
*DOSIER: CINCO SIGLOS DE CULTURA MARÍTIMA Y EPISTEMOLOGÍA ARTESANAL
/ FIVE CENTURIES OF MARITIME CULTURE AND ARTISANAL EPISTEMOLOGY*

LA “BALLESTILLA DE LOS MARINEROS”. INSTRUMENTOS NÁUTICOS Y EPISTEMOLOGÍA ARTESANAL EN LA IBERIA DEL SIGLO XVI

José María Moreno Madrid

Universidade de Lisboa /

Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia (CIUHCT), Portugal

E-mail: jmmadrid@fc.ul.pt

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9499-3474>

José María Moreno Martín

Museo Naval de Madrid, España

E-mail: jmormar@fn.mde.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0992-8342>

Recibido: 30-05-2023; Aceptado: 01-02-2024; Publicado: 15-01-2025.

Cómo citar este artículo / Citation: Moreno Madrid, José María; Moreno Martín, José María (2024), “La ‘ballestilla de los marineros’. Instrumentos náuticos y epistemología artesanal en la Iberia del siglo XVI”, *Asclepio*, 76 (2): e20. DOI: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2024.20>

RESUMEN: En este artículo se explora el proceso por el cual el báculo de Jacob, un instrumento surgido en el marco epistémico de astrónomos, cosmógrafos y matemáticos para dar solución a los desafíos propios de su profesión acabó por generar un nuevo instrumento, la “ballestilla [de los marineros]”, al ser asimilado por profesionales de un marco epistémico alternativo y eminentemente artesanal—esto es, los pilotos oceánicos. Las fricciones entre los dos grupos que utilizaban estos instrumentos—que, importa destacarlo, eran materialmente casi idénticos—reflejan a la perfección el dinámico escenario epistemológico que surgió en la Iberia quinientista a durante el siglo XVI, a raíz de la expansión oceánica.

Palabras clave: Ballestilla; Epistemología artesanal; Pilotos; Cosmógrafos; Ciencia ibérica.

“SAILORS’ CROSS-STAFF”.

NAUTICAL INSTRUMENTS AND ARTISANAL EPISTEMOLOGY IN SIXTEENTH CENTURY IBERIA

ABSTRACT: This paper examines the process by which Jacob’s staff, an instrument that emerged in the epistemic framework of astronomers, cosmographers, and mathematicians to solve the challenges of their profession, ended up generating a new instrument, the “[sailors’] cross-staff”, when it was assimilated by professionals from an alternative and eminently artisanal epistemic framework—that is, oceanic pilots. The frictions between the two groups that used these instruments—which, it is important to note, were materially almost identical—perfectly reflect the dynamic epistemological scenario that emerged in Iberia during the sixteenth century as a result of oceanic expansion.

Keywords: Cross-staff; Artisanal Epistemology; Pilots; Cosmographers; Iberian Science.

INTRODUCCIÓN

No siempre es fácil explorar los marcos epistémicos de determinados grupos socio-profesionales de la Edad Moderna y, especialmente, de aquellos regidos por prácticas artesanales. El caso de los pilotos oceánicos quinientistas es un claro ejemplo de esto. Eric Ash (2004, p. 90), analizando el ámbito inglés, comenta que:

It can be difficult to hear the voices of practicing English pilots, especially when attempting to understand what they were actually doing at sea. Most sixteenth-century mariners wrote no treatises on their art and left few artifactual remains. Whatever books and instruments they took to sea with them are nearly all lost to us.

Las palabras de Ash –que podrían aplicarse también a los pilotos ibéricos del siglo XVI– suenan un tanto derrotistas, y parecen sugerir que los vestigios documentales y materiales dejados por estos profesionales nunca serán suficientes para desentrañar sus particularidades epistemológicas. Es verdad que los testimonios escritos dejados por pilotos son más reducidos en volumen que los de matemáticos y cosmógrafos contemporáneos, y es cierto también que la cultura material a ellos asociada que ha sobrevivido hasta nuestros días no es abundante. Esto no significa, sin embargo, que no sea suficiente para descifrar su marco epistémico. Lo que esta tarea requiere, sin duda, es un esfuerzo más exigente que el necesario para comprender las prácticas de cosmógrafos y matemáticos de Edad Moderna, las cuales, gracias al dominio de las ciencias exactas modernas, son relativamente fáciles de discernir. De hecho, en muchas ocasiones, es posible distinguir la voz de los pilotos entre las palabras de cosmógrafos o matemáticos –si se les lee de la manera adecuada–.

Una de las llaves de entrada al reino epistemológico de los pilotos oceánicos quinientistas se encuentra en los instrumentos que utilizaban. Pedro de Medina (1563, f. 57r) ilustra muy acertadamente esta idea en su *Regimiento de Navegación*:

Cosa muy justa es que el caballero, que ha de entrar en batalla, tenga sus armas y caballo bien aderezados [...]. Bien así es justo que el piloto, para entrar en la batalla de la navegación [...], tenga las armas con que se ha de defender, que son sus instrumentos bien aparejados y ciertos [...]. Estos instrumentos son las agujas, la carta, el astrolabio, [y] la ballestilla.

Los dos últimos instrumentos mencionados por Medina, el astrolabio y la ballestilla, comparten una

particularidad: ambos fueron, en origen, concebidos por cosmógrafos, matemáticos o astrónomos para sus operaciones y, a la postre, asimilados por los pilotos –una vez aplicadas las modificaciones materiales y/o conceptuales pertinentes–. En el caso del astrolabio es bien sabido cuándo y cómo se produjo esta asimilación, pero no así en el de la ballestilla.

DEL GABINETE (BÁCULO DE JACOB) AL NAVÍO (BALLESTILLA)

Para medir la altura de un astro sobre el horizonte o determinar las distancias angulares que separaban los astros en el cielo, los astrónomos del medievo utilizaban el báculo de Jacob (Vicente Maroto y Piñeiro, 1991, p. 380). En su máxima sencillez este instrumento lo formaban dos reglas de distinto tamaño y de materia firme, como latón o madera. Sobre el más largo, llamado “radio” o “vara”, se atravesaba otro más corto de manera transversal, la “sonaja”, con un agujero en su centro, formando una cruz. Eventualmente, las ballestillas acabaron por incorporar varias sonajas de distinta longitud, adecuadas según la ocasión. Gema Frisius (1508-1555), en su obra *Radio Astronomico et Geometrico Liber* (1545), indica que el radio debe medir entre 84 y 168 cm, y la regla transversal, conocida también como “transversario”, la mitad (Vicente Maroto y Piñeiro, 1991, p. 382). Según apunta Jerónimo de Girava (1556†) en su obra *Los dos libros de la Geometría práctica de Oroncio Fineo* (1553), el radio había de tener al menos 126 cm, y el corto no sería más largo de la tercera parte del primero (Vicente Maroto y Piñeiro, 1991, p. 387).

El uso del báculo de Jacob también era simple. Manteniendo el radio en posición horizontal, se deslizaba por este la sonaja hasta hacer coincidir, de manera simultánea, su parte inferior con el horizonte y la superior con el astro cuya altura se quería calcular, o bien se hacía la misma operación respecto a dos cuerpos celestes de los que se quería saber su distancia angular, colocando cada uno de ellos en un extremo de la sonaja. Una escala grabada en el radio proporcionaba la medida angular que se buscaba.

La primera referencia en Europa sobre la descripción y la utilización práctica del báculo por los astrónomos la proporciona el astrónomo hebreo Levi ben Gerson (1288-1344) en 1342 (Hilster, 2018, p. 125; Mörzer Bruyns, 1994, p. 23; Sellés, 1994, p. 65).¹ Ya en el siglo

¹ Los comentarios de ben Gerson sobre el báculo de Jacob pueden leerse en (Ben Gershom, 1985, p. 51, 55, 65, 67, 69, 80).

XV, el astrónomo y matemático austriaco Georg von Peurbach (1423-1461) también se refiere en su obra *Quadratum geometricum praeclarissimi mathematici...* (1459) a este instrumento astronómico, como años después lo hará su discípulo Johann Müller Regiomontano para calcular distancias entre cometas y otros cuerpos celestes en su *De Cometae Magnitudine* (1472).

Desconocemos cómo el báculo de Jacob saltó del gabinete al navío. Algunos autores (Mörzer Bruyns, 1994, p. 23) afirman que habría sido Martin Behaim (1459-1507) quien habría sugerido a los navegantes portugueses que empleasen este instrumento a bordo, pero esta es una idea harto improbable si atendemos a la fama que ya había adquirido el báculo de Jacob en Europa para finales del cuatrocientos. En realidad, se antoja inconcebible que los matemáticos y astrónomos portugueses no supieran de la existencia del báculo y que, estando completamente inmersos en el proceso de expansión oceánica, no hubieran siquiera contemplado la posibilidad de utilizarlo a bordo. Sea como fuere, fue a finales del siglo XV y principios del XVI cuando comenzaron a aparecer registros de la utilización a bordo de dos instrumentos que permitían realizar operaciones análogas a las facultadas por el báculo de Jacob: el kamal y la ballestilla.

El kamal era un instrumento constituido por una pequeña tabla rectangular en cuyo centro se ajustaba una cuerda dividida mediante nudos en intervalos idénticos. Con la tablilla en la mano, esta se hacía coincidir en la parte superior con el astro y en la inferior con el horizonte. La cuerda a la altura de la vista del piloto se tensaba mediante el brazo o los dientes y los nudos nos daban la medida de la altura del astro. El *Livro de Marinharia* de João de Lisboa (2018 [1514], p. 103) describe en dos párrafos, encabezados con el título *Das tavoletas*, la manera de utilizar este instrumento:

Deves saber que quando quer que tomares altura da estrela pela tavoleta pequena tereis aviso que ao fazer da conta heis de meter cinco e com eles, e com os nos que estiverem dos dentes para baixo, tirando ou metendo os que a estrela esta abaixo ou acima do eixo farás a conta [...]. Tomando pela tavoleta grande, tereis aviso que na conta heis de meter -15- e com eles, e com os da estrela que hei de tirar ou meter, farei a conta, dos dentes para baixo, e tantos quantos achar, tantos estarei da equinoctial para a parte donde estiver.

Atendiendo a esta descripción es muy probable que la mayor limitación del kamal fuera la longitud del brazo del piloto, lo que posiblemente se intentaría solucionar variando el tamaño de la tabla utilizada en la construcción del instrumento (Sellés, 1994, p. 65).

Mörzer Bruyns (1994, p. 23) e Hilster (2018, p. 122), entre otros, piensan que los portugueses fueron responsables por la introducción del kamal en Occidente, y que este fue un paso intermedio entre el báculo y la ballestilla. Sin embargo, el kamal tiene contadas apariciones en la literatura náutica portuguesa seiscentista. Lo encontramos en la ya citada obra de João de Lisboa, en la célebre carta del «mestre João» de 1500 –en la que refiere como este instrumento, tras ser conocido por Vasco da Gama en su viaje de 1497-1499, fue (insatisfactoriamente) testado en la subsecuente expedición portuguesa a la India² y, finalmente, en el *Livro de Marinharia* (1524) de André Pires³. Además, la manera en la que João de Lisboa describe ambos instrumentos en su tratado de 1514 –considerándolos de manera independiente, como dos útiles distintos con dinámicas de construcción y funcionamiento particulares– no sugiere que esté considerando a uno como la evolución del otro.

La ballestilla parece, así pues, ser fruto de una nimia transformación material del báculo de Jacob, ocurrida hacia finales del siglo XV: se redujo el tamaño, para facilitar un manejo más fácil a bordo, y se cambió la escala, que transformó en grados la medida de la distancia angular. Hay autores que consideran que este fue también el momento en el que cambiaron los nombres de sus elementos. Además de adoptar el instrumento la denominación de ballestilla, el radio comenzó a conocerse como “flecha” o “virote”, y la pieza transversal, sonaja, como “transversario”, “martinete” o “franja” (Samsó *et al.*, 1985, p. 50; Sellés, 1994, p. 69).

PILOTOS Y COSMÓGRAFOS. LA BALLESTILLA EN LA IBERIA QUINIENTISTA

La primera referencia documental que encontramos sobre la ballestilla en el ámbito ibérico aparece en el *Livro de Marinharia* (1514) de João de Lisboa (2018, pp. 111-112), y versa como sigue:

Regimento para tomar o Sol pela balestilha. Item. Quando tomares o Sol pela balestilha, farás tua conta assim como no astrolábio, *scilicet*, tirando altura da declinação ou a declinação da altura, assim como a fazeis no astrolábio, e tereis tal aviso que o tomes por cima, porque é melhor para te não cegar; e quando o tomares por cima, tirarás 15 minutos, que o Sol tem do meio a cima e se a tomares por baixo, acrescentar-lhe-ás os mesmos 15 minutos e, tomando no meio, não lhe acrescentarás nem tirarás nenhuma coisa.

² Véase Albuquerque, 1965, pp. 66-67.

³ Sobre esta obra véase: Albuquerque, 1963.

Como el historiador Luís de Albuquerque (1988, p. 23) muy acertadamente interpretó, en este paso se describe cómo utilizar la ballestilla para observar la altura meridiana del sol –para después, a partir de este valor, calcular la latitud–. El inconveniente principal de este proceso es la exigencia de observar el sol de manera directa, lo que cegaría al observador y, en casos más graves, le produciría daños oculares. Para evitar esta contingencia el texto sugiere tomar el sol “por encima”, en lo que parece una alusión a la posibilidad de colocar una de las sonajas cubriendo el disco solar (Albuquerque, 1988, p. 23). Posteriormente fue desarrollado un método de “espaldas” que, empleando dos sonajas, permitía estimar la altura del sol sin amenazar la vista del observador.

El *Livro de Marinharia*, aunque comúnmente atribuido a João de Lisboa en solitario, viene a reflejar, por escrito y de un modo general, el *modus operandi* técnico y científico de los pilotos portugueses quinientistas. Por eso, es muy probable que la ballestilla fuese ya utilizada con anterioridad a la redacción de esta obra, en la que apenas se habría recogido, de manera sencilla y programática, la manera de emplearla. Con todo, la más antigua prueba documental de la presencia de ballestillas a bordo de navíos lusos data de enero de 1529, cuando los corsarios franceses Dumenine e Bella Villa tomaron la embarcación del piloto João Gomes en las cercanías del litoral guineano, encontrando entre su carga “agulha, astrolabio, balestilha e regimento para a arte de navegar”⁴. La ballestilla, sin embargo, no es referida en otros títulos claves de la tratadística portuguesa de principios del siglo xvi, tales como el *Esmeraldo de Situ Orbis* (1505-1508) de Duarte Pacheco Pereira (1460-1533), el *Guía Náutico de Muni* (1509) o el *Guía Náutico de Évora* (1516).

En España, mientras tanto, el silencio sobre la ballestilla en el ámbito náutico reinó, tanto cuanto sabemos, hasta finales de la década de 1530. El instrumento no es referido por Martín Fernández de Enciso (1469-1533) en su *Suma de Geographia* (1519), y, más sorprendentemente, tampoco por Francisco Faleiro (†1574) en su *Tratado del Esphera y del Arte de Marear* (1535). Es preciso esperar al *Quatri partitu en cosmographia pratica* o *Espejo de Navegantes* (1537) de Alonso de Chaves (1492-1587) para encontrar la siguiente frase: “Acostumbran los navegantes usar en sus navegaciones de otro instrumento que ellos llaman ballestilla y nosotros lo llamamos báculo astronómico o

báculo mensorio”⁵. La retórica de Chaves llama la atención en dos momentos de esta afirmación: el primero, cuando refiere que los navegantes “acostumbran” usar la ballestilla en sus navegaciones, lo que viene a confirmar que este instrumento era ya de uso popular en los navíos ibéricos para la década de 1530; el segundo, cuando delimita claramente la diferencia entre *ellos* –artesanos inferiores– y *nosotros* –“profesionales intermedios” o artesanos superiores–, indicando que aquel instrumento para medir ángulos celestes no era la misma cosa, ni siquiera en su denominación, cuando era utilizado por grupos epistemológicos de diferente estatus. O sea, el artefacto podía ser prácticamente idéntico en su morfología y empleo, pero *no era lo mismo* cuando se encontraba en manos de un piloto en alta mar o de un astrónomo en un observatorio real.

Chaves anunciaba también la principal virtud de este instrumento, afirmando que su “provecho [...], estando perfectamente obrado, no es otro sino la facilidad de su uso”⁶. Si se resalta el “perfectamente obrado” es porque Chaves, a pesar de reconocer la sencillez de la ballestilla, desconfiaba de que los pilotos pudieran utilizarla con la eficacia suficiente. En el inicio del capítulo dedicado a los instrumentos, comenta que los ordenará “del que precede al otro en fuerza o necesidad, y así de todos consecutivamente por su orden, y concluye con el de menos importancia en la navegación”⁷, el “báculo astronómico que el común llama ballestilla” –repárese, una vez más, en el énfasis sobre las diferentes denominaciones– ocupa el quinto lugar de ocho posibles, viéndose superada por la aguja de marear, la carta de marear, el astrolabio y el cuadrante, pero sobrepasando en importancia a la sonda, el reloj nocturno y la escala altímetra⁸. Más adelante, cuando explica su funcionamiento, expresa que le “parece que esta manera de obrar es muy fácil y no será necesario tratar de ello más largo ni poner ejemplo, y también porque este instrumento no es de tanta perfección como los otros que hemos dicho”⁹. Aún merece un comentario lo que refiere sobre la construcción de la ballestilla “y esta es la más fácil manera y

4 Citado en Albuquerque, 1988, p. 12.

5 “Quatri partitu en cosmographia pratica i por otro no[m]bre llamado Espejo de Navegantes”, 1537, Real Academia de la Historia [RAH], 9/2791, f. 21r.

6 “Quatri partitu en cosmographia pratica...”, 1537, RAH, 9/2791, f. 21r. Las cursivas son nuestras.

7 “Quatri partitu en cosmographia pratica...”, 1537, RAH, 9/2791, f. 11r.

8 “Quatri partitu en cosmographia pratica...”, 1537, RAH, 9/2791, f. 11v.

9 “Quatri partitu en cosmographia pratica...”, 1537, RAH, 9/2791, f. 22r.

cierta que se puede dar para fabricar este instrumento, puesto caso que se pueden dar otras muchas maneras para esto, [pero] ninguna hay tan fácil como esta"¹⁰, pues apuntala la idea de que este útil era fácilmente fabricable, incluso para pilotos con escasa formación astronómica. Finalmente, importa mencionar que Chaves sentencia que la ballestilla "no se puede usar para tomar el sol, mas pueden usar de él para tomar la altitud de la estrella del norte u otra alguna"¹¹, rechazando frontalmente la propuesta de João de Lisboa y acentuando la pertinencia del instrumento para calcular la altura de la estrella polar¹².

Las palabras de Chaves fueron refrendadas en fechas coetáneas por el célebre capitán portugués D. João de Castro (1500-1548), quien, en 1538, invocó la pertinencia de la ballestilla para estimar la posición en latitud de un navío sirviéndose de la estrella polar. En su segundo viaje a la India, advirtiendo que tomar la altura del sol cuando este se encontraba en la perpendicular distorsionaba las latitudes obtenidas, recomendaba que:

Em tais tempos, se não deve usar do astrolábio, mas aproveitar-nos da balestilha e estrela do Norte; e se caso for que venhamos estar debaixo do Sol, da banda do Sul da linha, então podemos obrar com a balestilha pelo cruzeiro; e até nos apartarmos do Sol 6 graus conhecidamente, não deixaremos o instrumento da balestilha, e destes 6 graus por diante tornaremos a usar do astrolábio, por ser o melhor instrumento de todos; mas não tendo balestilha o piloto, ou não sabendo usar de ela, em tal caso é melhor encomendar-se a sua estimativa, que porfiar com o astrolábio no tempo que o Sol anda sobre nós (Albuquerque y Cortesão, 1968, pp. 267-268).

Nótese que este fragmento, además de ser uno de los pocos testimonios documentales sobre la utilización de la ballestilla en navíos portugueses quinientistas –como Albuquerque y Armando Cortesão (1968, pp. 267-268) ya apuntaron– recomienda activamente la utilización de este instrumento cuando se dieran unas circunstancias específicas. Castro, como es natural, concede primacía al astrolabio para el cálculo de latitudes, pero reconoce que era posible obtener medidas notablemente exactas observando la estrella

10 "Quatri partitu en cosmographia pratica...", 1537, RAH, 9/2791, f. 21r.

11 "Quatri partitu en cosmographia pratica...", 1537, RAH, 9/2791, f. 22r.

12 La desconfianza de Chaves por la ballestilla está patente en la última frase del apartado dedicado a este instrumento: "Mas porque no quede alguno [instrumento] por declarar de los que en la navegación se han usado, quise tratar de este". "Quatri partitu en cosmographia pratica...", 1537, RAH, 9/2791, f. 22r.

polar o el crucero del sur con la ballestilla –no considerando utilizarla para observar la altura solar, tal como había propuesto João de Lisboa–. Las últimas líneas son igualmente reseñables, pues revelan que, para la década de 1530, aun habría algunos pilotos que no sabrían emplear la ballestilla, o incluso podrían no llevarla a bordo. Entiéndase, por tanto, que se trataba de un instrumento relativamente bien conocido por los pilotos portugueses y generalizadamente utilizado para calcular la altura de los astros a bordo, pero en ningún caso habría competido con el astrolabio. A diferencia de Chaves, Castro, que era un completísimo "profesional intermedio" –con competencias avanzadas tanto en matemáticas y astronomía como en pilotaje– parece no dudar de la efectividad de la ballestilla cuando era pertinente utilizarla.

Este es el rumbo que, con la notable excepción de Francisco Faleiro¹³, seguirá la tratadística castellana quinientista en lo que a la utilización de la ballestilla respecta. Pedro de Medina (1493-1567), en su difundidísimo y didáctico *Arte de navegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y avisos a que la buena navegación son necesarios, y se deuen saber* (1545), aconseja que "el piloto u otra cualquier persona que quiere tomar la altura del polo Ártico [...], tome su ballestilla o cuadrante, o aquel instrumento que más usado tuviere, [y] tome la altura de la dicha estrella lo más precisamente que pudiere"¹⁴. Medina debía estar muy al corriente de la afición de los pilotos a estimar su latitud sirviéndose de la ballestilla y la estrella polar, pues pocas páginas más adelante describe un sencillo procedimiento para ejecutar esta operación incluso cuando el horizonte no era visible¹⁵.

Martín Cortés de Albacar (1510-1582) confirma la popularización del uso de la ballestilla entre los pilotos en su *Breve compendio de la Esfera y del Arte de Navegar* (1551), cuando afirma que "el instrumento con el que los marineros acostumbran tomar las alturas del Norte [lo] llaman ballestilla"¹⁶. Sabedor de que

13 Además de no mencionar la ballestilla en su tratado de navegación de 1535, Faleiro puso en duda la exactitud del instrumento en su "Parecer sobre las cartas de doble graduación" de 5 de mayo de 1544. Consideraba que utilizarla para observar la altura de la estrella polar era dificultoso, porque "por fuerza se ha de juzgar y marcar con la vista juntamente la estrella y el horizonte, lo cual es imposible hacerse bien". "Parecer de Francisco Faleiro sobre las cartas de doble latitud de Diego Gutiérrez", 5 de mayo de 1544, Archivo General de Indias [AGI], Justicia, 1146, N.3, R.2. Utilizamos la transcripción de La Cerda, 2021, pp. 76-78.

14 Medina, 1545, f. 70r.

15 Medina, 1545, ff. 76r-77v.

16 Cortés de Albacar, 1551, f. 75v.

la exactitud y la precisión de la ballestilla dependían en buena medida de la maestría con que había sido fabricada, Cortés de Albarca dedica el noveno capítulo del *Breve compendio* a la “fábrica de la ballestilla con que los marineros toman el altura del norte”¹⁷, puntualizando minuciosamente cada paso del proceso de construcción del instrumento. En la explicación de su uso – someramente resuelta en apenas un párrafo–, el autor abre un interesante paréntesis en el que matiza que esta ballestilla servía “para tomar la altura del norte o de otra cualquier estrella (en la mar, que para la tierra ni para el sol no sirve, salvo si el sol estuviere debajo de alguna delgada nube y el horizonte claro)”¹⁸. Estas palabras merecen dos comentarios. Por un lado, Cortés de Albarca no elimina completamente la posibilidad de utilizar la ballestilla para calcular la altura del sol, aunque la limita a unas circunstancias muy concretas; por otro, la afirmación de que este instrumento no servía en tierra no es del todo cierta, y apunta a que el autor pretendía –tal como Alonso de Chaves– establecer una diferencia entre el uso que podrían darle los pilotos y los astrónomos. En esta dirección apunta también la retórica de los fragmentos citados, incidiendo siempre en que son “los marineros” quienes utilizan este artefacto, y que son *ellos* –y no *nosotros*– quienes “lo llaman ballestilla”.

La asociación definitiva de la ballestilla al arsenal epistémico de los pilotos vino de la mano del *Compendio del arte de navegar* (1581) de Rodrigo Zamorano (1542-1620), cuando en el undécimo capítulo “De la composición y fábrica de la ballestilla” se dictamina que “la ballestilla de los marineros es lo que los astrólogos llaman radio astronómico”¹⁹. Se asume, por tanto, que ambos instrumentos son prácticamente análogos, pero se insiste en diferenciarlos onomásticamente para distinguir los grupos epistemológicos que los utilizan. Además, para Zamorano no hay ninguna duda de que la ballestilla constituía una pieza clave de la panoplia “de los instrumentos que en la navegación sirven”²⁰, junto al astrolabio, la aguja náutica, el reloj y la carta náutica; por esta razón, describe pormeno-

rizadamente su fabricación, basándose en el texto de Cortés de Albarca²¹.

La ballestilla también hizo aparición en la *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos, su traza y gobierno conforme a la altura de Mexico* (1587) de Diego García de Palacio (1540-1595), primer tratado de náutica impreso en América. El abordaje del instrumento es consecuente con el carácter técnico de la obra, por lo que apenas se le dedican dos folios para describir de manera sucinta los pasos necesarios para su fabricación²².

Curiosamente, los profesionales intermedios portugueses no habrían aceptado tan distendidamente la popularización de la ballestilla entre los pilotos. Esto se debería, casi con toda seguridad, a la opinión negativa que Pedro Nunes (1502-1578), brillante matemático y *cosmógrafo-mor* del reino luso desde 1547 hasta la fecha de su muerte, habría expresado sobre el instrumento. En su manuscrito *Tratado em defesa da carta de marear* (1537), Nunes cita la ballestilla como uno de los instrumentos que (mal)utilizan los pilotos portugueses en sus viajes a la India –junto al astrolabio, el cuadrante y el reloj– (Nunes, 2002, p. 129), y más adelante señala que el regimiento del que los pilotos se sirven para tomar la altura de la estrella polar está errado por algo más de medio grado “porque [o regimiento] diz que da estrela ao polo há três graus e meio, e são quatro graus e nove ou dez minutos” (Nunes, 2002, p. 143); pero en ningún momento condena abiertamente la utilización de la ballestilla. Será en la obra *De arte atque ratione navigandi* (1566), que amplía y aquilata los contenidos presentados en el *Tratado em defesa da carta de marear* y en otros textos náuticos de su autoría, en la que Nunes (2008, pp. 360-361) verterá sin ambages su opinión sobre este útil:

Os mareantes servem-se da balestilha para medir a altura da estrela polar acima do horizonte. Mas é sobremaneira difícil encontrar, por este processo, a altura exacta. Todavía, a balestilha é um instrumento muitíssimo apropriado para determinar a distância entre dois astros, quando a distância entre eles for menor que um quadrante de círculo máximo. João de Montereio, no livro *Sobre o cometa*, ensina a sua construção e utilização. [...] Exemplo: No dia 17 de Outubro de 1475,

17 Cortés de Albarca, 1551, f. 80r-81r. Luís de Albuquerque (1988, pp. 18-19) llama la atención sobre el hecho de que se trate del primer tratado náutico ibérico en el que se incorpora la solución gráfica de Johannes Werner para la graduación del virote, la cual sería invocada posteriormente por la mayoría de autores que comentaron la ballestilla.

18 Cortés de Albarca, 1551, f. 81v.

19 Zamorano, 1581, f. 28v. Las cursivas son nuestras.

20 Zamorano, 1581, f. 1r.

21 Zamorano, 1581, ff. 28v-29v. Para Luís de Albuquerque (1988, p. 19) Zamorano apenas “glosa las consideraciones de Cortés” sobre la ballestilla, sin sumarles cualquier novedad de relevo –tanto en esta edición como en las de 1588 y 1591–, en la que los textos sobre la ballestilla son prácticamente idénticos al de la publicación prínceps.

22 García de Palacio, 1587, ff. 35r-36v.

Bernardo Walther observou com a balestilha a distância entre Marte e Saturno.

Las palabras de Nunes son meridianas: la ballestilla era un instrumento *reservado* a astrónomos —especialmente para tomar la distancia entre dos cuerpos celestes—, y en ningún caso podrían los pilotos utilizarlo con la exactitud suficiente para calcular con garantías la altura de la estrella polar.

Cosmógrafos portugueses subsecuentes replicaron con entusiasmo este postulado noniano, alejando la ballestilla del navío y aproximándola del gabinete. Francisco da Costa, S. J. (1567-1604), que impartió materias náuticas en la célebre “Aula da Esfera”—una suerte de clase pública sobre cuestiones científicas que operó en el colegio jesuita de Santo Antão (Lisboa), entre 1590 y 1759—, redactó en 1596 un manuscrito intitulado *Arte de Navegar*, cuyo decimotercero capítulo fue dedicado a la “fabrica e uso da balestilha”²³. Costa advertía que “não usar de tal instrumento é mais avisado”, pues resultaban “erros importantes” de su utilización²⁴. En consonancia con esta opinión, Costa apenas proveía una figura explicativa sobre la fabricación de la ballestilla y la graduación del virote —aparentemente, inspirándose en el método publicado por Lucas Jansz Waeghenauer en el *De Spiegel der Zeevaerdt* (1585) (Costa Caetano, 2021, p. 199)—. Costa evitó, además, instruir al potencial lector en el uso de la ballestilla, indicando únicamente que servía para observar estrellas con alturas bajas tomando el horizonte como referencia (Costa Caetano, 2021, p. 200).

Las palabras de Costa sobre la ballestilla fueron recogidas —o directamente copiadas, según Luís de Albuquerque (1988, p. 24)— y enfatizadas una década después por Simão de Oliveira, en el “Libro tercero de la fábrica de los instrumentos náuticos” de su *Arte de Navegar* (1606)²⁵, y en la misma línea escribió Manuel de Figueiredo (1568-1622), *cosmógrafo-mor* interino del reino portugués entre 1608 y 1622, en el décimo capítulo “Como se sabe la altura del Polo por la estrella polar”, de su *Hydrographia. Exame de Pilotos* (1614):

23 Citado en Costa Caetano, 2021, p. 199. El manuscrito fue publicado en Albuquerque, 1970.

24 Citado en Costa Caetano, 2021, p. 199.

25 “Para vir, pois, em conhecimento da altura do Polo por meio das estrelas, se tomará primeiro sua maior altura, que é a que tem estando no meridiano, não com a balestilha de que os navegantes usam, por nela haver erros de importância, que é a razão porque de sua fabrica e uso não tocamos coisa alguma, desejando se não use dela, mas em seu lugar com o quadrante e pínulas, que para essa observação em sua fabrica apontamos”. Oliveira, 1606, p. 113.

Esta Estrela Polar se costuma a tomar com a balhestilha, a qual eu reprovo pelos muitos inconvenientes que daí nascem. Primeiramente serem as balhestilhas feitas de pão, e a graduação nelas muito dificultosa; a segunda pela inquietação da nau no mar; a terceira pela incerteza da vista, poder infalível, tomar dois pontos, horizonte e a Estrela, pelo que não é certa a altura que por ela se tomar no mar. Para o qual usareis do quadrante, ou pelo mesmo astrolábio com que tomais o Sol (Figueiredo, 1614, p. 31).

Es interesante apuntar que Figueiredo había sido mucho más indulgente con la ballestilla en su *Chronographia. Reportorio dos tempos...*(1603), describiendo su fabricación y uso de manera aséptica y evitando emitir un juicio de valor sobre la pertinencia de que fuera o no utilizada por los pilotos. También recupera la dicotomía onomástica que tanto se había popularizado en la tratadística náutica castellana del siglo XVI cuando se refiere a la “ballestilla o radio astronómico” como si del mismo artefacto se tratase —incluyendo el proceso de fabricación—²⁶, pero elucida claramente que cada nombre implicaba la utilización del instrumento por un grupo profesional concreto:

Cap. II. Do uso do radio astronómico. Os astrónomos chamaram a este instrumento radio astronómico, porquanto observam por este a distância das estrelas de umas às outras observadas por via do raio visual que sai do nosso olho, do qual usam os navegantes para tomarem a estrela do norte quanto diste do horizonte sobre a terra para acharem a elevação do polo ártico (sic), e lhe chamaram balhestilha, e quanto ao uso dele é muito fácil, como o demonstra a presente figura. [...] Os pilotos não tomam distâncias, senão altura, ou distancia do horizonte, e outro na estrela do norte, e usam das regras do capítulo dezassete da terceira parte deste livro, onde copiosamente pus regras para se achar a elevação do polo pela estrela do norte. Também por outra qualquer estrela tomada no meridiano, tomaremos a elevação do polo ou latitude (sic) da região como no dito capítulo (?). E muito bem se pode tomar o sol com a balhestilha assi como obramos nas estrelas (Figueiredo, 1603, pp. 267-269).

El texto de Figueiredo representa un desvío llamativo en la deriva que había tomado la tratadística náutica portuguesa de finales del siglo XVI y principios del XVII. Diferencia claramente el estatus del instru-

26 Lo encontramos en el título del libro sexto “Livro sexto da fabrica e uso da balestilha, ou radio astronómico, e do uso e fabrica do quadrante geométrico e da fabrica e uso dos relógios horizontais, verticais, laterais, equinociais, polares declinantes a todas as partes do mundo e inclinantes” y en el primero de los capítulos contenidos en este libro “Cap. Primeiro da fabrica da balestilha, ou radio astronómico”. Figueiredo, 1603, p. 266.

mento en función del uso que se le da y el grupo que lo emplea, pero asume que era utilizado por los pilotos regularmente y, en lugar de criticar el útil o censurar su uso, incluye en el tercer libro de la *Chronographia* un conjunto de reglas para afinar su exactitud²⁷. Sugiere, incluso, que la ballestilla podría utilizarse para tomar la altura del sol –consejo inédito desde tiempos de Martín Cortés de Albacar. Así, Figueiredo se distancia de la discursiva noniana sobre la ballestilla que tanto había influido a sus contemporáneos, y se alineaba con la opinión expresada por los profesionales intermedios castellanos en sus tratados– aunque solo temporalmente, pues, como se ha visto, cambiaría radicalmente de parecer en la *Hydrographia*.

La celebre *Navegación especulativa y práctica, reformadas sus reglas y tablas por las Observaciones...* (1628) –redactada en español, pero impresa en Lisboa– de Antonio de Nájera culmina la tendencia inaugurada por Nunes y sintetiza las razones que granjearon a la ballestilla su cuestionable reputación en Portugal:

Con qué instrumento tomarán los Pilotos mejor la altura de las estrellas. Costumbran los Pilotos tomar el altura de la estrella polar sobre el horizonte con el radio astronómico, a que llaman comúnmente ballestilla. Y supuesto que el instrumento es cierto, y hecho segundo las reglas astronómicas, con todo, su operación es muy dudosa, e incierta; mayormente en el mar, por causa de los balances, que la embarcación hace, por poco viento que haga. Y también porque en la observación, es necesario se vea por los extremos del transversal la estrella, y juntamente el horizonte en un mismo tiempo, lo que la vista no puede hacer sin algún movimiento, y por poco que sea, será causa de mucha variedad. Y más que el horizonte no se puede terminar con la vista tan precisamente, por causa de los vapores que siempre se levantan del mar como parte húmeda. Por lo que soy de parecer que los pilotos no se sirvan de tal instrumento, causa bastante para no tratar de su fábrica ni uso; y en su lugar se ejercite el cuadrante náutico semejante al astrolabio²⁸.

Huelga decir que las críticas y censuras que los teóricos y profesionales intermedios portugueses dirigieron hacia la ballestilla no encontraron respuesta entre los pilotos del reino, lo que explica que los primeros insistieran en ellas tan testarudamente (Albuquerque, 1988, p. 25). Paradójicamente, las instituciones náuticas portuguesas –apenas interesadas en optimizar las navegaciones oceánicas– no dudaron en asumir que la ballestilla se había convertido en un elemento consoli-

dato de la panoplia epistémica de los pilotos. Prueba de ello es que el *Regimiento do cosmógrafo-mor* –datado en 1592, pero probablemente redactado con anterioridad– instituyera que “declarar-se-lhes-á o uso da balestilha e quadrante para de noite tomarem a altura da estrela”²⁹, o que en el regimiento entregado a Gaspar Jorge de Couto para su viaje a la India de 1608 se le ordenase que observase “as estrelas do polo austral, o sitio e a grandeza, com um radio astronómico, pelo modo que se vos comunicou”³⁰.

Incluso en la literatura religiosa de la época se constataba la afición de los pilotos a la ballestilla. En 1570, el erudito portugués Fray André de Resende, O. P. (1500-1573) publicaba la obra *A Santa Vida e Religiosa Conversação de Frei Pedro*, en la que se relatava el trayecto vital del fraile Pedro Dias (1458-1528). Entre los muy variados avatares existenciales de Dias se encontraba también el haber sido grumete en navíos portugueses, y por ello Resende le atribuía “honesta y media noticia del Arte de Marear, y de la carta y aguja, y de tomar la altura con el instrumento que los mareantes llaman ballestilla, que les sirve por astrolabio” (Resende, 1947, pp. xxv-xxvi)³¹.

La influencia de la obra náutica de Pedro Nunes rebasó con creces las fronteras portuguesas, inundando toda Europa y, por supuesto, España³². Es evidente que su opinión sobre la ballestilla se supo en el vecino ibérico de la mano de Lavanha, que en torno a 1588 escribía un *Tratado del Arte de Navegar* en el que comentaba que “usan los navegantes de la ballestilla, a que propiamente llamamos radio astronómico, para conocer cuánta sea la altura de la estrella polar sobre el horizonte; el cual instrumento no sirve bien en la mar para el tal efecto”³³. Para justificar la censura de su uso invocaba la dificultad de observar con claridad el horizonte y la imposibilidad de observar simultáneamente el horizonte y la estrella polar con garantías desde un navío en movimiento, sentenciando que debía utilizarse exclusivamente “para hallar la distancia entre dos estrellas [...], para lo cual es el radio astronómico excelente, y porque esta operación no sirva a los navegantes no diremos su fábrica y uso, remitiéndome a Juan de Monteregio”³⁴. Aquí Lavanha sigue fielmente el texto publicado por Nunes en *De arte atque ratione navigandi* –utilizando incluso sus mismos ejemplos–,

29 Citado en Albuquerque, 1988, p. 19.

30 Citado en Albuquerque, 1988, p. 25.

31 Citado en Albuquerque, 1988, p. 12.

32 Sobre la influencia de Pedro Nunes en la náutica europea de Edad Moderna, véase: Almeida, 2011.

33 Citado en Canas, 2011, p. 218.

34 Citado en Canas, 2011, p. 218.

27 Figueiredo, 1603, pp. 136-137. Las reglas se encuentran en realidad en el capítulo XVI, bajo el título “Da estrela do Norte”.

28 Nájera, 1628, p. 65v.

pero este será un caso aislado en la tratadística náutica producida en la España de finales del siglo XVI y principios del siglo XVII. Es cierto que las palabras de Nunes influyeron en los tratadistas españoles, obligándoles a cuestionarse el grado de exactitud con la que los pilotos utilizaban la ballestilla, pero nunca los convencieron de que debieran exigir la censura del instrumento.

El *Itinerario de Navegación* (1575) de Juan Escalante de Mendoza (1529-1596), por ejemplo, podría ser reflejo de tal influencia. En esta obra manuscrita se constata que "cuando el buen marinero que va navegando por el mar no se puede bien aprovechar de la altura del sol, que la procura saber por la estrella y polo del norte, mirando con su ballestilla lo que la misma estrella está levantada encima del horizonte" (Escalante de Mendoza, 1985, p. 105). Sin embargo, Escalante de Mendoza reconoce que las dificultades típicas asociadas al uso de la ballestilla podrían derivar en errores considerables, advirtiendo que "cualquier marinero que se hubiere de regir y gobernar particular y largamente por la estrella del norte debe ser muy discreto, cursado y experto, y tener su ballestilla muy cierta, entendida y experimentada en las cosas de la altura" (Escalante de Mendoza, 1985, p. 107). Para paliar potenciales errores y facilitar la labor de los pilotos, el autor provee una serie de indicaciones sobre la posición de las guardas y la graduación de la ballestilla, concluyendo que "el buen piloto debe tener muy entendida su ballestilla como el buen arcabuzero su arcabuz, que para dar en el blanco sabe la puntería que le ha de alzar o abajar" (Escalante de Mendoza, 1985, p. 111). En suma: Escalante de Mendoza recopila los potenciales errores asociados al uso de la ballestilla como ningún otro tratadista español había hecho antes, pero en ningún caso recomienda que los pilotos dejen de utilizarla; más bien al contrario, los insta a hacerlo, pero obrando con mucha cautela y solo cuando el instrumento esté correctamente fabricado y lo dominen con maestría.

El debate sobre la conveniencia de que los pilotos utilizaran o no la ballestilla se enconó en la Iberia de finales del siglo XVI, y justificó incluso que se le dedicase un tratado monográfico: el *Examen i censura por el doctor Simon de Tovar del modo de averiguar las alturas de las tierras, por la altura de la Estrella del Norte, tomada con la ballestilla ...* (1595), de Simón de Tovar (1528-1596). Se trata de una obra minuciosa y extensa —está compuesta de veintidós capítulos—, por lo que no se pretende aquí analizarla exhaustivamente, mas apenas resaltar las ideas principales del autor sobre la dimensión social de la ballestilla. Para Tovar (1595, p. 1r):

El báculo o radio astronómico es un instrumento de los mejores y más fáciles que inventaron los matemáticos para muchas y diferentes observaciones, y principalmente para tomar las distancias de unas estrellas a otras, y a su imitación se ha hecho la que vulgarmente se llama ballestilla, para con ella tomar los que navegan las alturas de los lugares por medio de la altura de la estrella que comúnmente se llama del Norte o Polar.

Considera, por tanto, que la ballestilla —instrumento de "los que navegan"— es una "vulgarización" del báculo de Jacob o radio astronómico —instrumento de "los matemáticos"—. O sea: Tovar no reduce la diferencia entre el báculo de Jacob y la ballestilla a una mera cuestión retórica que permita identificar que grupo emplea un mismo instrumento —como se ha visto hacer a muchos de sus antecesores—, sino que la dicotomía onomástica es necesaria para denominar dos instrumentos entre los que existe una diferencia *material*.

Tovar (1595, p. 4rv) entiende que "las causas que hay para que los matemáticos condenen el uso de la ballestilla son muchas, y algunas o las más de mucha importancia", pero no considera que sean suficientes para que "deje de usarse este instrumento tan bien recibido de los mareantes, y necesario para el tiempo en que faltare el uso del astrolabio". Así, Tovar (1595, p. 4v) aprobaba "el uso de la ballestilla con las dichas limitaciones", pero argüía que era "necesario defenderlo en lo que injustamente le condenan los que aconsejan que totalmente se deje, como fue el Doctor Pedro Núñez, que aunque le ame como a maestro y estimo como al mayor matemático de cuantos ha habido en nuestro tiempo, no disimularé por eso la falta en que le hizo caer la mala opinión que tuvo de este instrumento"³⁵.

En lo que sí coincide con el matemático portugués es en que "no hay comparación de la perfección con que se pueden tomar las alturas de los lugares con el astrolabio al modo de tomarlas con la ballestilla", de modo que la principal preocupación que Tovar (1595, p. 2r) expresa en este tratado es "la afición demasiada que han tomado los mareantes al uso de la ballestilla [...], que muchos de ellos lo aprueban más que el del astrolabio". Lo más interesante es que Tovar, lejos

35 Por esta razón, critica enérgicamente la condena emitida por Pedro Nunes sobre la ballestilla, dedicándole incluso el tercer capítulo del tratado, que intitula "Respondese al argumento que hizo el Doctor Pedro Núñez, para condenarse el uso de averiguar las alturas de las tierras con la altura de la estrella del Norte, tomada con la Ballestilla. Y adviertese la falta que hay verdaderamente en esta operación".

de descalificar a los pilotos por esta “afición” –como había sido habitual entre sus antecesores–, se esfuerza en comprender las razones que los empujaban a adoptarla. Según Tovar (1595, p. 2v), el principal motivo:

Porque están bien los mareantes con ella [la ballestilla], y con mucha razón, es porque con el astrolabio no saben ellos ni tienen reglas para tomar la altura de las tierras más que solamente al mediodía, y como algunas veces, y en algunos tiempos de ordinario, suele haber nublados al medio día que impiden tomar entonces la altura del sol, con esto no teniendo otro instrumento ni orden para tomar a otra a hora, quedan sin saber la altura donde están, que les era muy necesario; y como con la ballestilla pueden tomar esta altura en cuatro tiempos diferentes de la noche, pocas veces acontece en toda la noche dejar de haber ocasión para tomar en alguno de ellos, con [lo] que vienen a saber cada día sus alturas con este instrumento.

Una razón de índole eminentemente circunstancial y probabilística, pues no serían pocas las navegaciones en las que el sol se mantuviese cubierto durante varios días en la franja horaria que permitía el uso del astrolabio para tomar la altura del sol; siendo así, la ballestilla se convertía en la única alternativa para estimar la posición en latitud del navío, aun cuando implicase sacrificar algo de exactitud en el cálculo. La segunda razón es aún más llamativa (Tovar, 1595, pp. 2v-3r):

Lo otro que les ha también aficionado más al uso de la ballestilla que del astrolabio es que toman con ella más presto y con más facilidad y menos trabajo la altura de la estrella que con el astrolabio la del sol. Porque como no pueden saber al justo el instante del mediodía en que conviene observar la altura del sol, les es forzado empezar a tomar antes del mediodía hasta después de él. [...] Y así se tardan más de una hora en esta observación y a este enfado y tardanza acrecientan ellos aún más el trabajo y cansancio del peso del astrolabio, por el mal uso que suelen tener en el tomar de las alturas con él, que es tenerle de continuo colgado de la mano en todo aquel tiempo [...]. Pero en el tomar el altura de la estrella con la ballestilla no hay nada de esto, porque sin tomarla en la mano pueden aguardar hasta el punto que las dos estrellas se pongan en el rumbo que pretenden. Y entonces en un momento tomar su altura con la ballestilla, y averiguar luego la del polo con sus reglas que saben de memoria, mucho más cortas y más fáciles que las que tienen por escrito de la declinación.

Lo referido aquí es una cuestión meramente pragmática, que demuestra que los pilotos estaban dispuestos a sacrificar algo de exactitud en el cálculo de latitudes por una mayor comodidad en el proceso de observación. Esto escandalizaba a matemáticos y astrónomos “de gabinete” –que promulgaban unos niveles

de exactitud acordes con las exigencias y circunstancias de su oficio– a la par que contentaba a pilotos y mareantes –pues lograban obtener las cotas de exactitud que ellos necesitaban reduciendo notablemente el esfuerzo aplicado a la observación. Tovar, pese a ser más un hombre “de gabinete” que un navegante, entendió a la perfección el argumento de los pilotos y su “afición” por la ballestilla. Es por ello que, aunque supeditándola siempre al astrolabio, recomendó su utilización y dedicó el resto de su tratado a proponer mejoras que no invadiesen el campo epistemológico de los pilotos, por ejemplo, ajustar las tablas que permitían calcular la distancia de la estrella polar al polo, tal y como habían indicado Zamorano y Nunes.

Andrés García de Céspedes (1560-1611) fue uno de los profesionales intermedios ibéricos que más inteligentemente abordó la epistemología propia de los pilotos y sus comentarios sobre la ballestilla no son una excepción. En el capítulo trece de su célebre *Regimiento de Navegación* (1606), Céspedes (1606b, p. 40v-47v) urge a que “quede bien entendida [la] materia de tomar la altura del Polo con la ballestilla”, e poco después critica el *Regimiento de Navegación* de Lavanha por no tratar “como se tienen de hacer las reglas para [los pilotos] usar de su ballestilla”. Céspedes asume, implícitamente –pues estas instrucciones estaban en teoría dirigidas al personal de la Casa de la Contratación–, que los pilotos confeccionan sus propias ballestillas y las usan a conveniencia, y por eso carga las tintas sobre la correcta fábrica y graduación del instrumento proponiendo dos métodos: por “cantidades continuas” y “mediante números”. Del primer procedimiento comenta, tras explicarlo, que “puede tener algún error si el artífice no es diestro en el medir y tirar líneas, por lo cual hice una tabla de números para que por ella se pueda graduar la ballestilla con mucha precisión y facilidad” (Céspedes, 1606b, p. 58r); sobre el segundo, que:

Es bueno, pero requiere mucho cuidado en medir los círculos y tirar las líneas, así las paralelas como las que salen del contacto de los círculos, porque en cualquier poca cosa que se descuide puede haber mucho error; por lo cual me pareció poner la tabla siguiente, con la cual, aunque el artífice no sea muy diligente, no se podrá errar cosa sensible, y así aconsejaría a los que hiciesen ballestillas que siguiesen este modo de graduarlas, y aun con esta tabla puede cualquier piloto examinar su ballestilla, si la lleva cierta, y si fuere necesario, hacerla de nuevo.

En su afán de mejorar las prestaciones de la ballestilla, también describe un accesorio de su invención para que los pilotos puedan “saber fácilmente en que rumbo está la guarda delantera”, consistente en una

“estrella de madera con los ochos rumbos, [...] y en medio un agujero cuadrado, que entre por él la vara de la ballestilla justamente, y no es menester más fábrica” (Céspedes, 1606b, p. 92rv). En la introducción a la segunda parte del *Regimiento de Navegación*, intitulada *Hydrografia*, Céspedes (1606a, p. 117r) recopila las principales aportaciones de su obra, destacando el haber “hecho una tabla para por ella graduar la ballestilla”, el haber enseñado “cómo se podrá graduar por cantidades continuas”, y el haber hecho “modelo del tamaño que ha de ser la ballestilla”; aportaciones todas de carácter práctico, orientadas, única y exclusivamente, a fomentar y facilitar el uso de la ballestilla por parte de los pilotos.

CONCLUSIÓN

En el caso del astrolabio, existe una distinción material obvio entre el planisférico y el náutico. Es evidente que el primero –notablemente complejo– estaba reservado a cosmógrafos, astrónomos y matemáticos, mientras que el segundo –desarrollado para ejecutar una única operación bastante sencilla– era de extrema utilidad para los pilotos. Pero entre el báculo de Jacob y la ballestilla la distinción material era generalmente nimia. El objeto podía ser usado indistintamente por cosmógrafos o pilotos, variando únicamente la naturaleza y complejidad de las operaciones que efectuaban; los pilotos, como es obvio, le daban un uso mucho más básico, además de trabajar con cotas de exactitud que, aunque eficientes para el desempeño de su oficio, no satisfacían los estándares de los cosmógrafos. Por esta razón, considerando estos que el instrumento estaba “pervertido” cuando lo utilizaban los pilotos, se esforzaron por subrayar la existencia de una dicotomía en su uso, aunque fuera de manera retórica. Diferenciaban el *nosotros* –el báculo de Jacob y las operaciones complejas que con él podían efectuarse– del *ellos* –la “ballestilla de los marineros” y la mera observación de la altura de la Estrella Polar o del sol–. De esta manera incidían tanto en el abismo tanto epistémico como social que los separaba.

No es difícil entender la razón por la que los pilotos se aficionaron tanto a la ballestilla: era sencilla y cómoda de utilizar, les proporcionaba mediciones más que exactas para sus estándares y, sobre todo, podían fabricarlas ellos mismos con recursos muy limitados. Era toda una bandera del marco epistémico artesanal en el que se producía y se utilizaba. Siendo así, los cosmógrafos ibéricos no habrían tardado en asumir que sería en vano intentar evitar que los pilotos las utilizaran. Curiosamente, como ya se ha visto, esta percepción acabó por tomar caminos opuestos en España y

en Portugal, especialmente debido a la intercesión de Pedro Nunes en el asunto.

La realidad, empero, fue que los pilotos ibéricos nunca dejaron de utilizar la ballestilla con entusiasmo, independientemente de lo que apareciese escrito en la literatura náutica de la época. Y lo que es más importante, la utilizaban de la manera que a *ellos* les parecía conveniente para su oficio, sin doblarse a las exigencias de cosmógrafos y matemáticos. Tal y como ocurrió con el astrolabio y, en procesos diferentes, con la carta y la aguja náutica, la asimilación del báculo de Jacob por la marinería ibérica significó una nueva victoria en la consolidación de un marco epistémico concreto y, por extensión, del grupo socio-profesional a él asociado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Antonio Sánchez, Francisco Malta Romeiras, Henrique Leitão y los revisores anónimos para la mejora del texto.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

La investigación conducente a estos resultados ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno Español, en el marco del proyecto “Iberian Maritime Culture and Oceanographic Practices in the Mediterranean and the Atlantic: tacit knowledge, standardization, practical knowledge and geopolitics” (PID2019-111054GB-I00), así como por el European Research Council (ERC), en el marco del programa de investigación e innovación European Union’s Horizon 2020 (grant agreement No. 833438). Proyecto “RUTTER: Making the Earth Global: Early Modern Nautical Rutters and the Construction of a Global Concept of the Earth”.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

José María Moreno Madrid: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

José María Moreno Martín: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, L. de (1963), *O Livro de Marinharia de André Pires*, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar.
- Albuquerque, L. de (ed.). (1965), *Os Guias Náuticos de Munique e Évora*, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar.
- Albuquerque, L. de (1970), *Duas obras ineditas do Padre Francisco da Costa*, Coimbra, Junta de Investigações do Ultramar.
- Albuquerque, L. de (1988), *Instrumentos de Navegação*, Lisboa, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses.
- Albuquerque, L. de y Cortesão, A. (eds.) (1968), *Obras completas de D. João de Castro: Vol. I.*, Coimbra, Academia Internacional da Cultura Portuguesa.
- Almeida, B. (2011), *A influência da obra de Pedro Nunes na náutica dos séculos XVI e XVII: Um estudo de transmissão de conhecimento* [Tesis Doctoral], Universidade de Lisboa.
- Ash, E. H. (2004), *Power, Knowledge, and Expertise in Elizabethan England*, Baltimore and London, John Hopkins University Press.
- Ben Gershom, L. (1985), *The Astronomy of Levi Ben Gerson (1288-1344): A Critical Edition of Chapters 1-20 with Translation and Commentary*, B. R. Goldstein, (ed.), Springer-Verlag.
- Canas, A. J. D. C. (2011), *A obra náutica de João Baptista Lavanha (c.1550-1624)* [PhD Dissertation], Lisboa, Universidade de Lisboa.
- Céspedes, A. G. de. (1606a), *Hydrografia*, Madrid, En casa de Juan Cuesta.
- Céspedes, A. G. de (1606b), *Regimiento de navegacion q[ue] mando hazer el rei nuestro señor por orden de su Consejo Real de Indias a Andres Garcia de Cespedes su cosmografo maior siendo Presidente en el dicho consejo el conde de Lemos*. Madrid, En casa de Juan Cuesta.
- Cortés de Albarca, M. (1551), *Breve compendio de la Sphera y de la Arte de Navegar con nuevos instrumentos y reglas, ejemplificado con muy sutiles demostraciones*, Sevilla, Casa de Antón Álvarez.
- Costa Caetano, P. M. (2021), *A obra náutica do Padre Francisco da Costa (c. 1591-1604)* [Trabajo de Fin de Máster], Universidade de Lisboa.
- Escalante de Mendoza, J. (1985), *Itinerario de Navegación de los mares y tierras occidentales*, Sevilla 1575, Edición de Barreiro-Meiro, Roberto, Madrid, Museo Naval de Madrid.
- Figueiredo, M. de (1603), *Chronographia: Reportorio dos tempos, no qual se contem VI. partes, s. dos tempos: esphera, cosmographia, & arte da navegação, astrologia Es rustica, & dos tempos, & pronosticação dos eclipses, cometas, & samenteiras. O calendario romano, cõ os eclipses ate 630. E no fim o uso, & fabrica da balhestilha, & quadrante gyometrico, com hum tratado dos relógios*, Lisboa, Por Jorge Rodriguez a custa de Pero Ramires.
- Figueiredo, M. de (ed.) (1614), *Hydrographia, Exame de Pilotos, no queal se Contem as regras que todo o Piloto deve Guardar em suas Navegações, assi no Sol, variação da Agulha, como Cartear, com Algumas Regras da Navegação de Leste, Oeste, com Mais o Aureo Numero, Epactas, Marès, & Altura da Estrella Pollar: Com os Roteiros de Portugal pera o Brasil, Rio da Prata, Guiné, Sam Thomé, Angolla, & Indias de Portugal & Castella/ Composto por Manoel de Figueiredo, que serve de Cosmógrapho-mór, por mandado de Sua Majestade*, Lisboa, Vicente Álvarez.
- García de Palacio, D. (1587), *Instrucción náutica para el buen uso y regimiento de las naos, su traza y gobierno conforme a la altura de Mexico*, México, En casa de Pedro Ocharte.
- Hilster, N. de (2018), *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, Nicolàs de Hilster.
- La Cerda, C. (2021), *Entre Lisboa e Sevilha: Contribuições náuticas de Francisco Faleiro* [Trabajo de Fin de Máster], Universidade de Lisboa.
- Lisboa, J. de (2018), “Livro de Marinharia”. En A. Canas, J. E. Franco, y C. Fiolhais (eds.), *Obras Pioneiras da Cultura Portuguesa. Primeiras obras de marinharia e guerra marítima*, Lisboa, Círculo de Leitores.
- Medina, P. de (1545), *Arte de nauegar en que se contienen todas las reglas, declaraciones, secretos y auisos q[ue] a la buena nauegacio[n] son necessarios, y se deue[n] saber*, Valladolid, En casa de Francisco Fernández de Córdoba.
- Medina, P. de (1563), *Regimie[n]to de nauegacio[n]: Contiene las cosas que los pilotos ha[n] de saber para bien nauegar: Y los remedios y auisos que ha[n] de tener para los peligros que nauegando les pueden suceder. Dirigido a la real magestad del rey don Philipe*, Sevilla, En las casas de Simon Carpintero.
- Mörzer Bruyns, W. F. J. (1994), *The Cross-staff: History and development of a navigational instrument*, Vereeniging Nederlandsch Historisch Scheepvaartmuseum, and Zutphen, Walburg Pers.
- Nájera, A. de (1628), *Navegacion especulativa y pratica, reformadas sus reglas y tablas por las observaciones de Ticho Brahe, con emienda de algunos yeros esenciales. Todo provado con nuevas supposiciones mathematicas y demonstraciones geometricas, especialmente para saber el altura del Polo Austral por las estrellas del Crusero...*, Lisboa, Pedro Craesbeeck.
- Nunes, P. (2002), *Tratado da Sphera & Astronomici introductorii de spaera epitome: Vol. I*, H. Leitão (ed.), Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa & Fundação Calouste Gulbenkian.
- Nunes, P. (2008), *De Arte atque Ratione Navigandi: Vol. IV*, H. Leitão (ed.), Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa & Fundação Calouste Gulbenkian.
- Oliveira, S. de. (1606), *Arte de Navegar*, Lisboa, Pedro Crasbeeck.
- Resende, A. de (1947), *A Santa Vida e Religiosa Conversão de Frei Pedro, Porteiro do Mosteiro de S. Domingos de Évora*, J. Cortesão y S. da Silva Neto (eds.), Rio de Janeiro, Dois Mundos.
- Samsó, J., Aguilar, R., y Vernet, J. (eds.). (1985), *Instrumentos astronómicos en la España Medieval. Su influencia en Europa*, Santa Cruz de la Palma, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Ministerio de Cultura y Caja General de Ahorros de Canarias.

Sellés, M. (1994), *Instrumentos de navegación: Del Mediterráneo al Pacífico*, Barcelona, Lunweg.

Tovar, S. de. (1595), *Examen i censura por el doctor Simon de Tovar del modo de averiguar las alturas de las tierras, por la altura de la Estrella del Norte, tomada con la ballestilla ...*, Sevilla, Por Rodrigo de Cabrera.

Vicente Maroto, M.^a Isabel y Piñeiro, Esteban M. (1991), *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, Junta de Castilla y León.

Zamorano, R. (1581), *Compendio de la arte de nauegar*, Sevilla, Por Alonso de la Barrera.