sentido, la ampolleta se encuentra en la pintura como parte de los objetos que tendría un sabio contemporáneo a Carpaccio (Venecia *ca.* 1465-1525/1526), san Agustín se encuentra “en su estudio, rodeado de sus cosas”,<sup>261</sup> además, como representación del tiempo mismo, pues su arena corre hacia el futuro –más estrecho que su pasado–. La pintura muestra el estudio como espacio y como metáfora de la vida del santo. Pone de manifiesto el pasado, presente, futuro y la visión de la eternidad de un individuo que realizó profundas reflexiones sobre el tiempo, o en palabras de José María Herrera, de quien estuvo “obsesionado, desde luego, con la cuestión del tiempo y la eternidad”.<sup>262</sup>

Entre los sabios representados junto a relojes de arena, también se encuentran los astrónomos y alquimistas. No obstante, al igual que en los casos anteriores de santos eruditos y sabios, además de emplearlos para delimitar su propio tiempo de estudio o para dar algún discurso no parecen haber sido usados con otro propósito; a excepción de los alquimistas, quienes eventualmente pudieron usarlas con el fin de calcular el tiempo de sus preparaciones. Sin embargo, las recetas incluidas en los tratados de alquimia, al igual que recetas de cocina o de técnica industrial (como curtir pieles, hacer vidrio o tintes, etc.) escasamente indican medidas de tiempo, pero cuando se hace, la mayoría de las veces se indican con otras referencias visuales,

---

<sup>260</sup> José María Herrera, “La visión de San Agustín”, en *Frontera Digital*, 11 de marzo de 2014, consultado el 6 de marzo de 2022, <https://www.fronterad.com/la-vision-de-san-agustin/>.

<sup>261</sup> *Ibid.*, párrafo 22.

<sup>262</sup> *Id.*

como cocer “hasta que quede espesa”, “hasta que se pare azul”, o simplemente, hervir “hasta que esté cocido”. En algunos casos las referencias de tiempo se indican con rezos, por ejemplo: “por tiempo de dos credos”. Cuando se llegan a mencionar cantidades de tiempo, éstas se reducen a tres opciones: cuartos de hora, medias horas y horas, las cuales coinciden con las medidas más comunes de ampolletas, así que no sería desatinado pensar que las hubieran utilizado.

Ciertamente, es muy probable que los relojes de arena sí hayan sido usados por alquimistas o en algún otro oficio que implicara realizar una preparación en un tiempo determinado u observar una sustancia. Por ejemplo, en las estampas sobre diversos artesanos que se encuentran en los libros de la casa de la Fundación Doce Hermanos de Nuremberg se pueden observar diferentes profesionistas retratados junto a sus objetos de uso cotidiano, herramientas típicas, en sus talleres y con sus productos, algunos incluían un reloj de arena como parte de su equipo de trabajo, entre ellos se encontraban: fabricantes de brújulas y de relojes solares, un trabajador del procesamiento de metales, y un triturador de conchas y trabajador de la industria del procesamiento de madera (probablemente fabricante de cuchillos).<sup>263</sup> Sin embargo, en las pinturas probablemente su uso sea metafórico, especialmente cuando están acompañados de cráneos humanos o animales, pues hacen referencia a la fugacidad de la vida. El símbolo del reloj de arena llegó a ser más significativo, que su verdadero uso en los talleres de los alquimistas. Las ampolletas se usaron en la iconografía de temas relacionados entre sí, como la melancolía, la fugacidad, vanitas y la erudición. Desde el siglo XVI artistas holandeses también usaron las ampolletas en espacios donde los estudiosos trabajaban en la noche, como ejemplos de virtud.<sup>264</sup>

En las imágenes de cocinas también hay representaciones de relojes de arena, pero las localizadas hasta ahora sólo corresponden a dos autores: el pintor flamenco David Teniers el Joven (1610-1690) y el neerlandés Thomas Wijck (1619-1677) [figs. 27 y 28]. En este caso, de manera similar a la alquimia, posiblemente los relojes llegaron a usarse en alguna cocina para

---

<sup>263</sup> Amb. 317b.2° Folio 108 verso (Mendel II), Amb. 317b.2° Folio 1 verso (Mendel II), Amb. 317b 2 ° Folio 48 verso (Mendel II), Amb. 317b 2 ° Folio 51 recto (Mendel II) en *Los libros de la casa de la Fundación de los Doce Hermanos de Nuremberg* (sitio web) consultado el 13 de septiembre de 2021, <https://hausbuecher.nuernberg.de/index.php?do=page&mo=2>

<sup>264</sup> Jane Paisley Russel Corbett, *Painted science: Convention and Change in Seventeenth-Century Netherlandish Paintings of Alchemists, Physicians and Astronomers*, tesis de doctorado, Ontario, Queen’s University, 2004, p. 232.



Fig. 27 David Teniers el Joven, *Interior de cocina con mujer dormida*, siglo XVII, óleo sobre panel, 41.5 x 64.5 cm.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:David Teniers dJ \(after\) K%C3%BCcheninterieur mit schlafender Frau.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:David_Teniers_dJ_(after)_K%C3%BCcheninterieur_mit_schlafender_Frau.jpg)

controlar los tiempos de cocción con más precisión, pero esto no parece haber sido la regla. Así como los recetarios pocas veces mencionan tiempos exactos, en los inventarios de las cocinas tampoco se hace mención de las ampolletas. A ello se agrega el hecho de que este instrumento en los interiores de cocinas sólo se haya identificado en las numerosas representaciones de este espacio doméstico de Teniers y en una sola pintura de interior en el caso de Thomas Wijck, lo cual conduce a pensar que más que un uso realmente práctico, fue un recurso de los pintores. Las ampolletas se encuentran en los estantes, junto con otras ollas, vasos y botellas, no junto con elementos relacionados con las representaciones del Tiempo o de la muerte y el investigador David J. Boullin en “An iconographic study of sandglasses”, considera que las representaciones de ampolletas de Teniers son de relojes reales<sup>265</sup> —o físicamente iguales a los que se usaban en la

<sup>265</sup> David J. Boullin, “An iconographic study of sandglasses”, en *Nuncius*, vol.4, núm. 1, enero 1989, p. 80.

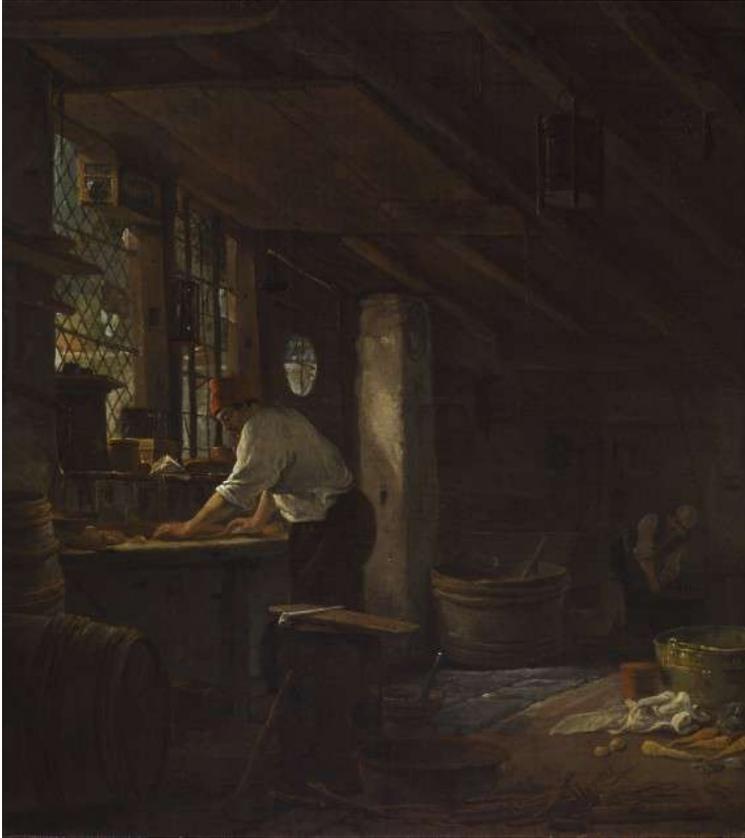


Fig. 28 Thomas Wijck, *Kitchen interior*, 1650-1670, óleo sobre tela, 29 x 26 cm, The Walters Art Museum, Baltimore.  
<https://art.thewalters.org/detail/79242/kitchen-interior-2/>

vida diaria, lo cual se deduce a partir del examen que hace de aproximadamente 2,000 obras de arte y de la clasificación por tipos de estructura de ampollitas que realiza el autor—; no obstante, resulta relevante que en las múltiples pinturas de interiores domésticos no se encuentren más ampollitas.

Por otro lado, las inspecciones de orina por parte de alquimistas, cirujanos o sacerdotes fueron un método llevado a cabo desde la Edad Media para identificar algunas enfermedades. Durante el periodo de estudio hay abundantes obras que representan

este método y en la mayoría de ellas se encuentra un reloj de arena entre los artículos cotidianos que rodean la escena, lo cual podría confirmar el uso de este instrumento por parte de los alquimistas y, además, por parte de quienes se dedicaban al tratamiento de enfermedades, ya fueran cirujanos, dentistas, practicantes médicos e incluso una mujer doctora y un “doctor charlatán”, representados en las pinturas de Antonio Fantuzzi, *A surgeon applying the method of cupping to a man's back* (1542); Jacques Phillipe La Bas, *Le Dentiste*, (1725-1783); David Teniers el joven, *A man examining a urine flask*; James Northcote, *A woman doctor examining a girl's finger*, y Richard Purcell, *A medical practitioner examining a urine flask* (1766), respectivamente [figs. 29 a 33].

En las pinturas y estampas mencionadas, las ampollitas se encuentran sobre la mesa de trabajo del especialista, junto a sus libros, frascos y otros utensilios, con excepción de la estampa

de Antonio Fantuzzi ya que la escena se sitúa en la recámara del enfermo, no en el propio espacio de trabajo del cirujano. Cabe destacar que el “doctor charlatán”, de Richard Purcell, es una estampa que se hizo con base en la pintura de David Teniers, aunque este último no hizo evidente que la escena fuera una sátira del charlatán, en cambio, Purcell se encarga de acentuarlo en la inscripción de la estampa: Quack Doctor.



Fig. 29 Antonio Fantuzzi, *A surgeon applying the method of cupping to a man's back: they are surrounded by anxious family and friends*, 1542, estampa, 26 x 41.5 cm, Wellcome collection, Londres.  
<https://wellcomecollection.org/works/a75x5pgd>



Fig. 30 Jacques Phillippe La Bas, *Le Dentiste*, 1725-1783, estampa, 180 x 216 mm, The British Museum.  
[https://www.britishmuseum.org/collection/object/P\\_1917-1208-1362](https://www.britishmuseum.org/collection/object/P_1917-1208-1362)



Fig. 31 David Teniers el joven, *A man examining a urine flask*, XVII, óleo sobre tela, 36.5 x 52 cm, Wellcome collection, Londres.  
<https://wellcomecollection.org/works/r27gpmjs>

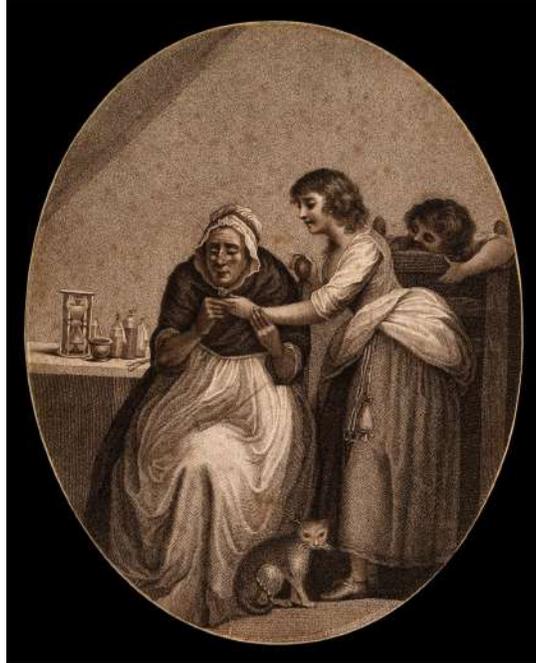


Fig. 32 James Northcote, *A woman doctor examining a girl's finger*, estampa, 19.6 x 15.7 cm, Wellcome collection, Londres.  
<https://wellcomecollection.org/works/jmgpfvdr/items>



Fig. 33 Richard Purcell, *A medical practitioner examining a urine flask*, 1766, grabado, 24.4 x 34.6 cm, Wellcome collection, Londres.  
Richard Purcell, *A medical practitioner examining a urine flask*, 1766, estampa, 24.4 x 34.6 cm, Wellcome collection, Londres.  
<https://wellcomecollection.org/works/gq2cr7yd/items>

En las iglesias y conventos, los relojes de arena también tuvieron una utilidad práctica, por ejemplo, durante las misas, los sacerdotes utilizaban ampolletas para regular la duración de la celebración, en la actualidad aún se conservan algunas ampolletas de iglesia y en algunos templos se puede observar junto al púlpito la estructura en donde se colocaban los relojes de arena durante la ceremonia. Las ampolletas de púlpito, generalmente eran cuádruples (aunque también podían ser sencillas), es decir que dentro de una misma estructura se encontraba una ampolleta de 15 minutos, una de media hora, una de 45 minutos y una de hora; la arena de todas comenzaba a correr al mismo tiempo, pero de esta manera se hacía más evidente cuánto tiempo ya había pasado y cuánto faltaba para que transcurriera una hora completa [figs. 34 y 35]. También, sirvieron para regular la vida, oraciones y tiempos de estudio en la vida conventual,



Fig. 34 Ampolleta cuádruple para medir 15, 30, 45 y 60 minutos, siglo XVII, Alemania, 295x205x60 mm, National Maritime Museum, Greenwich, Londres. <https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10228.html>



Fig. 35 Púlpito de la Iglesia de Aa, Aakirkeby, Bornholm, Dinamarca. <https://n9.cl/tc1pk>

como en el caso de las monjas de Santa Rosa –quienes seguían la regla dominica– debían consagrar “medida por la ampollita, media hora a la meditación, a la oración mental”.<sup>266</sup> Este método para calcular el tiempo de las oraciones se extendió hasta el siglo XIX, de manera similar al ejemplo que se dio sobre los exámenes de grado en México, en Venezuela en 1858 la abadesa del convento de Concepcionistas de Caracas continuaba solicitando relojes de arena para el convento, y en una cantidad considerable, pues pidió “media docena de una hora y media docena de media hora”.<sup>267</sup>

Una última actividad en la que las ampollitas eran usadas, fue durante las guardias de los centinelas en castillos o guarniciones militares. Un claro ejemplo es una carta del 20 de febrero de 1812 escrita al virrey Francisco Xavier Venegas desde el fuerte de San Carlos (Perote, Veracruz), en donde se solicita le ordene al gobernador de Veracruz que compre para la plaza una ampollita de hora y una de media hora, ya que desde hace años usaban una ampollita de hora para la guardia y muda de centinelas y para tocar las horas, pero quedó *inutilizada*. Se pide que la compra se haga a la brevedad ya que *hace mucha falta*. Un mes después se envía la orden de la compra de ampollitas y se indica que se envíen a Perote.<sup>268</sup>

En los ejemplos que se han dado hasta ahora, se puede observar que la utilidad de las ampollitas durante las guardias no se limitaba a los viajes por mar ni a los conventos y monasterios. Además, la utilidad de las ampollitas sobrevivió hasta el siglo XIX a pesar de los avances en el desarrollo de la relojería mecánica y la disminución en los costos de los relojes, al menos en lo que respecta al caso de México, como lo dejan ver los ya mencionados artículos sobre el discurso que se debe dar para obtener el grado de médico, el caso de la solicitud de ampollitas en Perote y, además, el “Reglamento de los repuestos, pertrechos y demás útiles correspondientes a cada una de las diferentes clases de los buques de guerra mexicanos”

---

<sup>266</sup> P. Diego Aracena, *La regla y constituciones de las monjas de la orden de Santiago Domingo*, Santiago, 1863, citado en Eugenio Pereira Salas, “L’*évolution de la notion du temps et les horlogers à l’*époque coloniale au Chili*”, en *Annales. Economies, sociétés, civilisations*, trad. de Despilho, P. X., 21e année, n. 1, 1966, pp. 141-158.*

<sup>267</sup> Archivo Histórico de la Universidad Central de Venezuela B 465, citado en Carlos Federico Duarte, *El arte de medir el tiempo durante el periodo hispánico en Venezuela*, Caracas, Editorial Arte, 1993, p. 58.

<sup>268</sup> AGN, Indiferente Virreinal, caja 2994, exp. 46, ff. 2-3.

publicado en 1843,<sup>269</sup> en donde se indica cuántas ampollitas y de qué medida debía llevar cada tipo de embarcación de guerra. Las ampollitas fueron provechosas en tierra pero no en todos los ámbitos de la vida cotidiana, sino sólo para algunas actividades específicas y por personas con ciertas características, como los humanistas, o quienes se dedicaban a algún oficio como la alquimia o a realizar preparaciones médicas, además de centinelas, maestros, sacerdotes y algunos otros religiosos; mas, hay diversos motivos por los que los registros escritos contienen poca información sobre ellas, la cual muchas veces se limita a salpicaduras en diversos tipos de documentos con menciones circunstanciales.

El primero de estos motivos es que no hay un interés genuino por el instrumento. Esto se debe a que los científicos interesados en controlar la medida del tiempo estuvieron concentrados en la relojería mecánica, o en algunos casos en la gnómica –ciencia muy compleja debido a la relación entre astronomía, geometría, matemáticas y el tiempo–, y no se inclinaron por el humilde reloj de arena, así etiquetado porque para usarlo no se necesitaba un conocimiento específico ni técnico y, como se explicó en el primer capítulo, las características de la ampollita no correspondían con las aspiraciones de llegar a confeccionar una máquina automática, precisa y de funcionamiento perpetuo. Por otro lado, aunque su fabricación requiriera de saberes artesanales, podían ser ensamblados y ajustados a la medida del tiempo que se deseara por fabricantes de otros instrumentos matemáticos, muchos de ellos más complejos. Respecto a su fabricación, también es importante destacar que no había motivos por los que su medida tuviera que ser estrictamente exacta –en el caso de su uso cotidiano en tierra, ya que en las ampollitas para navegar, pequeños errores acumulados podían causar un cálculo de la ubicación completamente equivocado–, en consecuencia no fue necesario desarrollar complejas técnicas que requirieran tratados o grandes descripciones y, en última instancia, las ampollitas *dictan* un tiempo personal, lo que el usuario necesita que dure, no *dicen* el tiempo.

Estas últimas líneas conducen a otra causa de su ausencia: no hubo una agrupación, gremio u oficio específico que se dedicara a su producción. Una vez más se reitera que esto

---

<sup>269</sup> “Reglamento de los repuestos, pertrechos y demás útiles correspondientes a cada una de las diferentes clases de los buques de guerra mexicanos”, en *Diario del Gobierno de la República Mexicana*, 1843-09-03, p. 11 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/resultados/visualizar/558a33ac7d1ed64f169937f6?resultado=16&tipo=pagina&intPagina=3&palabras=ampollita>

sucedió con excepción de la ciudad de Núremberg, en donde existieron personas dedicadas especialmente a su construcción. Gracias a las *trade-cards* se sabe que en Londres en el siglo XVIII su fabricación estuvo en manos de quienes hacían instrumentos matemáticos, como ballestillas, compases, brújulas, reglas y astrolabios, entre otros; probablemente esto fue así también en otras regiones. En el caso de la Nueva España sólo se puede afirmar que Puebla de los Ángeles fue el lugar en donde se concentró la mayor parte de su producción ya que los distintos documentos en donde se solicitan ampollitas piden explícitamente que se envíen desde ahí o indican que ya se han pedido a dicha ciudad; es plausible que esto se debiera a que en Puebla se manufacturaban diferentes artículos destinados específicamente a la navegación y, seguramente, la producción local de ampollitas era escasa o casi inexistente. No obstante, hasta el momento no hay información contundente sobre quiénes pudieron haber sido los encargados de el ensamblaje de las ampollitas en Nueva España.

Un tercer motivo de su ausencia en las fuentes es que fueron la solución más sencilla a uno de los problemas más complejos: la determinación precisa de las horas iguales tanto en tierra como en mar, es decir, la apropiación del tiempo. Los relojes de arena parecen haberse basado en la simple sustitución del agua por un sólido, lo que les permitió ser más duraderos y portátiles. Por último, otra causa de las escasas menciones sobre ampollitas es que, en comparación con otros instrumentos de medición del tiempo, fueron bastante económicas y en consecuencia, accesibles; salvo algunas excepciones, en donde sus ricas decoraciones seguramente los hacían aptos para colocarlos como ornamentos útiles en las casas o bibliotecas, de la misma manera en que un reloj mecánico además de tener una aplicación específica servía como un indicador del estatus de quien lo poseía; es decir, tenían una doble funcionalidad.

Para concluir este apartado ya sólo queda aclarar las posibles diferencias entre la cotidianidad del uso del reloj de arena en contextos europeos y en la Nueva España. Si bien, para detectar imágenes con representaciones de ampollitas se usaron tanto los sitios de las colecciones digitales de museos europeos como mexicanos, en las imágenes seleccionadas se puede observar un gran desequilibrio respecto a la información que se tiene sobre Europa, respecto a la que se tiene sobre Nueva España. Por un lado, la raíz de dicho desequilibrio está en el modo de organización de las colecciones digitales de los museos, países como Alemania,

Países Bajos, Francia, Bélgica, España, Inglaterra, Irlanda, Italia y Estados Unidos,<sup>270</sup> tienen la mayor parte de sus colecciones, si no es que todas, ya digitalizadas y descritas, lo que facilita el acceso a la información. Desafortunadamente, en México pocos museos cuentan con bases de datos completas que permitan realizar búsquedas exhaustivas en las colecciones, incluyendo las piezas que no están expuestas; no obstante, a partir de las consultas realizadas, destaca la gran desigualdad en cuanto a la cantidad de ampollitas representadas, lo que también podría deberse a las diferencias en las temáticas de los pintores europeos y de los novohispanos. Por otro lado, en los registros escritos también hay una notable divergencia en la cantidad de materiales sobre ampollitas; por ejemplo, hasta el momento no se ha detectado ningún documento novohispano que plantee mejoras a las ampollitas o realice un análisis sobre sus defectos desde el punto de vista de la física y matemáticas, como lo hicieron autores como Le Roy y Bernoulli, explicados en el capítulo anterior.

Lo anterior induce a preguntarse si hubo una gran diferencia entre el habitual uso de las ampollitas en la Nueva España respecto a los países europeos. En el estado en el que se encuentra la investigación hasta el momento, puede concluirse que las ampollitas pasaron a América y conservaron su funcionalidad en la navegación; en las guardias de fuertes, monasterios y conventos religiosos; así como en las cátedras en las escuelas y posiblemente en otro tipo de discursos; incluso llegaron a circular algunas decorativas casi lujosas [fig. 6], como también sucedió en Europa. Sin embargo, parece probable que su uso en el interior de los hogares fuera más escaso. En el Catálogo de Protocolos, disponible en línea,<sup>271</sup> del Archivo General de Notarías de la Ciudad de México, sólo se identificó un caso de almoneda pública en donde se vendió una ampollita,<sup>272</sup> la cual, debido a la relación con los otros objetos que se encontraban en el inventario, parece haber estado destinada a la navegación. Por su parte, en las pinturas de cocinas que fueron consultadas –siendo las poblanas las más representadas– no se ha detectado hasta el momento ninguna ampollita; lo mismo sucede con las pinturas de castas, en las que fue común ilustrar interiores domésticos o de talleres, y tampoco se han identificado

---

<sup>270</sup> Aunque no sea un país europeo, muchos de sus museos contienen un gran acervo de pinturas europeas de la época de interés para el presente trabajo.

<sup>271</sup> Sólo permite acceder a una parte contenido total del Archivo de los siglos XVI y XVII.

<sup>272</sup> Inventario de los bienes de Pedro de Saucedo, Catálogo de protocolos del Archivo General de Notarías de la Ciudad de México, not. 1, vol. 169, ficha 27, México, 18 de noviembre de 1573.

relojes de arena. Sólo se han detectado pinturas con ampolletas cuando el tema central son personales religiosos o santos, como las representaciones de San Agustín y San Jerónimo realizadas por Diego Calderón, quien mantuvo los atributos tradicionales de los santos, como el lugar de estudio, los libros y la ampolleta, y en los *memento mori* y *vanitas*.

Por último, es importante destacar que aún hasta el siglo XVIII el tiempo no tenía la precisión ni la aceleración que tiene hoy en día.<sup>273</sup> Usar un reloj o ampolleta, no era indispensable para la vida cotidiana, había otras referencias que permitían conocer la hora, como el sonido de las campanadas de las iglesias o los relojes de los edificios públicos. Tener una ampolleta propia podía ser útil, pero no era vital para todos.

### 3.2 El Tiempo, la muerte y la virtud. Uso metafórico

A partir de las imágenes identificadas en diferentes museos de arte europeos, americanos y mexicanos se ha detectado que las pinturas en donde se encuentran ampolletas con una carga metafórica, su uso puede estar ligado a tres temas principales: la alegoría del Tiempo, la muerte –ligada a las pinturas *memento mori* y *vanitas*–, y como virtud –estudio y templanza–. Es importante aclarar que en muchas ocasiones la división entre estos temas no está bien delimitada, sino que se entremezclan, sobre todo en pinturas referentes al paso del tiempo y la brevedad de la vida. Se tomarán como ejemplo sólo algunas de estas imágenes para ejemplificar cada uno de los tres temas principales, ya que a diferencia de la ausencia de las ampolletas en los registros escritos, las representaciones de las mismas asociadas al Tiempo, la fugacidad de la vida y la virtud son muy numerosas.

En primer lugar, respecto a las ampolletas como parte de las representaciones del tiempo, a finales del siglo XVI el estudioso italiano del arte, Cesare Ripa (1555-1622)<sup>274</sup> en su libro sobre iconología ya asociaba estrechamente al reloj de arena como emblema del tiempo, en la

---

<sup>273</sup> Sobre este tema ver Ricardo Uribe Parra, *Las dinámicas del tiempo. Relojes, calendarios y actitudes en el virreinato de la Nueva Granada*, Medellín, La Carreta Editores, 2016, 180 p.

<sup>274</sup> Se consultó la traducción del catedrático de literatura en el Colegio de San Juan Letrán, don Luis G. Pastor de 1866. Disponible en línea <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080013688/1080013688.PDF> Consultado el 30 de agosto de 2021



Fig. 36 Enea Vico, *Time*, 1545-1550, estampa, 7.8 x 7.3 cm, Metropolitan Museum of Art, Nueva York. <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/370511>

traducción al español de su obra, se dice que la personificación del Tiempo se representa como un hombre viejo con alas, ya que no hay nada más antiguo que él, y se le dan dos atributos: el reloj de arena, como emblema del presente que huye, además de la guadaña, que simboliza que el tiempo puede destruirlo todo.<sup>275</sup>

Muchos artistas representaron al Padre Tiempo justo como Ripa lo describió, uno de ellos fue Enea Vico, un grabador italiano (1523-1567) que en su obra *Tiempo* ejemplifica lo descrito por Ripa [fig. 36]. En la estampa se puede observar al Tiempo como un viejo alado que realiza algunos trazos en el mundo, a sus pies se encuentra una ampollita de la cual aún

cae la arena. Pero no siempre fue mostrado solo, con sus atributos, en algunas imágenes el Tiempo pelea y vence a la belleza, en otras, por el contrario, el Padre Tiempo es derrotado por la belleza y la esperanza, como en las pinturas de Giovanni Domenico Cerrini, *El Tiempo destruyendo la Hermosura* (siglo XVII) y Simon Vouet, *El Tiempo vencido por la Esperanza y la Belleza* (1627), respectivamente. En la primera de ellas, la ampollita se encuentra a los pies del Tiempo junto a una guadaña y un libro, mientras el Tiempo derrota a la Hermosura, en la segunda de ellas el Tiempo ya derrotado se aferra a su ampollita y su guadaña yace debajo de Él [figs. 37 y 38].

En otras variantes, se muestra al Tiempo como un observador que acecha la escena, su presencia recuerda al espectador el inevitable paso del tiempo, como en el *Retrato y alegoría de Johan Georg I de Sajonia*, de Andreas Göding (1624), en donde una vez más el Tiempo es un hombre viejo alado, pero en esta ocasión está coronado por un pequeño reloj de arena con alas en

<sup>275</sup> Luis G. Pastor, *Iconología o tratado de alegorías y emblemas*, México, Imprenta económica calle del puente de Jesús Nazareno número 7, 1866, pp. 136-138. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080013688/1080013688.PDF> Consultado el 30 de agosto de 2021.



Fig. 37 Giovanni Domenico Cerrini, *El Tiempo destruyendo la Hermosura*, siglo XVII, óleo sobre lienzo sin forrar, 260 x 228 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-tiempo-destruyendo-la-hermosura/4eade62f-c01b-4640-bd24-5450793b3ab5?searchid=b6020332-6876-f357-1b5e-fe4d19a12fad>



Fig. 38 Simon Vouet, *El Tiempo vencido por la Esperanza y la Belleza*, 1627, óleo sobre lienzo, 107 x 142 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-tiempo-vencido-por-la-esperanza-y-la-belleza/ebaeb191-f3ff-43b1-9207-fb36a3e5ad5a?searchid=b6020332-6876-f357-1b5e-fe4d19a12fad>

su cabeza [fig. 39]. Algunas veces el Tiempo se muestra junto con sus diferentes edades, como en la pintura de Hans Baldung Grien, *Las Edades y la Muerte* (1541-1544) [fig. 40]. En estos casos el Tiempo, como personificación, recuerda que siempre transcurre y lo efímero de la vida. En este punto, las representaciones de las ampollitas y del tiempo, en algunas ocasiones se ligan con las representaciones y recordatorios de la muerte.

En este último caso es común que las ampollitas estén acompañadas de un cráneo o un esqueleto, y, a veces, una guadaña. En la pintura de Jacopo Ligozzi, *Alegoría de la Redención* (ca. 1587) se puede observar a Jesús muerto a los pies de la cruz mientras su madre lo sostiene, alrededor de él, además de algunas representaciones del pecado, se encuentra un esqueleto encadenado a la cruz con un reloj de arena en su mano, de esta forma se indica que Cristo, al morir, venció a la muerte misma [fig. 41]. Como esta, hay otras pinturas, en las que la atención se centra en un personaje en su lecho de muerte, mientras corre la arena de un vaso a otro de la

ampolleta. Como ejemplo, la pintura de Christiaan Julius Lodewyck Portman, *The Death of Willem Barents*, (1836) en que se muestra a este navegante holandés a punto de morir tras un accidente marítimo en los mares del norte de Rusia, rodeado de otros hombres de mar, al fondo los restos de su embarcación y frente a la escena una ampolleta, en la cual la arena ya se agotó [fig. 42].



Fig. 39 Andreas Göding, *Retrato y alegoría de Johan Georg I de Sajonia*, 1624, óleo sobre cobre, 29.5x23.8 cm, Rüstkammer (Arsenal), Dresden.  
<https://skd-online-collection.skd.museum/Details/Index/287408>



Fig. 40 Hans Baldung Grien, *Las Edades y la Muerte*, 1541-1544, óleo sobre tabla, 151 x 61 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/las-edades-y-la-muerte/d5ef2c3e-48d1-40a8-8bb7-745314a1197c?searchid=b6020332-6876-f357-1b5e-fe4d19a12fad>



Fig. 41 Jacopo Ligozzi, *Alegoría de la Redención*, hacia 1587, óleo sobre tabla, 48.2 x 31.7 cm, Museo del Prado.  
<https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/alegoria-de-la-redencion/6b900459-650c-4728-ae91-6156e456825f?searchid=b6020332-6876-f357-1b5e-fe4d19a12fad>



Fig. 42 Christian Julius Lodewyck Portman, *The Death of Willem Barents*, 1836, óleo sobre tela, 990 x 1333mm, National Maritime Museum, Greenwich, London.  
<https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/11851.html>

También se realizaron obras en las que las ampolletas figuran junto a otros objetos como instrumentos musicales, vino o libros y, en algunas ocasiones, con algún personaje al centro. Estas pinturas son conocidas como *Memento mori*, frase latina que significa “recuerda que morirás”, los objetos buscaban recordar la mortalidad, la brevedad y la fragilidad de la vida humana.<sup>276</sup> Un ejemplo de este género se dio en el apartado anterior cuando se mencionaron las representaciones de santos y eruditos junto a ampolletas, la pintura de Joos van Cleve, *San Jerónimo meditando* (finales del siglo XV-primer mitad del siglo XVI) muestra cómo se entrelaza la común asociación de los estudiosos que realizaron reflexiones sobre la fragilidad de la vida y la muerte, con relojes de arena y las representaciones de *Memento mori* [fig. 25].

---

<sup>276</sup> Art terms, s.v. “*Memento Mori*”, consultado el 30 de agosto de 2021, <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/m/memento-mori>

Otro ejemplo de este tipo de pinturas se encuentra en el *Políptico de la muerte*, obra realizada en 1775 en la Nueva España por un pintor anónimo. Este políptico está compuesto de seis pinturas que se unen por medio de una caja y la obra que funge como portada ha sido titulada “Memento mori”. En ella se pueden observar diversos elementos que aluden a la muerte: al centro, una calavera de pie, sosteniendo en una de sus manos una vela que se consume y, en la otra, una guadaña. A la derecha, un corazón del que sale una flor y está atravesado por unas flechas, con un cráneo al centro, pende de un delgado hilo que sale de una ventana con una telaraña y se sostiene sobre una esfera, de estos elementos caen una serie de objetos mundanos

(instrumentos musicales, una corona y una mitra); esta sección de la pintura representa la metáfora de “un corazón liberado de las ataduras del mundo y sus glorias efímeras”.<sup>277</sup> Del lado izquierdo, hay un cráneo coronado con un bonete sobre un libro, “metáfora de lo inútil del conocimiento sobre la inminencia de la muerte”;<sup>278</sup> sobre él, se encuentra un reloj de arena y un reloj de sol, el primero de ellos, representa la proximidad de la muerte y, el segundo, simboliza el curso de la vida,<sup>279</sup> sin embargo, ambos tiempos están regidos por la voluntad de Dios, como lo indica la filacteria del querubín “*Fiat voluntas dei*” (que suceda la voluntad de Dios).<sup>280</sup>

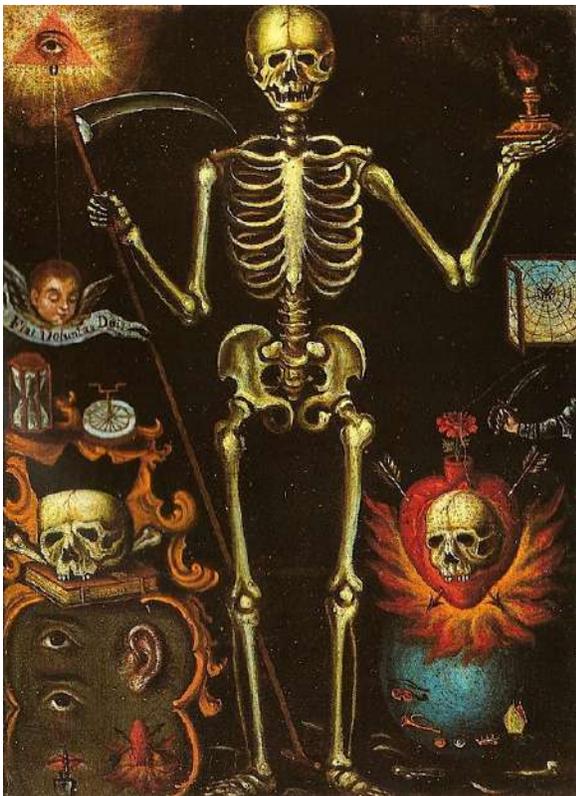


Fig. 43 Anónimo, “Memento mori” *Políptico de la muerte*, óleo sobre madera, 29x23 cm, 1775, Museo Nacional del Virreinato, Tepozotlán, México.

Las pinturas de *vanitas* son similares a las anteriores en el sentido de que recuerdan la

<sup>277</sup> Andrea Montiel López, “Entre esqueletos y versos. El políptico de la muerte: un dispositivo de expiación en la Nueva España del siglo XVIII”, ensayo para optar por el grado de maestra en historia del arte, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016, p. 33.

<sup>278</sup> *Ibid.*, p. 30.

<sup>279</sup> De acuerdo con Sebastián de Covarrubias en *Emblemas morales*, 274. Citado en: *Ibid.*, p. 31.

<sup>280</sup> *Id.*

fragilidad de la vida. Sin embargo, en éstas, los demás objetos que se encuentran junto al reloj de arena tienen la función principal de recordar la inutilidad de la vanidad, de los placeres y de los bienes mundanos<sup>281</sup> frente a la muerte. En este género no se incluyen retratos de personas, sino que lo más importante son los objetos mundanos y el correr del tiempo representado por la ampollita. Una de las muchas pinturas de *vanitas* es la pintura titulada *Vanitas Still Life* (1648), del pintor neerlandés Jan Jansz Treck (1606-1652) en donde además del reloj de arena se encuentra un cráneo, y diversos objetos mundanos como una partitura musical, libros, el dibujo de una mujer, un jarrón, algunos instrumentos musicales, una armadura, una concha sobre la cual reposa un cigarrillo y una bufanda, todos los objetos desordenados sobre una mesa y con un fondo liso café [fig. 44].

El último tema que se desarrolla en las pinturas que contienen ampollitas cuando éstas son simplemente una representación metafórica, es la virtud. Es muy famosa la primera representación pictórica conocida de una ampollita, la cual se encuentra en el fresco de Ambrogio Lorenzetti en el Palacio Público de Siena, *Alegoría del buen y del mal gobierno* (1338-1340), en el cual se personifica a la Templanza con una mujer que sostiene en su mano una ampollita de la cual cae la arena, seguramente ésta fue una de las primeras pinturas en donde se incluyó un reloj de arena, y el autor se encargó de asociar la virtud de la templanza con este instrumento [fig. 45]. Muchos años después, los relojes de arena continuaron siendo asociados a sabios y estudiosos, además de haber sido un instrumento que probablemente usaron en sus talleres, los relojes de arena fueron atribuidos a los humanistas y escritores religiosos como una característica propia, junto con los libros. Al igual que en el caso de los astrónomos y alquimistas, en las representaciones o retratos de estudiosos, el valor metafórico de las ampollitas parece tomar más fuerza frente al valor práctico que pudieron haber tenido.

En la Nueva España, los relojes de arena también se usaron como parte de un escenario virtuoso de estudio y conocimiento. Un ejemplo que se puede ofrecer, es el retrato del fraile misionero Andrés de Olmos (siglo XVI) realizado por J. Aquino, en donde el fraile sentado en una silla de brazos, escribe en un libro recargado en su escritorio, sobre el mismo se encuentra su tintero con algunas plumas, un reloj de arena y al fondo algunos libros, elementos característicos

---

<sup>281</sup> Art terms, s.v. “*Vanitas*”, consultado el 30 de agosto de 2021, <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/v/vanitas>



Fig. 44 Jan Jansz Treck, *Vanitas Still Life*, 1648, óleo sobre roble, 90.5 x 78.4 cm, The National Gallery. <https://www.nationalgallery.org.uk/paintings/jan-jansz-treck-vanitas-still-life>

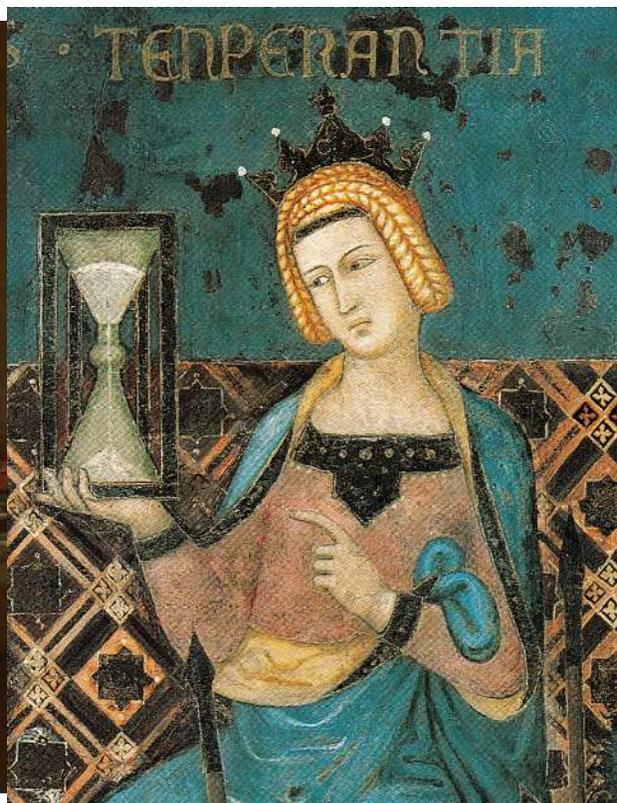


Fig. 45 Ambrogio Lorenzetti, *Alegoría del buen y del mal gobierno*. Detalle de la Templanza, 1338-1340, fresco, Palacio Pública de Siena. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ambrogio\\_Lorenzetti\\_002-detail-Temperance.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ambrogio_Lorenzetti_002-detail-Temperance.jpg)

del trabajo intelectual, pues como es sabido, fray Andrés de Olmos –además de establecer diversas misiones– escribió numerosos textos en náhuatl, totonaco, huasteco y español, algunos de ellos destinados a la enseñanza de las mismas lenguas [fig. 46]. Como se indica en la cartela, esta pintura fue realizada tras la muerte del fraile, en 1571, por lo que, el reloj de arena, además de formar parte de los elementos representativos del estudio como virtud, puede hacer alusión al deceso del protagonista. Finalmente, en el retrato de María Gertrudis del Niño Jesús –monja de la orden de las Carmelitas descalzas del antiguo convento de San José de la ciudad de Puebla, realizado en el siglo XVIII por un pintor anónimo– la monja se encuentra de pie, con un velo negro y sobre él una sencilla corona de rosas, en su mano derecha lleva una vela encendida con un ramillete de claveles, junto a ella hay una mesa con una pequeña escultura del niño Jesús y un libro –probablemente con las reglas de la orden–, todos estos objetos fueron característicos de los



Fig. 46 J. Aquino, *Fray Andrés de Olmos*, siglo XVI, óleo sobre tela, 222 x 116.5 cm, Museo Nacional de Historia del Chapultepec.  
<https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/pintura%3A3970>



Fig. 47 Anónimo, *María Madre de Gertrudis del Niño Jesús*, XVIII, óleo sobre tela, Museo Nacional del Virreinato.  
[https://mediateca.inah.gob.mx/islandora\\_74/islandora/object/pintura%3A2615](https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/pintura%3A2615)

retratos de monjas coronadas del siglo XVIII en la Nueva España. No obstante, en este caso también se encuentra un reloj de arena sobre la mesa –componente pocas veces presente en este tipo de retratos–; en esta pintura, por un lado, puede evocar al estudio al que se dedicaban algunas monjas de velo negro y, por el otro, al final o muerte de la vida seglar de quien está retratada [fig. 47].

Como se ha explicado a lo largo del capítulo, las ampolletas tuvieron una doble función, su uso práctico en la vida cotidiana y una representación simbólica en las artes visuales. Aunque ambas facetas no están siempre claramente divididas en las pinturas y estampas, el uso simbólico de la imagen del reloj de arena parece haber tenido más impacto que el uso práctico; no obstante, esto

no quiere decir que no hayan sido usadas con frecuencia en la vida diaria, sino que las descripciones de su uso cotidiano no son abundantes, probablemente debido a que ponerlas en marcha no implicaba ninguna complicación o conocimiento especializado.

La popularidad del uso metafórico probablemente se deba a que las ampolletas permiten observar con claridad el correr de la arena, cuya se relaciona con la sensación del paso del tiempo y la idea de que así como la arena puede agotarse, el tiempo de la vida también. Es decir, que el instrumento permitió generar imágenes que fueron representadas y aplicadas en la iconografía del tiempo y la muerte desde el siglo XIV hasta el siglo XVIII, y en menor medida aún hasta el siglo XIX.

En resumen, la imagen del reloj de arena fue usado simbólicamente en tres temas principales: como atributo de la personificación del Tiempo, como recordatorio de la proximidad de la muerte y fugacidad de la vida, como un rasgo o instrumento distintivo de estudiosos y sabios. El primero de estos temas puede dividirse en representaciones del Tiempo con sus atributos midiendo o llevando al orbe, el Tiempo siendo derrotado o triunfando, el Tiempo acechando y diferentes edades o momentos del Tiempo, desde el nacimiento, juventud, madurez y hasta la muerte. En el tema de la muerte las ampolletas aparecen acompañando calaveras, escenas en donde un personaje está a punto de perecer o ya ha fallecido, en pinturas de *vanitas* y *memento mori* como recordatorios de la muerte y de la inutilidad de las vanidades mundanas. Por último, como atributo de la virtud las ampolletas aparecen en retratos de santos, sabios y estudiosos, en la mayoría de los casos el personaje principal es representado en el acto de escribir y, en algunos casos, las ampolletas recuerdan las aportaciones que hicieron a las reflexiones sobre de la fragilidad de la vida y la muerte.

## Conclusiones

A lo largo de este trabajo se explicó cuál fue el papel de las ampolletas entre las diversas técnicas de medición del tiempo durante los siglos XIV al XVIII, en pocas palabras, las ampolletas fueron comúnmente usadas porque solucionaban de manera muy sencilla un problema muy complejo: el cómputo del tiempo. Por lo tanto en ellas puede verse reflejado parte de lo que era el tiempo para quienes las usaron.

En este periodo se utilizaron diversos instrumentos que permitían ubicarse temporalmente, algunos de ellos basados en el ciclo natural de luz y oscuridad y, en consecuencia, en los astros visibles y, otros, que sólo funcionaron a partir de la intervención humana. Estos métodos se emplearon de manera simultánea, dado que todos tenían particularidades que los hacían útiles sólo en contextos específicos y, en algunas ocasiones, los márgenes de error que presentaban hacían pertinente emplearlos como métodos complementarios. Ninguno de los instrumentos que se utilizaron para medir el tiempo en este periodo fue completamente fiable; por ello, los encargados de perseguir la aspiración de crear máquinas precisas, perpetuas y autónomas de medición del tiempo, fueron los maestros relojeros, quienes no se interesaron en la fabricación ni en posibles mejoras de las ampolletas. Los responsables de la elaboración de estas últimas fueron los matemáticos y, en casos específicos, existieron artesanos que se dedicaron exclusivamente a su ensamblaje. Por lo anterior, en este trabajo, las ampolletas fueron definidas como un instrumento matemático de medición del tiempo, el cual, poco tenía que ver con lo que se esperaba de un reloj.

En Europa occidental y en la Nueva España, las ampolletas tuvieron una aplicación práctica tanto en diversos espacios en la vida cotidiana, como en algunas tareas especializadas, tal fue el caso de la navegación, en donde además de realizar funciones relacionadas con la técnica –a cargo de los pilotos, quienes transformaban al barco en un lugar de saber–, también fueron usadas a lo largo de todo el día para organizar la vida cotidiana –por medio de los pajes, quienes marcaban el paso del tiempo en el barco como un espacio social–. No obstante, en este

caso también fueron usadas junto con otros instrumentos de medición del tiempo, ya que: pocos fueron realmente útiles para medir el tiempo en el mar, ninguno cubría todas las necesidades del tiempo a bordo, algunos sólo eran útiles en alguno de los hemisferios y el movimiento les hacía perder estabilidad, además, para usarlos era necesario estar familiarizado con el mapa celeste, y saber realizar operaciones matemáticas y, como se explicó con anterioridad, al menos hasta el siglo XVI muchos de los pilotos eran analfabetas funcionales,<sup>282</sup> por lo que sabían ubicarse mejor a la estima que por medio de los instrumentos.

La notoriedad de las ampollitas en la navegación probablemente se debió a que no dependían de la observación de los astros, así que eran útiles tanto de día como de noche y no estaban sujetas a un clima favorable; además, no era necesario conocer el mapa celeste para usarlas, en este sentido eran prácticas incluso para los marineros menos experimentados o en viajes de exploración, en los que en algunas ocasiones aún no se conocían los astros que serían visibles en ese hemisferio. En relación con esto último, podían ser usadas en cualquier latitud, sin necesidad de realizar algún ajuste. Asimismo, no requerían de la realización de ningún cálculo matemático, como sí sucedía con instrumentos que dependían del cálculo de la altura del Sol o alguna otra estrella. En pocas palabras, su uso era muy sencillo y podían servirse de ellas en cualquier momento del viaje. Aunque las ampollitas fueron muy prácticas en este ambiente, también presentaban algunos inconvenientes, como el hecho de que tenían que ser vigiladas constantemente, pues se acumulaban errores que, al realizar cálculos sobre la ubicación o ruta del navío, podían suponer peligrosos accidentes.

A pesar del uso recurrente de este instrumento, su presencia en las fuentes es limitada y cuando se hace alusión a ellas, no son el tema principal, por lo que estas expresiones son breves y aisladas. La ausencia en los tratados náuticos posiblemente se debe a que su uso era muy sencillo por lo que había poco que explicar. Debido a que eran objetos de uso cotidiano en tierra en diferentes espacios, seguramente los hombres de mar las conocían de antemano; en este sentido, no era relevante que nunca hubieran usado una por sí mismos o no poseyeran una a título personal, pues podían observar su uso en lugares públicos, como las iglesias. En cambio, su

---

<sup>282</sup> Pablo Emilio Pérez-Mallaína Bueno, “El arte de navegar: ciencia *versus* experiencia en la navegación trasatlántica”, en Guiomar de Carlos Boutet (coord.), *España y América. Un océano de negocios*, España, Sociedad Estatal Quinto Centenario, 2003, pp. 109-110.

construcción sí requería conocimientos y habilidades técnicas, como puede verse en algunos documentos científicos. En estos textos, los autores hablan desde el punto de vista de las matemáticas y la física para hacer una crítica del artefacto y realizan propuestas para mejorarlos y hacerlos más estables y confiables para la navegación; muestran el interés que se llegó a tener en las ampolletas como medios de solución del problema del tiempo en el mar y muestran una necesidad convertirlas en instrumentos precisos. Por otro lado, las menciones al uso de las ampolletas en la vida cotidiana a bordo se centran en la actividad de los pajes, quienes acompañaban la medida del tiempo con salmodias o letanías; sus voces a coro creaban una especie de ceremonia rítmica, que marcaba el compás del trabajo y ayudaba a que todo funcionara de manera correcta a bordo: mantener el estricto orden y jerarquía era indispensable.

Por su parte, los usos prácticos de las ampolletas en tierra se circunscribieron a actividades en las que quienes hacían uso de ellas buscaban delimitar su propio tiempo y dictarlo a su público, en caso de que hubiera. En estas situaciones informar sobre el tiempo no era la intención principal. Además, se alude a un tiempo propio ya que el tiempo que debía durar el discurso o la clase, por ejemplo, era el tiempo que tardaba la arena en caer de un vidrio a otro, poco importaba si era una hora más *corta* o más *larga*. Si bien las menciones sobre el uso práctico de las ampolletas en tierra dentro de las fuentes escritas son someras, en la pintura sus representaciones son muy abundantes. En las imágenes se pueden identificar con claridad algunas de las aplicaciones que se dieron a las ampolletas en la vida cotidiana de los europeos occidentales y de los novohispanos, así como su labor metafórica representando temas relacionados con el Tiempo, la muerte y con las virtudes del estudio y la templanza. En muchas ocasiones la división entre estos temas no tuvo límites claros ni fijos, sino que se fusionan unos con otros; incluso cuando su representación parece ilustrar el uso de las ampolletas en la vida diaria, en algunas ocasiones llega a tener un contenido simbólico.

La aparente ausencia de las ampolletas en la documentación relativa a los diferentes espacios en que se usó el instrumento pudo tener diferentes causas. La primera de ellas fue que no había un interés genuino por el instrumento, salvo algunas excepciones como en el caso de Daniel Bernoulli, en general los interesados en controlar la medida del tiempo se centraron en la relojería mecánica y algunos en la gnómica, dejando de lado al sencillo reloj de arena. La

simpleza de su forma de uso no demandaba conocimientos específicos, por lo que no era necesario que estuviera presente en grandes descripciones o tratados y aunque su fabricación sí necesitaba de habilidades artesanales particulares, en última instancia podían ser ensamblados y ajustados por cualquier persona con conocimientos básicos sobre matemáticas, dado que las ampolletas medían un tiempo propio y poco afectaba la falta de precisión minuciosa en el caso de su uso cotidiano en tierra.

Otro motivo de su ausencia fue que parece no haber existido una agrupación, gremio u oficio específico que se dedicara exclusivamente a su producción, con excepción de la presencia de los *sanduhrmacher* en la ciudad de Núremberg. Adicionalmente, se sabe que en Londres eran los fabricantes de instrumentos matemáticos en general, quienes también hacían ampolletas; se intuye que esto fue lo más frecuente debido a la relación de las matemáticas con el instrumento, además de que los materiales que trabajaban eran similares a los de un reloj de arena, los instrumentos que fabricaban estaban relacionados con la toma de medidas y generalmente no hacían máquinas al estilo de los relojes mecánicos. Por otro lado, en el caso de la Nueva España sólo se sabe que Puebla fue un lugar de producción de ampolletas, probablemente esto se deba a que era una zona en donde se manufacturaban diferentes enseres para la navegación, así como artículos de vidrio de uso general.

El tercer motivo fue que el uso de ampolletas fue la solución más sencilla a un problema muy complejo: la determinación precisa de las horas iguales tanto en tierra como en mar. Por ello, quienes buscaban la solución al problema del tiempo centraron su mirada en sofisticados artefactos. Por último, las ampolletas, en comparación con otros instrumentos de medición del tiempo, fueron más económicas y accesibles, esto las hacía aptas para usarlas de forma ordinaria en la vida diaria, sin prestarles mucha atención.

El estudio de este objeto, desde su fabricación hasta sus diferentes usos, nos ha permitido identificar algunas de sus características que lo hicieron apto para ser utilizado en diferentes espacios en la vida cotidiana a pesar de su coexistencia con otros instrumentos más perfeccionados. Por ejemplo, las ampolletas funcionaban en silencio, a diferencia de otros, como los relojes de péndulo y de agua; eran sencillas de usar, no requerían ningún conocimiento previo

para ser leídas ni era necesario realizar operaciones matemáticas para comprenderlas; eran pequeñas y en consecuencia transportables; eran más económicas y accesibles que cualquier otro instrumento de medición del tiempo; además podían ponerse en marcha o detenerse cuando el usuario lo deseara simplemente poniéndolas de forma horizontal o vertical; y, por último, eran capaces de limitar cortos periodos de tiempo con relativa fidelidad.

No obstante, también tenían algunas desventajas como la imprecisión y fragilidad de los vidrios, aunque, es importante mencionar, que los demás instrumentos de medición del tiempo en esta época también eran imprecisos y se alteraban con facilidad, estos fueron los principales problemas que la relojería mecánica solucionó con la invención del cronómetro marítimo exacto a mediados del siglo XVIII. Otro inconveniente era que sólo eran útiles para medir el corto periodo de tiempo para el que la ampollita había sido diseñada, pretender usar una ampollita continuamente por un largo periodo implicaba tener que estarla vigilando constantemente.

Para que las ampollitas fueran útiles dentro de la sociedad que las usaba, debían representar parte de lo que se asumía por *tiempo* desde la visión occidental, por lo tanto, en ellas se infiere que el día debe dividirse en 24 horas iguales y a su vez cada hora en cuatro cuartos de 15 minutos. Por otro lado, de su funcionamiento se puede deducir que el tiempo no era preciso y universal, estas características surgieron a partir del siglo XIX y a lo largo del XX, cuando cada vez se redujo más el margen de posibilidad de tener un tiempo propio alejado de lo que dictan las actividades externas a nosotros. El tiempo del reloj de arena es un tiempo propio, que puede detenerse y ponerse en marcha cuando cada usuario lo decida; además, en este sentido, no depende solamente de la naturaleza (gravedad) sino también de los hombres. Es un tiempo en donde el final es claro, probablemente por ello, eventualmente, fue relacionado con la cercanía de la muerte. El reloj de arena hace visible al tiempo, podemos observar como transcurre y se desvanece.

En el párrafo anterior, puede observarse como nuestra manera de percibir el tiempo está influenciada tanto por la sociedad a la que pertenecemos,<sup>283</sup> como por el instrumento que usamos para realizar su cómputo. Asimismo, es importante destacar que el tiempo que se mide, no es siempre el mismo, por ejemplo, en el caso de la navegación, analizado en este trabajo, al menos

---

<sup>283</sup> De acuerdo con la explicación que se dio en un inicio respecto a los planteamientos de Norbert Elias sobre el tiempo.

hay dos tiempos, uno científico y otro que marca el ritmo de la vida, a su vez, este último, no es el mismo para todos, pues la jerarquía y las condiciones de trabajo de cada quien pueden modificar este tiempo personal.

Por el momento, la investigación se centró en un sólo objeto a lo largo de un amplio periodo de tiempo y en un vasto espacio, sin embargo, puede abrir paso a otras vertientes. Por un lado sería interesante estudiar la relación entre el reloj de arena y la manera de percibir el tiempo en contextos más concretos e inclusive realizar algunas comparaciones, por ejemplo, regresando al caso de la navegación cabría preguntarse ¿cómo diferiría la percepción del tiempo –en relación con el empleo del reloj de arena– a bordo de las embarcaciones de las diferentes potencias que surcaron los grandes océanos en el siglo XVIII?

Ya se conoce, en términos generales, la naturaleza del reloj de arena y sus implicaciones en la forma de entender el tiempo, pero seguramente, las diferencias en el pensamiento de los ingleses, españoles, franceses y neerlandeses, como sociedades particulares, así como las diferencias en las técnicas de navegación, algunas de las características del siglo XVIII y los avances en la tecnología, imprimirían diferentes rasgos a las formas de entender el tiempo a bordo de las embarcaciones de cada una de estas culturas. Por otro lado, surgirían otras preguntas, más cercanas con el tiempo en sí mismo, como ¿qué entiende por tiempo cada una de esas sociedades desde que se encuentran en tierra y cómo ello se modifica al embarcarse y adentrarse a un espacio no humano con características particulares? La respuesta a estas preguntas y una definición propia del concepto tiempo podrían ofrecerse en futuras investigaciones.

## Índice de imágenes

Fig. 1 Reloj de arena sin protecciones en los cuellos, siglo XVIII, 32.1 cm, Metropolitan Museum of Art.....	25
Fig. 2 Ampolleta para medir un minuto con el cuello aún protegido, finales del siglo XVIII y principios del XIX, 16.5 cm, Museo Naval de Madrid.....	25
Fig. 3 Muestras de la forma y tamaños que debían tener las botellas de vidrio para reloj.....	26
Fig. 4 Reloj de arena, Nueva España, Museo Franz Mayer.....	27
Fig. 5 Trade-card (reproducción) de Charles Digby, fabricante de instrumentos matemáticos, s. f.....	45
Fig. 6 Trade-card (reproducción) de Thomas Tuttell, fabricante e instrumentos matemáticos, 1697.....	45
Fig. 7 Trade-card (reproducción) de John Browne, fabricante e instrumentos, <i>ca.</i> 1750.....	46
Fig. 8 Retrato de Jakob Wagenseil (1621-1692), fabricante de relojes de arena.....	48
Fig. 9 Retrato de Karl Schubardt ( <i>ca.</i> 1631-23/11/1693), fabricante de relojes de arena.....	48
Fig. 10 Estampa del taller de un artesano fabricante de ampolletas, realizado por Christoff Weigel en 1698.....	50
Fig. 11 Astrolabio náutico, latón, 17 x 178 mm, peso: 2550 g., <i>c.</i> 1588, National Maritime Museum, Greenwich, Londres.....	63
Fig. 12 Esquema que muestra el movimiento de las Guardas.....	67

Fig. 13 Esquema en donde se indica cuál será la ubicación de la Kochab a la media noche a lo largo del año de acuerdo con Diego García de Palacio.....	67
Fig. 14 Nocturlabio francés, latón, 5 x 145 x 85 mm, c. 1700, National Maritime Museum, Greenwich, Londres, Caird Collection.....	70
Fig. 15 Dibujo del diseño de ampollita de Phillipe de la Hire.....	79
Fig. 16 Interior de la ampollita propuesta por Daniel Bernoulli.....	83
Fig. 17 <i>The Pentateuch</i> , 1390-1396, f. 72v.....	108
Fig. 18 Estampa en: Martín Lutero, <i>An die Radherrn aller stedte deutsches lands (Carta a los concejales)</i> , Erfurt, 1524.....	109
Fig. 19 David Teniers el Joven, <i>Monos en la escuela</i> , 1660 ca., óleo sobre lámina de cobre, 25 x 34 cm, Museo del Prado.....	110
Fig. 20 Jan Josef I Horemans, <i>Maestro de escuela (La clase)</i> , finales del siglo XVII-primera mitad del siglo XVIII, óleo sobre tabla, 30 x 30 cm, Museo del Prado.....	110
Fig. 21 Jan Josef I Horemans, <i>A schoolmaster and his pupils in an interior</i> , 1712, óleo sobre tela, 50.6 x 60.6 cm.....	111
Fig. 22 Anónimo, <i>Retrato de Hugh Peters</i> , XVIII, grabado, 143 x 92 mm, The British Museum.....	112
Fig. 23 Paolo Veronés, <i>La disputa con los doctores en el Templo</i> , hacia 1560, óleo sobre lienzo, 236 x 430 cm, Museo del Prado.....	113
Fig. 24 Gerrit Dou, <i>El viejo maestro de la escuela</i> , 1671, óleo sobre roble, 32x25 cm, Gemäldegalerie Alte Meister (Galería de imágenes de los viejos maestros), Dresde.....	114
Fig. 25 Joos van Cleve (Taller de), <i>San Jerónimo meditando</i> , finales del siglo XV-primera mitad del siglo XVI. óleo sobre tabla. 62 x 54 cm. Museo del Prado.....	114

Fig. 26 Vittore Carpaccio, <i>La visión de San Agustín</i> , Scuola Dalmata di San Giorgio degli Schiavoni, Venecia.....	115
Fig. 27 David Teniers el Joven, <i>Interior de cocina con mujer dormida</i> , siglo XVII, óleo sobre panel, 41.5 x 64.5 cm.....	118
Fig. 28 Thomas Wijck, <i>Kitchen interior</i> , 1650-1670, óleo sobre tela, 29 x 26 cm, The Walters Art Museum, Baltimore.....	119
Fig. 29 Antonio Fantuzzi, <i>A surgeon applying the method of cupping to a man's back: they are surrounded by anxious family and friends</i> , 1542, estampa, 26 x 41.5 cm, Wellcome collection, Londres.....	120
Fig. 30 Jacques Phillipe La Bas, <i>Le Dentiste</i> , 1725-1783, estampa, 180 x 216 mm, The British Museum.....	121
Fig. 31 David Teniers el joven, <i>A man examining a urine flask</i> , XVII, óleo sobre tela, 36.5 x 52 cm, Wellcome Collection, Londres.....	121
Fig. 32 James Northcote, <i>A woman doctor examining a girl's finger</i> , estampa, 19.6 x 15.7 cm, Wellcome Collection, Londres.....	122
Fig. 33 Richard Purcell, <i>A medical practitioner examining a urine flask</i> , 1766, grabado, 24.4 x 34.6 cm, Wellcome collection, Londres.....	122
Fig. 34 Ampolleta cuádruple para medir 15, 30, 45 y 60 minutos, siglo XVII, Alemania, 295x205x60 mm, National Maritime Museum, Greenwich, Londres.....	123
Fig. 35 Púlpito de la Iglesia de Aa, Aakirkeby, Bornholm.....	123
Fig. 36 Enea Vico, <i>Time</i> , 1545-1550, estampa, 7.8 x 7.3 cm, Metropolitan Museum of Art, Nueva York.....	129
Fig. 37 Giovanni Domenico Cerrini, <i>El Tiempo destruyendo la Hermosura</i> , siglo XVII, óleo sobre lienzo sin forrar, 260 x 228 cm, Museo del Prado.....	130

Fig. 38 Simon Vouet, <i>El Tiempo vencido por la Esperanza y la Belleza</i> , 1627, óleo sobre lienzo, 107 x 142 cm, Museo del Prado.....	130
Fig. 39 Andreas Göding, <i>Retrato y alegoría de Johan Georg I de Sajonia</i> , 1624, óleo sobre cobre, 29.5x23.8 cm, Rüstammer (Arsenal), Dresden.....	131
Fig. 40 Hans Baldung Grien, <i>Las Edades y la Muerte</i> , 1541-1544, óleo sobre tabla, 151 x 61 cm, Museo del Prado.....	132
Fig. 41 Jacopo Ligozzi, <i>Alegoría de la Redención</i> , hacia 1587, óleo sobre tabla, 48.2 x 31.7 cm, Museo del Prado.....	132
Fig. 42 Christian Julius Lodewyck Portman, <i>The Death of Willem Barents</i> , 1836, óleo sobre tela, 990 x 1333mm, National Maritime Museum, Greenwich, London.....	133
Fig. 43 Anónimo, “Memento mori” <i>Políptico de la muerte</i> , óleo sobre madera, 29x23 cm, 1775, Museo Nacional del Virreinato, Tepozotlán, México.....	134
Fig. 44 Jan Jansz Treck, <i>Vanitas Still Life</i> , 1648, óleo sobre roble, 90.5 x 78.4 cm, The National Gallery.....	136
Fig. 45 Ambrogio Lorenzetti, <i>Alegoría del buen y del mal gobierno. Detalle de la Templanza</i> , 1338-1340, fresco, Palacio Pública de Siena.....	136
Fig. 46 J. Aquino, <i>Fray Andrés de Olmos</i> , siglo XVI, óleo sobre tela, 222 x 116.5 cm, Museo Nacional de Historia del Chapultepec.....	137
Fig. 47 Anónimo, <i>María Madre de Gertrudis del Niño Jesús</i> , XVIII, óleo sobre tela, Museo Nacional del Virreinato.....	137

## Referencias bibliográficas

### Archivos

<u>Archivo</u>	<u>Fondo</u>
Archivo General de la Nación	Marina Historia Indiferente virreinal
Archivo General de Notarías de la Ciudad de México	Catálogo de Protocolos
Hemeroteca Nacional de México	

### Bases de datos digitales

British Library <https://www.bl.uk/catalogues-and-collections/digital-collections>

The British Museum <https://www.britishmuseum.org/collection>

"Die Hausbücher der Nürnberger Zwölfbrüderstiftungen: Digitale Erschließung und Edition von Handwerkerdarstellungen des 15.-19. Jahrhunderts" [Sitio web del proyecto "Los libros de la casa de la Fundación Doce Hermanos de Nuremberg: indexación digital y edición de representaciones artesanales de los siglos XV al XIX"] <https://hausbuecher.nuernberg.de/index.php?do=page&mo=2>

Mediateca INAH [https://mediateca.inah.gob.mx/islandora\\_74/](https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/)

Metropolitan Museum of Art <https://www.metmuseum.org/search-results#!/search?q=>

Museo Franz Mayer <https://franzmayer.org.mx/>

Museo Nacional del virreinato <https://virreinato.inah.gob.mx/>

Museo Naval de Madrid <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/cienciaorganoprefLang-es/01cienciamuseo--03colecciones--00colecciones>

Museo del Prado <https://www.museodelprado.es/coleccion>

Museo virtual de la ciencia <http://museovirtual.csic.es/salas/universo/astro6.htm>

National Maritime Museum, Greenwich, <https://collections.rmg.co.uk/collections/objects/10228.html>

Staatliche Kunstsammlungen Dresden [Colecciones de arte estatales de Dresde] <https://skd-online-collection.skd.museum/>

The Walters Art Museum <https://thewalters.org/>

Wellcome Collection <https://wellcomecollection.org/collections>

## Diccionarios

Art terms, <https://www.tate.org.uk/art/art-terms>

Diccionario marítimo español, Madrid en la Imprenta Real, 1831, [https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=DT4Kzd55sKkC&pg=PR1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false)

Nuevo Tesoro Lexicográfico de la Real Academia Española de la Lengua, <http://ntlle.rae.es/ntlle/SrvltGUILoginNtlle>

Real Academia Española, Diccionario de Autoridades (1726-1739), <https://webfrl.rae.es/DA.html>

Tesoro de la lengua Castellana o Española compuesto por el licenciado don Sebastián de Covarrubias Orozco, Madrid, 1674, <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/del-origen-y-principio-de-la-lengua-castellana-o-romance-que-oy-se-vsa-en-espana-compuesto-por-el--0/html/00918410-82b2-11df-acc7-002185ce6064.html>

### **Tratados, cartas, diarios y notas hemerográficas**

Anónimo, *Le ménagier de Paris. Traité de morale et d'économie domestique. Composé vers 1393 par un bourgeois parisien*, v. II, 1393, 1436 p. <https://www.gutenberg.org/ebooks/44070>

Apiano, Pedro, *La Cosmographia corregida y añadida por Gemma Frisio*, Amberes, por Iuan Bellerio al Aguila de Oro, 1575, 68 f.

Bernoulli, Daniel, *Discours sur la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement des clepsidres ou sabliers*, Paris, chez Claude Jombert, 1725, 21 p.

Bernoulli, Daniel, *La meilleure manière de trouver l'heure en mer, par observation, soit dans le jour, soir dans les crépuscules, et sur-tout la nuit, quand on ne voit pas l'horizon*, Paris, 1747, pp. 459-528.

Chaves, Alonso de, *Quatri Partitu en cosmographia practica y por otro nombre llamado espejo de navegantes*, c. 1528, 150 f.

Coignet, Michel, *Instruction nouvelle des poincts plus excellents et nécessaires, touchant l'art de naviguer*, chez Henry Hendrix, 1581, 98 p.

Colón, Cristóbal, *Los cuatro viajes del Almirante y su testamento*, 10ª ed., Madrid, Espasa Calpe, 1991, versión digital en: <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/los-cuatro-viajes-del-almirante-y-su-testamento--0/html/>

Cortés Albácar, Martín, *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar*, estudio de Mariano Cuesta Domingo, Madrid, Editorial Naval - Museo Naval, 1990, 288 p.

Dampier, William, *Dos viajes a Campeche. Con el facsímil de la edición inglesa de 1705*, José Manuel Villapando (introd.), México, Miguel Ángel Porrúa, 2ª ed., 2004, 297 p.

“Discurso leído en la Sociedad Médica del Distrito Federal la noche del 15 de noviembre anterior por uno de sus socios”, *El Sol*, 18 de enero de 1831, pp. 2266-2267 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/resultados/visualizar/558a34ab7d1ed64f16a992f8?resultado=2&tipo=pagina&intPagina=3&palabras=ampolleta>

“Discurso leído en la Sociedad Médica del Distrito Federal la noche del 15 de noviembre anterior por uno de sus socios”, *El Sol*, 19 de enero de 1831, pp. 2270-2272 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/publicacion/visualizar/558a34ab7d1ed64f16a9933a?intPagina=3&tipo=pagina&palabras=ampolleta&anio=1831&mes=01&dia=19>

Escalante de Mendoza, Juan, *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*, transcripción de Martín Fernández de Navarrete (1791), 1575, 322 f.

García de Céspedes, Andrés, *Regimiento de Navegación*, c. 1606, 114 f.

García de Palacio, Diego, *Instrucción náutica*, primer libro, México, impreso en casa de Pedro Ocharte, 1587, ff. 1-49.

Gella Iturriaga, José, *Refranero del mar*, vol 1, Madrid, Instituto Histórico de Marina, 1944, 231 p.

Gestoso y Pérez, José, *Ensayo de un diccionario de los artífices que florecieron en Sevilla: desde el siglo XIII al XVIII inclusive*, t. I, 1899, 312 p.

Grollier de Servière, Nicolas, *Recueil d'ouvrages curieux de mathématique et de mécanique*, Lyon, 1719, 101 p.

Hire, Philippe de la, “Extrait d’une lettre de M. de la Hire de l’Académie Royal des Sciences, à l’auteur du Journal; contenant une nouvelle invention d’horloges à sable pour les voyages de mer”, en *Journal des Sçavants*, lunes 11 de septiembre de 1682, pp. 207-208.

Medina, Pedro de, *Arte de navegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y avisos que a la buena navegación son necesarios*, Valladolid, en casa de Francisco Fernandez de Córdoba, 1545, 100 f. <http://biblioteca.galiciana.gal/es/consulta/registro.do?id=9489><http://biblioteca.galiciana.gal/es/consulta/registro.do?id=9489>

Medina, Pedro de, *Regimiento de Navegación*, Sevilla, 1552, fs. s/n. <https://catedranaval.files.wordpress.com/2014/09/medina1.pdf>

Nájera, Antonio de, *Navegación especulativa y práctica*, Lisboa, 1628, 149 f.

Pascal, Blaise, *Les Provinciales ou lettres escrimes par Louis de Montalte a un provincial de ses amis et aux rr. pp. jésuites*, Colonia, chez Nicolas Schoute, 1659, 240 p. <https://books.google.com/books?id=ABKngCqMnKAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Pérez Pastor, Francisco (trad.), *Tratado de los relojes elementares o el modo de hacer reloxes con el agua, la tierra, el ayre, y el fuego*, Madrid, Juan Antonio Lozano (impresor), 1770, 161 f.

“Reglamento de los repuestos, pertrechos y demás útiles correspondientes a cada una de las diferentes clases de los buques de guerra mexicanos”, en *Diario del Gobierno de la República Mexicana*, 1843-09-03, pp. 10-11 <http://www.hndm.unam.mx/consulta/resultados/visualizar/558a33ac7d1ed64f169937f6?resultado=16&tipo=pagina&intPagina=3&palabras=ampolleta>

Salazar, Eugenio de, “La mar descrita por los mareados” en Cesáreo Fernández Duro, *Disquisiciones náuticas*, tomo II, disquisición novena, Madrid, 1877, pp. 178-200.

Santacilia, Jorge Juan y, *Compendio de navegación para el uso de los caballeros guardias-marinas*, Cádiz, Imprenta de Guardias Marinas, 1757, 194 f.

Weigel, Christoff, *Abbildung Der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände Von denen Regenten Und ihren So in Friedens- als Kriegs-Zeiten zugeordneten Bedienten an, biß auf alle Künstler Und Handwercker*, impreso en Ratisbona, 1698, 676 f. <https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/88/7>

Zamorano, Rodrigo, *Compendio de la arte de navegar*, Sevilla, impreso en casa de Ioan León, 1581, 60 f.

## Bibliografía

Adamson, Glenn, “The case of the absent footstool: reading the absent object” en Karen Harvey (ed.), *History and material culture. A student’s guide to approaching alternative sources*, Estados Unidos de Norteamérica, Routledge, 2009, pp. 192-207.

Almazán Tomás, David, “El reloj de la Geisha: el ciclo de las horas en grabado japonés *Ukiyo-e* del periodo Edo (1615-1868)” en Alberto Castán Chocarro, Concha Lomba Serrano y María Pilar Poblador Muga (coords.), *El tiempo y el arte. Reflexiones sobre el gusto IV*, v. 2, España, Institución Fernando el Católico, 2018, pp. 339-350.

Attali, Jacques, *Historias del tiempo*, trad. José Barrales Valladares, México, Fondo de Cultura Económica, 2004, 287 p.

Arias, Victoria, Jaime Vilchis, *Ciencia y técnica entre viejo y nuevo mundo. Siglos XV-XVIII*, España, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, 1992, 291 p.

Balmer, Robert Theodore, “The Operation of Sand Clocks and Their Medieval Development”, *Technology and Culture*, vol. 19, n. 4, octubre 1978, pp. 615-632. [www.jstor.org/stable/3103761](http://www.jstor.org/stable/3103761) Consultado el 20 de febrero de 2021

Boullin, David J., “An iconographic study of sandglasses”, en *Nuncius*, vol.4, núm. 1, enero 1989, pp. 67-85.

Burke, Peter, *Visto y no visto. El uso de la imagen como documento histórico*, trad. de Teófilo de Lozoya, Editor digital Titivillus, 2001, 456 p.

Camba Ludlow, Ursula, “El pecado nefando en los barcos de la carrera de Indias en el siglo XVI. Entre la condena moral y la tolerancia” en Estela Roselló Soberón (coord.), *Presencias y miradas del cuerpo en la Nueva España*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2011, pp. 109-133.

Carrió-Cataldi, Leonardo-Ariel, “El tiempo, el mar, el mundo: grañas del tiempo en las culturas ibéricas (siglos XVI-XVII)”, en *Historia y Sociedad*, Universidad Nacional de Colombia, no. 37, julio 2019, pp. 23-51.

\_\_\_\_\_, “Mesurer le temps en mer: instruments, voyages et échelles des mondes ibériques au XVIe siècle”, en *Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines*, núm. 4, 2016, pp. 235-247.

Castillo Cárdenas, Karime, “Los vidrieros en Puebla de los Ángeles durante la época colonial”, en *El Pregonero de la Ciudad*, Tercera Generación n. 1, octubre - diciembre 2018, pp. 18-21.

Cházaro, Laura, “Los instrumentos matemáticos en le Nueva España: circulación, usos y transformaciones de la medición”, en *La Gaceta de la RSME*, España, vol. 14, n. 4, 2011, pp. 739-752.

\_\_\_\_\_, “Recorriendo el cuerpo y el territorio nacional: instrumentos, medidas y política a fines del siglo XIX en México”, en *Memoria y sociedad*, Colombia, vol. 13, n. 27, julio-diciembre 2009, pp. 101-119.

- Cuesta Domingo, Mariano, “Alonso de Santa Cruz, cartógrafo y fabricante de instrumentos náuticos de la Casa de Contratación”, en *Revista Complutense de Historia de América*, vol. 30, 2004, pp. 7-40.
- Duarte, Carlos Federico, *El arte de medir el tiempo durante el periodo hispánico en Venezuela*, Caracas, Editorial Arte, 1993, 64 p.
- Eco, Umberto (coord.), *La Edad Media I. Bárbaros, cristianos y musulmanes*, México, Fondo de Cultura Económica, 2016, 924 p.
- Elias, Norbert, *Sobre el tiempo*, primera edición electrónica, trad. de Guillermo Hirata, México, prol. De Héctor Vera, Fondo de Cultura Económica, 153 p. (Sección de obras de Filosofía).
- Espinar Moreno, Manuel (estudio preliminar), *Libros del saber de astronomía del rey don Alfonso X de Castilla*, Granada, Edición del Grupo de Investigación HUM-165: Patrimonio, Cultura y Ciencias Medievales. Colaboración del Centro: “Manuel Espinar Moreno”, Centro Documental del Marquesado del Cenete. Departamento Historia Medieval y CCTTHH (Universidad de Granada), 2020, XL p.
- Eves, Howard, “The Bernoulli family”, en *The Mathematics Teacher*, vol. 59, n. 3, marzo 1966, pp. 276-278. <https://www.jstor.org/stable/27957338>
- Fernández-Carrión, Miguel Héctor, “Juan Escalante de Mendoza”, en *Real Academia de la Historia* (sitio Web), consultado el 24 de junio de 2021, <http://dbe.rah.es/biografias/16035/juan-de-escalante-de-mendoza>
- Fernández Duro, Cesáreo, *Disquisiciones náuticas*, tomo IV, Madrid, Imprenta, estereotipia y galvanoplastia de Aribau y C<sup>a</sup> impresores de cámara de su majestad, 1879, 445 p.
- García Franco, Salvador, María del Carmen López Calderón, *Catálogo de instrumentos náuticos y científicos del museo naval*, España, Ministerio de Defensa, Museo Naval de Madrid, 1996, 455 p.

- Gómez de Lara, José Luis, “El arte del vidrio en Puebla”, en *Cuetlaxcoapan. Enfoque al patrimonio*, año 5, n. 19, otoño 2019, pp. 34-39.
- González González, Francisco José, *Astronomía y navegación en España. Siglos XVI-XVIII*, Madrid, Mapfre, 1992, 283 p.
- Halbwachs, Maurice, *La memoria colectiva*, España, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2004, 192 p.
- Herizo Peigneux d’Egmont, María Isabel, “La joya de la corona”, en *Folio Complutense. Noticias de la Biblioteca Histórica de la UCM* (sitio web), 26 de marzo de 2010, consultado el 2 de marzo de 2021. <https://webs.ucm.es/BUCM/blogs//Foliocomplutense/1330.php>
- Hernández Pérez, Azucena, “El astrolabio toledano de Ibn Said al-Sahli o cómo atrapar el tiempo mirando al cielo”, serie de conferencias *La producción de astrolabios en Al-Andalus, desde el siglo X hasta la caída de Granada en 1492*, Museo Arqueológico Nacional de España, 17 de enero de 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=Q0ZF8wvHYTs> Consultado el 10 de junio de 2021.
- Hilster, Nicolàs de, *Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments 1590-1731. An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts and Accuracies*, Castricum, N. De Hilster, 2018, 815 p.
- Hubbard, Philippa, “Trade Cards in 18th-Century Consumer Culture: Movement, Circulation, and Exchange in Commercial and Collecting Spaces”, en *Material Culture Review*, v. 74, primavera 2012, pp. 30-46. <https://journals.lib.unb.ca/index.php/MCR/article/view/20447> Consultado el 27 de abril del 2021
- Juárez Valero, Eduardo, “El negocio del vidrio en la Península Ibérica medieval”, en *Mirabilia: Electronic Journal of Antiquity and Middle Ages*, n. 15, junio-diciembre 2012, pp. 227-249.

- \_\_\_\_\_, “Ingenieros e ingenios en la Real Fábrica de Cristales” en Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta (coords.), *Libros, caminos y días. El viaje del ingeniero*, España, Fundación Juanelo Turriano, 2016, pp. 125-137.
- \_\_\_\_\_, “Secreto y monopolio En Venecia: El gremio del vidrio muranés”, en *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, vol. 51, n. 5, septiembre-octubre 2012, pp. 285-296.
- Kralj, Vesna Zmaić, “Craft products of Nuremberg from the Mijoka Shipwrek (Croacia)”, en *Skyllis*, núm 1, 2015, pp. 69-86.
- Kruell, Gabriel Kenrick, “Las horas en la vida cotidiana de los antiguos nahuas”, en *Estudios Mesoamericanos. Nueva época*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, año 7, n. 13, julio-diciembre 2012, pp. 33-57.
- Laget, Frédérique, “Mesurer l’espace et le temps en mer à la fin du Moyen Âge” en Société des Historiens Médiévistes de l’Enseignement Supérieur Public (dir.), *Mesure et histoire médiévale. XLIII<sup>e</sup> Congrès de la SHMESP (Tours, 13 mai. 2 juin 2012)*, París, Éditions de la Sorbonne, 2013, version electrónica. <https://books.openedition.org/psorbonne/28628>  
Consultado el 27 de mayo de 2021
- Lamb, Ursula, “The Quatri Partitu en Cosmographia by Alonso de Chaves an interpretation”, Separata de la *Revista de la Universidad de Coimbra*, Portugal, vol. XXIV, 1969, pp. 3-8.
- Lazar, Irene, Hugh Willmott, *The glass from the gnalić wreck*, Zabar, Editorial Annales Koper, 2006, 144 p.
- Lippincott, Kristen, Umberto Eco et. al, *El tiempo a través del tiempo*, Barcelona, Grijalbo Mondadori, 2000, 304 p.
- Lothar Loske, *Ars temporis: El arte de la medición del tiempo*, México, Colección editorial del arte Chrysler, 1992, 167 p.

- López Piñero, José María, *El arte de navegar en la España del renacimiento*, Valencia, Labor, 1979, 287 p.
- Martins Torres, Carla Andreia, *Lo que cuenta un abalorio: reflejos de unas cuentas de vidrio en la Nueva España*, tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, 2019, 766 p.
- Martínez, José Luis, *El mundo privado de los emigrantes en Indias*, México, Fondo de Cultura Económica, 2007, 97 p.
- \_\_\_\_\_, *Pasajeros de Indias. Viajes transatlánticos en el siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 3a ed., 1999, 323 p.
- Mondragón, Carlos, “Horizontes culturales, horizontes del tiempo”, en *Revista de la Universidad de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, marzo 2018, pp. 44-51.
- Montiel López, Andrea, “Entre esqueletos y versos. El políptico de la muerte: un dispositivo de expiación en la Nueva España del siglo XVIII”, ensayo para optar por el grado de maestra en historia del arte, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016, 103 p.
- Moreno Martín, José María, “Cartografía para navegantes en el Mediterráneo medieval: las cartas portulanas”, en *I Jornada de Cartografía en la Biblioteca Nacional de España. Difundiendo la cartografía antigua*, Madrid, Biblioteca Nacional de España, 2015, pp. 6-18.
- Morrison, Samuel Eliot, “The Mariner’s day”, en *The European Discovery of America. The southern voyages. A.D. 1492-1616*, New York, Oxford University Press, 1974, pp. 162-183.
- Moya Sordo, Vera, “El miedo en el escenario del viaje atlántico ibérico, siglos XV-XVI”, *Cuadernos de estudios gallegos*, LX, núm. 126, enero -diciembre 2013, pp. 225-253.

- Nieto Olarte, Mauricio, *Las máquinas del imperio y el reino de Dios. Reflexiones sobre ciencia, tecnología y religión en el mundo atlántico del siglo XVI*, Bogotá, Universidad de los Andes, 2013, 288 p.
- Ortiz García, Elena, “La astronomía como fuente: el universo mesoamericano”, en *Anales del Museo de América*, España, n. 5, 1997, pp. 17-42.
- \_\_\_\_\_, *El descubrimiento del mar*, trad. de Jordi Beltrán, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Grijalbo, 1991, 362 p.
- Parry, John Horace, *Romance of the sea*, Washington D.C., National Geographic Society, 1981, 312 p.
- Pastor, Luis G., *Iconología o tratado de alegorías y emblemas*, México, Imprenta económica calle del puente de Jesús Nazareno número 7, 1866, 204 p. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080013688/1080013688.PDF> Consultado el 30 de agosto de 2021.
- Peralta Rodríguez, José Roberto, “El vidrio en la Casa del Apartado. Siglos XVI-XVIII”, en *Procesos Históricos*, núm. 18, julio-diciembre, 2010, pp. 57-75.
- \_\_\_\_\_, “Materia prima, hornos y utillaje en la producción de vidrio de la ciudad de México, siglo XVIII”, en *Estudios de historia novohispana*, 58, enero-junio 2018, pp. 3-29.
- \_\_\_\_\_, “Vidrieros de la ciudad de México en el siglo XVIII. Sitios de producción y comercialización”, *Procesos Históricos*, núm. 23, enero-junio, 2013, pp. 2-25.
- Pereira Salas, Eugenio, “L’*évolution de la notion du temps et les horlogers à l’*époque coloniale au Chili*”, en *Annales. Economies, sociétés, civilisations*, trad. de Despilho, P. X., 21<sup>e</sup> année, n. 1, 1966, pp. 141-158.*
- Pérez-Mallaína Bueno, Pablo Emilio, “El arte de navegar: ciencia *versus* experiencia en la navegación trasatlántica”, en Guiomar de Carlos Boutet (coord.), *España y América. Un océano de negocios*, España, Sociedad Estatal Quinto Centenario, 2003, pp. 103-118.

\_\_\_\_\_, *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*, Sevilla, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla 92 y Diputación Provincial de Sevilla, 1992, 256 p.

\_\_\_\_\_, “Viejos y nuevos libros para pilotos. La evolución de los tratados de náutica españoles del siglo XVI al XVIII”, en Pablo Emilio Pérez-Mallaína, Julia Mensaque Urbano y Eduardo Peñalver (coords.), *Antonio de Ulloa: la biblioteca de un ilustrado*, España, Universidad de Sevilla, 2015, pp. 33-49.

Piñeiro, Mariano Esteban, “Instituciones y oficios matemáticos en la España del siglo XVI”, Seminario ‘Orotava’ de Historia de la Ciencia, año XI-XII, pp. 13-43.

Russel Corbett, Jane Paisley, *Painted science: Convention and Change in Seventeenth-Century Netherlandish Paintings of Alchemists, Physicians and Astronomers*, tesis de doctorado, Ontario, Queen’s University, 2004, 426 p.

Schaffer, Simon, “Les cérémonies de la mesure. Repenser l’histoire mondiale des sciences”, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 70, núm. 2, abril-junio 2015, pp. 409-435.

Stern, Tiffany, “Time for Shakespeare: Hourglasses, sundials, clocks, and early modern theatre”, *Journal of the British Academy*, 19 marzo 2015, 33 p.

Taton, René, "La Première œuvre Géométrique De Philippe De La Hire", *Revue D'histoire Des Sciences Et De Leurs Applications*, vol. 6, no. 2, 1953, pp. 93-111. <https://www.jstor.org/stable/23903902>

Tempère, Delphine, “Vida y muerte en altamar. Pajes, grumetes y marineros en la navegación española del siglo XVII”, *Iberoamericana*, vol. 2, núm. 5, marzo 2002, pp. 103-120.

Trejo Rivera, Flor, “Ciencia pura. Ciencia aplicada. Tratados de navegación a Indias en el siglo XVI” en Enrique González González, Mónica Hidalgo Pego y Adriana Álvarez Sánchez (coords.), *Del aula a la ciudad. Estudios sobre la universidad y la sociedad en el México virreinal*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, pp. 193-215.

- \_\_\_\_\_, “El barco como ciudad flotante”, en *Historia de la vida cotidiana en México. La ciudad barroca*, v. II, Antonio Rubial García (coord.), México, Fondo de Cultura Económica, 2004, pp. 141-165.
- \_\_\_\_\_, *El libro y los saberes prácticos: Instrucción náutica de Diego García de Palacio (1587)*, tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, 244 p.
- \_\_\_\_\_, “La mar y su arte de marear” en Pilar Gonzalbo Aizpuru y Verónica Zárate Toscano (coords.), *Gozos y sufrimientos en la historia de México*, México, El Colegio de México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, 2007, pp. 57-73.
- \_\_\_\_\_, “Pecadores y tormentas: la didáctica del miedo” en Elisa Speckman Guerra, Claudia Agostoni y Pilar Gonzalbo Aizpuru (coords.), *Los miedos en la historia*, México, El Colegio de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009, pp. 17-35.
- \_\_\_\_\_, “Trabajar y morir en el mar: La tripulación del navío Nuestra Señora del Juncal (1631)”, en Felipe Castro Gutiérrez e Isabel M. Povea Moreno (coords.), *Los oficios en las sociedades indianas*, México, 2020, pp. 185-210.
- Uribe Parra, Ricardo, “El oficio del relojero y el arte de la reparación en el mundo hispánico del siglo XVIII”, en *Boletín Museo del Oro*, Bogotá, n. 58, 2018, pp. 8-56.
- Vázquez Manassero, Margarita Ana, *El “yngenio” en el palacio: arte y ciencia en la corte de los Austrias (ca. 1585-1640)*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2018, 337 p.
- María Isabel Vicente Maroto, “El arte de la navegación en el Siglo de Oro”, en Jesús Ramón Victoria Meizoso (dir.), *Cátedra Jorge Juan. Ciclo de conferencias. Curso 2000-2001*, Ferrol, Universidade da Coruña, 2003, pp. 189-228.
- Vivas Pineda, Gerardo, “En busca de la sociedad encapsulada. Metodología y fuentes de la historia marítima” en José Ángel Rodríguez (comp.), *Visiones del oficio historiadores venezolanos en el siglo XXI*, Caracas, 2000, pp. 435-451.