

INSTRUMENTOS NÁUTICOS

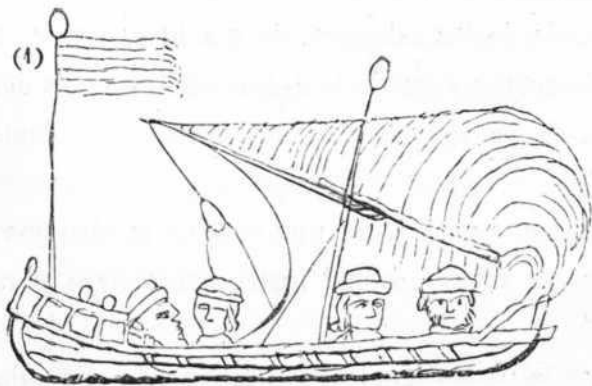
QUE SE GUARDAN EN EL MUSEO NAVAL.

BREVES NOTICIAS DE SU OBJETO Y CONSTRUCCION

Y DE ALGUNOS INSTRUMENTARIOS ESPAÑOLES,

POR EL CAPITAN DE NAVÍO

DON CESÁREO FERNANDEZ DURO



« ¡Oh feliz nacion española, cuán digna eres de loor en este mundo, que ningun peligro de muerte, ningun temor de hambre ni de sed, ni otros innumerables trabajos, han tenido fuerza para que hayas dejado de circundar y navegar la mayor parte del mundo por mares jamás surcados y por tierras desconocidas, de que nunca se habia oido hablar; y esto solo por estímulo de la fe y de la virtud, que es por cierto una cosa tan grande, que los antiguos ni la vieron, ni la pensaron, y aún lo estimaron por imposible! »

Tal era el juicio, tales las palabras de Nicolás Nicolai, geógrafo del rey de Francia, segun cuenta D. M. F. de Navarrete, en el proemio de su traduccion del *Arte de navegar* del Maestro Pedro de Medina, obra simultáneamente vertida al alemán, al inglés, al italiano, como fundamento de la ciencia náutica.

Decia Medina en 1545 haber sido *el primero que arte de navegar aya escripto*; en 1551 estampaba Martin Cortés: « mas digo auer sido yo el primero que reduxo la nauegacion a breue compendio, poniendo principios infalibles y demostraciones evidentes, » olvidando uno y otro que Enciso y Falero les habian precedido algunos años en la publicacion de reglas náuticas; pero de todos modos fué España cuna y origen del arte y las obras de Medina y de Cortés, « completándose mutuamente, segun expresion de una autoridad competente, enseñaron á la Europa es arte de navegar, presentándolo de modo que fuese accesible á los pilotos. »

No es mi objeto examinar estos tratados ni otros sucesivos españoles de navegacion: noticia de ellos dió extensamente D. M. F. de Navarrete en sus varios trabajos náuticos, y no há mucho el Sr. D. Francisco de P. Marquez analizó los más notables, bajo elevado punto de vista en el discurso que pronunció al ingresar en la Real Academia de Ciencias (2). El propósito de este artículo es más modesto, y se limita á entresacar las lecciones de los indicados eseritores, para que se comprenda el objeto y uso de los instrumentos que se conservan en el Museo Naval (que

(1) El *Zuær* con que Jaime Jener llegó al rio del Oro, en la costa de África, el año de 1346. Copiado de la *Carta de marear catalana* de 1375.

(2) Madrid, Imp. de la Viuda de Aguado, 1875. En 4.º mayor, D. Rafael Pardo de Figueroa publicó tambien una critica muy interesante de las obras del maestro Pedro de Medina, en Cádiz, por Gautier, 1867, 4.º mayor.

son los que servían á los pilotos españoles para fijar en la carta el punto de la nave y para dirigir sus atrevidas navegaciones), á la vez que para descubrir en lo posible los autores y procedimientos de la construcción, siguiendo método semejante al que he ensayado para los relojes marinos.

Martin Cortés, más minucioso en el particular que Enciso, Falero y Medina, puso en su carta dedicatoria al César, que los antiguos « carecian de la consideracion de las estrellas fasta que los fenices la inventaron y fueron los primeros que entendieron que era necesario para caminar por la mar *poner los ojos en el cielo*, frase de doble sentido digna de conservarse, porque revela que la indicacion y el auxilio de la Divina Providencia no faltó á los hombres audaces que iban á rasgar el velo en que estaba oculta la mayor parte del mundo, cuando sin otros elementos daban al viento la lona y se extrañaban de la madre patria.

» ¡Qué cosa tan árdua, escribia el mismo Cortés, dar guía á una nao donde solo agua y cielo verse puede! Una de las cuatro cosas difíciles que pone Salomon en sus proverbios, es el camino de la nao por la mar, lo que exponiendo Galfredo, dice: en las cosas humanas ninguna más temible ni más peligrosa es que aventurar la vida en un flaco madero, poner la persona en la furia de los impetuosos vientos y entre las tormentas del mar, arriscar lo que el hombre tanto quiere y ama, buscando camino por las ondas inquietas » (1).

Los medios con que los mareantes contaban para tamaña empresa, ya mediado el siglo xvi, eran, por encima de la práctica que enseñaba á apreciar los efectos del viento en el velámen, y la velocidad aproximada del vaso, la *aguja náutica* que señalaba el rumbo; el *astrolabio* con que se observaba la altura meridiana del sol, y la *ballestilla*, destinada para apreciar de noche la altura de la estrella polar; tres instrumentos groseros á cuyo objeto auxiliaban tablas astronómicas no más extensas ni pulidas, segun acredita el siguiente documento en que se mencionan los nuevos que para ensayo se dieron á la Armada, de Pero Menendez de Avilés.

« Digo yo Alonso Alvarez de Toledo, Cosmógrafo de S. M. en la Armada de los galeones, de que al presente es General el Adelantado Pero Menendez de Avilés, que recibí del Señor Secretario Juan de Ledesma, en presencia del Señor Juan Lopez de Velasco, Coronista y Cosmógrafo mayor de S. M., de las Indias, los instrumentos siguientes que se me mandaron entregar por el Consejo.

» Un tablon de nogal con un círculo dividido en él en trescientas y sesenta partes, de una vara en cuadro poco más ó menos, y con él dos reglones de la mesma madera de una vara en largo, el cual instrumento sirve para las longitudes.

» Una cuarta de círculo grande de otra vara en largo dividido en noventa partes iguales, y juntamente con ella otra pieza de un círculo de una tercia de ancho y otro medio círculo que le atraviesa, todo de nogal.

» Mas dos reglas de laton de una vara ó poco más de largo para el dicho instrumento que ha de servir para tomar la latitud de los lugares á cualquiera hora del dia.

» Un nivel pequeño de madera de peral de media vara de largo poco más ó menos, con ciertas divisiones á los lados.

» Item más una regla de vara y media poco más ó menos y con ella un círculo de nogal de media vara de largo y en ella una *alhidada* y encima de ella medio círculo, todo de cerezo ó de nogal, y en otra tablilla un círculo hecho de un palmo y en ella una alhidada de peral ó de cerezo con una aguja encajada en la misma alhidada, lo cual todo sirve para tomar la línea meridiana y latitud y division de la aguja.

» Item otro instrumento pensil sobre una tabla cuadrangular de una tercia por lado de largo poco más ó menos y en medio de ella levantada otra tabla, sobre la cual se mueve un círculo de cerca de una tercia de largo, en el cual está otro semicírculo atravesado con una cajita de laton, y en ella una aguja, la cual cajita se asienta dentro de un círculo del dicho instrumento, que es de nogal, todo con una armila de laton de donde se cuelga, el cual instrumento sirve para tomar la latitud de las regiones á cualquiera hora del dia.

(1) Más notable aplicacion del proverbio hizo Tirso de Molina en la comedia *Tan largo me lo fiais*, poniendo en boca del criado de D. Juan:

« Mal haya aquél que primero
pinos en el mar sembró,
y el que sus rumbos midió
con quebradizo madero. »

» Item otro regloncillo de laton de media vara de largo con unas pínulas levantadas y al fin del una cajita larguilla del mesmo metal con su cobertor fijada, en que va una aguja de cinco dedos de largo, el cual instrumento es para tomar la línea meridiana y ver lo que la calamita declina.

» Los cuales dichos instrumentos recibí por mandado del Consejo para llevarlos conmigo á la dicha Armada de los galeones y usar dellos como se me manda, y procurar introducirlos y aplicarlos para el uso de la navegacion, y porque es verdad que los recibí y daré cuenta dellos cada y cuando se me pidiere, lo firmé de mi nombre en presencia del dicho Señor Juan Lopez de Velasco. Fecha en Madrid á 8 dias del mes de Enero de 1574 años.—Juan Lopez de Velasco.—Alonso de Alvarez » (1).

AGUJA NÁUTICA.

En los tiempos de Medina y Cortés no era este instrumento una verdadera aguja de acero sobre un corcho á flote, segun la definió Raimundo Lulio: el uso constante de tan estimable guion del marinero habia producido la natural mejora en los accesorios de colocacion de la indicadora del polo, sin perjudicar á sus misteriosas propiedades. El *Breve compendio de la sphaera* explica así la fábrica:

« Tómesese un papel como de naipes y dése en él un círculo de cantidad de una mano poco más ó ménos, en el cual se han de pintar los 32 vientos con los colores y en la orden que dimos en el primero y segundo capítulo de los vientos y de la carta, no olvidando de señalar el Norte con una flor de lis y el Levante con una cruz, y demás desto, cada uno segun su fantasia los hermoseará y agraciará. Despues por la parte baja de este papelón se ha de dar una línea que esté derechamente bajo de la del Norte-Sur, la cual será señal para asentar los fierros ó aceros, y despues se ha de tomar un de filo hierro ó acero tan grueso como un alfiler gordo, ó segun el tamaño del redondo del papel rosa, aguja ó brújola que ya se puede llamar. Este fierro se ha de doblar, y que cada una de las partes igualmente sea tan luenga como el diámetro de la brújola y más la cuarta parte. Los cabos ó puntas destes fierros ó aceros se han de apretar y ajustar, y en los medios se han de abrir ó apartar uno de otro hasta que los cabos vengán á igualar con las extremidades del diámetro de la brújola, y así quedarán los aceros cuasi en figura oval. Estos fierros se han de apegar por la parte baja de la brújola de manera que sus extremidades ó puntas vengán precisamente por la línea del Norte-Sur, y para fijarlos así se han de cubrir con un papel delgado engrudado, dejando las puntas ó extremidades del fierro descubiertas. Y estas extremidades se han de tocar en la piedra imán en esta manera: la parte que está abajo de la flor de lis se ha de refregar en aquella parte de la piedra que corresponde al Norte, y esto bastaba para la perfeccion del aguja; pero algunos quieren para superabundancia tocar la otra parte del fierro con aquella parte de la piedra que corresponde al Sur, y tambien bastaba tocar con sola esta parte. Este tocamiento del fierro con la piedra para que la virtud demostrativa sea éngendrada, se ha de hacer dando con un martillo algunos golpes en aquella parte de la piedra que se ha de tocar, es á saber, en el Norte ó en el Sur, y allí le saldrán unas barbas donde se ha de refregar la punta del fierro, como quien lo amolase, y quedarle han pegadas algunas de las dichas barbas de la piedra, y así tocados y pegados los fierros háse de tomar una punta de laton de figura piramidal que es bajo ancha y arriba hace punta, y por lo bajo ó ancho se ha de barrenar con un taladros. Esta pirámide á que los marineros dicen chapitel, hase de encajar por el centro de la brújola, como la punta salga por la parte alta, y allí se ha de pegar y bien fijar. »

Explica despues cómo se hace á torno una caja cilíndrica de madera (redonda dice) de poco mayor diámetro que la rosa, con el fondo postizo para que se pueda quitar con facilidad cada vez que hayan de tocarse con la piedra los aceros (á que dicen cebar); cómo se coloca el estilo, y porque no entre viento por la parte de arriba, se cubre con un vidrio. Esta caja se pone en otra sobre dos círculos « *enejados* uno con otro, que sirvan para que no penda el aguja aunque penda la nao. »

Trata Cortés en capítulo aparte del *Nordestear* y *Noruestear* de la aguja, ó sea de la variacion observada por Colon en sus viajes, y no sólo la admite, sino que trata de explicarla suponiendo un polo de atraccion distinto del

(1) Coleccion de Navarrete, tomo xxvii, documento núm. 10.

polo del mundo, que erróneamente colocaba en el cielo, pero que de todos modos es el primer paso dado en la teoría del magnetismo (1).

Pocos años después (1581) decía Rodrigo Zamorano, que tomando dos hilos de acero se forma con ellos la figura de un hierro de lanza y se pegan á la rosa « tomando media cuarta del Nordeste por lo que nordestea la aguja aquí en Sevilla, » práctica viciosa que estuvo por aquel entonces muy en uso. Explica, sin embargo, cómo se reconoce la variación de la aguja (dándole este nombre) por la enfilación de la polar, y mejor por la línea meridiana; nombra *mortero* á la caja cilíndrica que contiene la rosa « que tenga hechura de una grande escudilla; » recomienda si la rosa se inclina que se ponga en la parte contraria un poco de cera ó una delgada lámina de plomo, y hecho el instrumento que llaman *aguja de marear*, se asiente en medio de la popa donde está la bitácora, en la línea que pasa desde el bauprés por el centro del mástil mayor.

Pedro de Syria (1602) diciendo « que es la aguja en respecto de los otros instrumentos de la navegacion, como la vista en respecto de otros sentidos, » explica la fábrica mandando hacer á un platero ó herrero que sea buen oficial un hierrezuelo acerado al modo de una lanceta de sangrar, con dos puntas á los cabos y en el medio un agujero, sobre el cual hará soldar un chapitelico de latón. El hierro se ha de calentar al fuego, y dando un golpe ó dos con un martillo en la parte de la piedra imán que señala al Norte, se debe fregar un rato la una punta del hierro mientras está caliente; se hace después la operación con el otro cabo y queda la aguja cebada.

En 1673 apareció el *Arte de navegar* del Dr. D. Lázaro Flores, criticando á los que pretendían determinar la longitud, ó la navegacion del Este-Oeste por la variación de la aguja, y dando reglas para conocer en la mar la dicha variación por la amplitud *Hortiva* y *Occidica* del sol, después de describir la *aguja de marear*, pero reconociendo la dificultad de ser al sol en el horizonte, ordinariamente acelajado, pretende, dice, enseñar otro método de observar la variación cuando está fuera del horizonte y desembarazado de nubes, y al efecto idea la colocación en la aguja de marear de unos estilos, por cuya sombra en alturas correspondientes del sol se determina el meridiano y consiguientemente lo que la aguja se aparta de él. Es el origen del instrumento azimutal.

Ya definido y usado este medio en la *Práctica de la navegacion* de D. Blas Moreno y Zavala, año de 1732, se advierten otros adelantos en la aguja. « El hierro que es tocado á la piedra imán » es de alambre grueso con el cual se forma un rombo, correspondiendo los ángulos agudos á los puntos Norte y Sur: el chapitel y la punta del estilo (*peon*) han de estar perfectamente pulimentados; *las esferas, el mortero*, en cuyo fondo se pone peso de plomo, la caja, deben estar bien concluidos: la rosa puede hacerse de *talco mineral*, siguiendo las instrucciones del autor, y se consigue que ni el calor ni la humedad la tuerzan: las cajas ó morteros se pintan de blanco por dentro y se les pone una línea negra de alto á bajo para que se pueda ver en derecho de ésta el rumbo; también es menester reparar que en todo este instrumento no se ha de poner clavo de hierro, y que no lo haya cerca de donde estuvieran las agujas. El autor cita las teorías de los PP. Dechales, Furnier y Tosca y recomienda que al forjar el hierro para la aguja, tanto en la fragua como en la bigornia está en dirección del meridiano, diciendo cuales son las mejores condiciones de temperatura, temple y calidad del metal; cuáles las de los imanes; cómo se dan *los pases*, sin restregar y cómo ha de prevenirse la oxidación. Después trata de la variación y de los modos de averiguarla por la amplitud y el azimut. Emplea siete capítulos y treinta y cuatro páginas en lo que atañe al instrumento.

Don Pedro Manuel Cedillo (1745) menciona en su *Tratado de Cosmografía y Náutica* las opiniones de Cordier, Hyre, Deliste, Halley y Casini; pone bajo la rosa *una ó dos verguitas de acero*; explica las agujas de marear y las azimutales, y entre las primeras pone:

« Las agujas cuadradas tienen la rosa dividida de cuatro cuadrantes y cada uno en 90°, cuyo principio es de los puntos de Norte y Sur, y acaba en los de Leste y Oeste, y al contrario. Tienen estas agujas un hilo ó cordoncillo de seda, ó una cuerda de vihuela delgada que pasa por debajo del vidrio, y por su medio correspondiente al centro de la rosa y en los lados donde se afija tienen dos ventanillas con sus vidrios, por medio de las cuales están dos hilos ó cuerdas de vihuela de alto á bajo, correspondiente al hilo ó cuerda que pasa por medio de la vidriera de la rosa.

» Los portugueses añaden un estilo en medio del chapitel, que corresponde derechamente entre uno y otro hilo

(1) Navarrete, *Historia de la náutica*.—Marquez, *Discurso* citado.

de las ventanillas, quedando dichos hilos y el estilo en una recta visual. En lugar del estilo, se pone también otra cuerda un poco más abajo del otro hilo, que divide la vidriera por en medio, quedando más derechamente debajo del otro, para que ambos hilos formen una sombra, y aunque es bastante un hilo, es mejor para mayor certeza valerse del estilo del chapitel y del hilo, ó de los dos hilos que forman una sombra, que del uno solo. »

En el *Compendio de navegacion* (1757) expuso D. Jorge Juan que la práctica de los alambres gruesos unidos por sus puntas debajo de los puntos Norte y Sur, no es tan buena como la de una planchuela hecha en figura de romboide, y en cuyo centro de gravedad se fija el chapitel.

Por último, treinta años después (en 1787) se ocupó con bastante extensión de la aguja D. José de Mendoza en su *Tratado de navegacion*, por ser « el único medio que hasta ahora se ha descubierto para averiguar la dirección del camino de la nave, y tal vez el único que jamás se conocerá » y porque lamentaba que la construcción de estos preciosos instrumentos estuviera abandonada á artifices prácticos é ignorantes. Para conocimiento general, explicó, pues, las propiedades del imán; el modo de fabricar los artificiales; la imanación de la planchuela; la forma de ésta, desechada ya la figura de romboide y sustituida por la de rectángulo, por la de paralelogramo terminado por dos puntas muy obtusas, por la de paralelepípedo y por varias planchuelas paralelas, reuniendo las opiniones y experiencias de los sabios de Europa, sin olvidar los detalles de elección de materiales y modo de tratarlos hasta formar en conjunto el instrumento y la manera de experimentarlo y corregirlo. Distingue después las *aguja de marear* y *azimutales* provistas de cristal de color en la pínula ocular y de movimiento circular que no se comuniquen á la rosa, con círculo de metal graduado y nonio con resorte. Censura el uso de colocar dos agujas en la misma bitácora y el de poner cáncamos ú otras piezas de hierro en las inmediaciones; trata de las causas que alteran el magnetismo de las planchuelas, entre ellas la costumbre de guardarlas en una caja sin que tengan rotación, los rayos, las auroras boreales, y del modo de retocarlas á bordo y de construir imanes artificiales para el efecto, sin el auxilio de la piedra imán.

En lo que no se hizo novedad hasta la indicada fecha, fué en la forma y disposición de los accesorios del instrumento, continuando en la manera que los pintó en el siglo XVI el chistoso Salazar al decir: « la luz y la aguja de esta ciudad se encierra en la bitácora, que es una caja muy semejante á estas en que se suelen meter y encubrir los servicios de respeto que están en recámaras de Señores » (1).

Entrado el siglo presente se introdujo la modificación de poner cristal en el fondo del mortero de la aguja, y de horadar la caja de soporte y la cubierta del buque, á fin de que la luz puesta á popa en la batería del sollado ú batería á cargo del vigilante de la ampolleta, iluminara tenuemente la rosa de talco trasparente.

Estando en Londres Mendoza el año 1793, remitió con otros instrumentos una aguja de nueva invención de Kennet Mac Cullock, otra azimutal de lo más perfecto, y *una lámpara para iluminar la rosa*, cuyo inventor tenía patente. La primera trató de imitarse en los arsenales, con mal éxito, por lo cual continuó hasta mediados de este siglo la bitácora primitiva.

En 1807 se mandó informar á D. Gabriel Ciscar acerca de un impreso del presbítero D. José Rubio y Nadal, cura párroco de Villanueva de Prades, arzobispado de Tarragona, que trataba de las causas de la declinación y variación de la aguja. En 1848 se publicó la *Memoria descriptiva del círculo de marear y sus aplicaciones*, por el jefe de escuadra D. Antonio Doral, inventor del instrumento que está en uso en nuestros buques y sirve con buen resultado para referir á la aguja de bitácora ó la magistral todas las observaciones que ántes se hacían con las de marcar y azimutales. En 1875 apareció *El desvío de la aguja náutica*, redactado por D. Antonio Terry y Rivas, teniente de navío de primera clase, obra declarada reglamentaria y cuyo objeto es la corrección de la *atracción local* ó *desvío* producido en la aguja por las enormes masas de hierro que entran en la construcción, armamento y máquinas propulsoras de los buques modernos. Por fin, en este año de 1878 incluyó la *Revista general de Marina*, tomo II, página 150, un interesante estudio de la aguja, principalmente en las modificaciones modernas y sobre todas de las de planchuela circular, hecho con gran erudición por D. José Gomez Imaz, teniente de navío de primera clase.

(1) V. mis *Disquisiciones náuticas*, tomo II.

ASTROLABIO.

De este instrumento se escribió y publicó mucho antiguamente en España, y aún del que se usaba para las observaciones á bordo, más sencillo, como que no tenía círculos ni líneas azimutes, almicantaraes, las doce casas celestes, la línea crepúscula, los doce vientos, la red aranea y otras cosas que utilizaban los astrólogos en tierra, se dieron á luz muchas explicaciones, aparte de las contenidas en los tratados de navegacion de que me voy ocupando. De los astrolabios náuticos cita la *Biblioteca Marítima* de Navarrete los tratados de Andrés Alcantarilla, Andrés García de Céspedes, Hernando de los Rios Coronel, Juan Martín Poblacion, Juan de Rojas; y no citados hay en la coleccion de documentos inéditos del mismo autor:

Navigatorie compendium, De constructione Austrolabii nauticii. Ms. del siglo xvi. Tomo 1, docum. núm. 1.

De la fábrica del astrolabio. Ms. del mismo siglo, firmado Alcántara. Tomo 1, docum. núm. 5.

Descriptio Horologii Bilunbanti ex Astrolabio universali. Ms. del mismo siglo, tomo 1, docum. núm. 6.

A los cuales deben agregarse las descripciones que modernamente han dado á luz en el MUSEO ESPAÑOL DE ANTIGÜEDADES, del astrolabio de Felipe II, que se conserva en el Museo Arqueológico, D. Florencio Janér, y del que se dice perteneció al rey D. Alonso el Sabio, del que hay reproduccion galvano-plástica en el Museo Naval, D. Eduardo Saavedra.

Martin Cortés pintaba los de su tiempo como sigue:

« Débese tomar una plancha de cobre ó de laton (que es mejor para esto que otro algun metal) del grandor que quisieres hacer el astrolabio, y es el comun tamaño que tenga un palmo de diámetro y sea tan gruesa como medio dedo por lo ménos, porque cuanto más pesado fuere, tanto más aplomado estará para tomar la altura, la cual lámina ó plancha se ha de arredondar haciendo en ella un círculo, dejando fuera dél salida una esquina en la que formaremos una asa, y en esta asa haremos un agujero en el cual, despues de trazado el astrolabio se ha de poner una armilla con un fiel, de la cual se ha de colgar el astrolabio para tomar el altura. Despues de redonda y hecha la asa, alimpia y allana la lámina por ambas partes, de manera que esté toda de un gordor y que no pese más el un lado que el otro, lo cual desta manera examinarás. Cuelga la plancha del armilla ó agujero que tienes hecho, y del mismo agujero cuelga un pinjante de plomo atado en una cerda ó hilo delgado de seda, y si estando el astrolabio colgado y libres él y el pinjante, el hilo pasare por el centro del astrolabio, estará bueno, y si el hilo se apartase del centro hácia uno de los lados, aquel tallado estará más grueso y pesará más que el otro, y habrase de adelgazar hasta que el hilo pase justo por el centro. Hecho esto, se ha de hacer un círculo sobre el dicho centro que sea un poco más adentro de la circunferencia del astrolabio, y luego se ha de llevar un diámetro desde el centro del agujero en que está el asa del centro del astrolabio, atravesando todo el círculo, y llamarse ha línea del zénit, la cual se ha de cortar con otro diámetro sobre el centro, haciendo con ella ángulos rectos, y llamarse ha este diámetro línea de horizonte. Estos dos diámetros dividirán el círculo en cuatro partes iguales. Despues haremos otro círculo tanto más adentro del segundo que entre las circunferencias quepan los números de los grados. Despues reparte la una parte superior y siniestra (estando el astrolabio colgado del asa contra tí) primeramente en tres partes iguales, y tendrá cada parte treinta grados, y cada parte de estas repartirás en otras tres partes iguales, y ternán á diez grados, y cada una destas partes en dos, y ternán á cada cinco grados; despues pondrás una regla sobre el centro del astrolabio aplicándola á cada un punto que dividen las dichas partes y echarás unas líneas que pasen de la circunferencia del primer círculo á la circunferencia menor y escribirás en los espacios del círculo menor los números de los grados, comenzando en la línea del horizonte, y en aquel espacio fornás 5 y en el otro 10, hasta que los 90 grados terminen en la línea del zénit. Despues los espacios de entre el primero y segundo círculo, repartirás cada espacio en cinco, que serán los noventa grados. Hecho así el astrolabio, se ha de hacer el alhidada, para lo cual tomarás una plancha de laton tan ancha como dos dedos escasamente y tan gruesa como la del astrolabio, y tanto luenga como el diámetro del astrolabio, y haz una línea por medio della segun longitud, y en el medio desta línea haz un círculo tan grande que toque en los lados desta plancha. Despues corta desta plancha de la una parte lo que hay de la línea

á la mano derecha, y de la otra parte lo que hay de la línea á la mano izquierda, dejando sano el círculo. Esta línea, que pasará por el centro del círculo, se dice línea fiducia (que es la que señala en los grados el altura que se toma). Despues quita las esquinas desta alhidada por la parte de fuera, de manera que no se toque en la línea fiducia. Hanse despues de hacer dos pínolas ó almenillas de dos tabletas del metal que fuere el astrolabio, y del mismo gordor de la alhidada, y de alto tenga una pulgada, y en el medio destas dos tabletas, segun el alto, harás una línea. Despues que ellas estén igualadas y todos sus ángulos rectos, en cada línea destas que hiciste, haz dos agujeros que igualmente disten de las dichas tabletas, y han de ser los dos agujeros de cada una tableta, el uno grande cuanto quepa un alfiler gordo y estos servirán para tomar el altura de estrellas, y el otro tan sutil cuanto quepa una aguja de labrar, y estos servirán para tomar el altura del sol. Hanse de hacer de tal manera que por la parte de fuera sean los agujeros mayores, y por la parte de dentro del tamaño que tengo dicho. Hechas estas tabletas ó almenillas, se han de soldar en el alhidada, entre el centro y extremidades della, haciendo unas muescas donde se encajen y suelden ó dejando primero en las almenillas unos pezoncitos que se encajaren por sus agujeros en el alhidada, y hanse de asentar de manera que la línea de la almenilla donde están los agujeros caiga sobre la línea fiducia del alhidada, de manera que la mitad del almenilla esté asentada sobre el alhidada y la otra mitad en vago. Así mesmo se ha de tener advertencia que el agujero grande de la una almenilla esté en frente del agujero grande de la otra y no trastocados. Hecho esto se ha de horadar el astrolabio por el centro, haciendo un agujero muy redondo, que tenga en medio de sí el centro del astrolabio, tan grande cuanto quepa una pluma de ánsar, y lo mesmo en el centro del círculo del alhidada; despues haz un fiel (que es un clavo del mismo laton) que por la parte del alhidada tenga una cabeza llana y redonda, y él sea muy redondo y entre justo en el agujero de la alhidada y astrolabio, y á la punta tenga un agujero prolongado á donde quepa una claveta que apriete el alhidada con el astrolabio, de manera que el alhidada pueda andar alrededor del astrolabio. »

Tomando el instrumento por la anilla, colocándolo en el plano vertical del sol y moviendo con la otra mano la alhidada hasta conseguir que un rayo del sol ó de la estrella penetrando por el agujero de la pínula superior correspondiera con el correspondiente inferior, la línea fiducia señalaba la altura, contada desde la línea del horizonte, con arreglo á las reglas de la sombra.

El astrolabio que Rodrigo Zamorano (1581) llama tambien cuadrante, probablemente porque sólo uno de los cuadrantes estaba graduado, tuvo uso continuo en la navegacion hasta los años de 1734, sin más innovacion ó mejora que la de haberse graduado el otro cuadrante superior, y dado movimientos encontrados ó doble movimiento á la argolla de suspension en 1587. Garcia de Céspedes (1606) dice que los marineros denominaban *declina* á la alhidada: Nájera (1628) que así como los pilotos castellanos graduaban los astrolabios desde el horizonte al zénit, los portugueses lo hacian al contrario y Flores (1673) que el astrolabio por la inestabilidad del navío no es propósito para observar las estrellas, siendo aún en tierra difícil asegurarlas por los agujeros, *salvo en los astrolabios grandes que de semidiámetro tienen una vara*. Sanchez Reciente (1749) escribe que en su tiempo solamente se empleaba para observar la latitud de alguna isla en que no estaba libre el horizonte. » En los tratados de Cedillo (1745) y de D. Jorje Juan (1757) ya no se menciona el astrolabio.

El Doctor Diego Garcia de Palacio (1587) apunta pormenores muy interesantes para la historia del instrumento. Este, á su juicio, es mejor «cuanto más grande y fornido, como tenga proporcion del peso al que le ha de tener y usar del» (unas ocho libras.) El que quiere tomar el sol con el astrolabio en la mar, se asentará y se pondrá cerca del mástil mayor, que es donde la nave da ménos vaivenes y está más quieta, y colgado el dedo segundo (otros dicen el del centro) de la mano derecha de su anillo, pondrá el rostro y el astrolabio frontero del sol derechamente, y conocerá que lo está por la sombra que el sol hace, y alzará ó bajará el *penicidío* (alhidada), hasta que entre el sol igual por los agujeros de las pínulas; y estando así tomará de astrolabio los grados que muestra la punta alta al penicidío, y hará por ellos la cuenta segun las reglas. »

La descripcion de la fábrica y uso de tal instrumento confirma la agudeza del citado Eugenio de Salazar cuando pinta (1) al piloto, teniente del viento sentado con gran autoridad en su tribunal ó *cadira* de palo, que se debió comprar en almoneda de barbero, tomando al medio dia el astrolabio en la mano, alzar los ojos al sol, procurar

(1) *Disq.* ix, págs, 183 y 198.

que entre por las puertas de su astrolabio y como no lo puede acabar con él, y verle mirar luego su Regimiento; y en fin, echar su bajo juicio á monton sobre la altura del sol. Y como á las veces le sube tanto que se sube mil grados sobre él. Y otras veces cae tan rastrero que no llega allá con mil años, porque toman la altura á un poco más ó ménos, y espacio de una cabeza de alfiler en su instrumento os hará dar más de 500 leguas de yerro en el juicio.»

BALLESTILLA.

Del *Báculo ó Radio astronómico* usado en la antigüedad por los astrólogos para determinar principalmente la distancia angular de las estrellas, tomaron los marineros la *Ballestilla*, instrumento de fácil construccion y manejo empleándolo desde un principio para averiguar la altura de polo, y por consiguiente la latitud. Aunque más imperfecto y ocasionado á error que el astrolabio, se consideró preferible primeramente para las observaciones nocturnas de las estrellas de *la Osa menor*, aplicándolo á las del sol únicamente cuando envuelto el astro por los celajes no se podía conseguir que penetrara su luz por las pínulas del primero, pero despues la rutina le acordó el primer lugar, en términos que, mediado el siglo xviii é inventados los instrumentos de reflexion, habia todavía pilotos que no querian servirse más que de su ballestilla.

Esta se componia en el siglo xvi con una vara cuadrangular de madera dura de seis ó más palmos de longitud, «porque cuanto más larga era más precisa» y otra más pequeña que á través de una escopladura corria por la primera en sentido perpendicular, ó en cruz. La primera se llamaba *vara, virote ó radio* y su extremo inferior *coz de la ballestilla*; la segunda se distinguia con los nombres de *martillo, sualla, franja, sonaja y transversario*. La fábrica era tan sencilla que cualquier marinero diestro la podia hacer á bordo (1), graduándola desde el extremo á la coz por el sencillísimo procedimiento gráfico explicado por Martín Cortés, Rodrigo Zamorano y otros maestros del arte de navegacion.

Para observar con ella se aplicaba la coz al lagrimal del ojo, y puesta la cara hácia el sol ó estrella, mirando por la superficie alta del un extremo de la sonaja el centro del astro, se habia de dirigir á la vez una visual por el extremo bajo de la sonaja al horizonte, corriéndola en uno ú otro sentido hasta conseguir la coincidencia, en cuyo caso, los grados y minutos contados desde el extremo ó principio de la graduacion hasta la sonaja, representaban la distancia del astro al zénit ó complemento de la altura.

No es fácil apreciar la magnitud del error que cabe, áun concediendo al observador consumada práctica, en el uso de semejante instrumento, del cual con harta razon decia el repetido Eugenio de Salazar: «Es de ver al piloto tomar la estrella, verle tomar la ballestilla, poner la sonaja, asestar al Norte, y al cabo dar tres ó cuatro mil leguas de él» (2).

Pedro Nuñez puso de manifiesto la inconveniencia de la ballestilla y propuso que se desterrase de los bajeles, empresa vana siendo ya tanta la aficion de los mareantes al instrumento que los más lo preferian al astrolabio, y muchos hacian la navegacion de ida y vuelta á las Indias sin servirse de otro. Por lo mismo se discutieron las razones de Nuñez, y ya que no pudiera negarse la solidez en que se fundaba, salió á la defensa el Dr. Simon de Tovar exponiendo en un libro especial (3), que no era la ballestilla, instrumento de los mejores y más fáciles que inventaron los matemáticos, lo que habia de censurarse, sino el abuso que de él se hacía, y sobre todo lo erróneo de las reglas empiricas que á la observacion aplicaban los navegantes, las cuales se proponia enmendar, pues áun cuando de la ballestilla al astrolabio haya la distancia que hay de lo imperfecto á lo perfecto, todavía bien manejada es útil.

El cosmógrafo mayor Andrés Garcia de Céspedes mejoró el instrumento, calculando unas tablas para trazar la

(1) Dr. Diego Garcia de Palacio, 1587.

(2) *Disg.* ix, pág. 197.

(3) *Exámen censura, por el Dr. Simon de Tovar, del modo de averiguar las alturas de las tierras por la altura de la Estrella del Norte tomada con la Ballestilla. En Sevilla, por Rodrigo de Cabrera, año de 1595.*

Aunque no especialmente trata tambien del instrumento un *Arte del marear* escrito por Juan de Moya año de 1564, que Ms. é inédito se conserva en la *Coleccion de documentos de Navarrete*, tomo 1, doc. núm. 4.

graduacion con más precision que por el método gráfico, adoptando en vez de una sonaja ó trasversario tres de distintos tamaños; la más pequeña para alturas de 6 á 12 grados, la mediana de 12 á 24 y la mayor de 24 á 70. Además introdujo en las escopleaduras de estas sonajas un muellecito para que se detuvieran por sí solas sobre el radio, y con tales modificaciones hizo un padron que quedó en la Casa de Contratacion de Sevilla, para comprobar las ballestillas de los pilotos (1).

Más de un siglo despues se notician otras alteraciones, siempre en pró de la exactitud: el radio, más corto, no tiene más que dos ó dos y medio piés de longitud; á las tres sonajas de Céspedes se ha añadido una cuarta que se llama *martinete*. La longitud de la mayor es la mitad del radio; la de la segunda, la mitad de la mayor; la de la tercera, la mitad de la segunda y la del martinete, la mitad de la tercera. El radio tiene dos graduaciones en cada una de sus cuatro caras, la una para observar el sol, y las estrellas en el meridiano contada desde el zénit al horizonte; la otra para la estrella polar fuera del meridiano, contada desde el horizonte al zénit. Olvidada la costumbre de observar con la ballestilla de cara al astro se hace de espaldas (2).

Empleábanse por entónces maderas de ébano, palo santo ú acana en la ballestilla, plateando la graduacion con azogue: las sonajas, á más del muelle de Céspedes, tenian tornillos para fijarlas; en la coz se habia instalado una chapita de metal ajustada y con unas orejuelas, que se llamaba *mira*. En la superficie anterior del martinete se ponía una chapita de marfil que atravesaba de uno á otro lado por medio de la escopleadura y sobresalía por cada uno como cosa de dos dedos, donde se trazaba una línea negra que correspondía al centro de la dicha escopleadura, y siendo paralela á sus lados, cortaba á los otros verticales por medio y en ángulos rectos, por lo cual se llamaba *horizontal*, por ser paralela al horizonte cuando se observaba. En lo que sobresalía del plano anterior del martinete se vaciaba lo que quedaba de la línea horizontal para abajo, para descubrir el horizonte y lo que quedaba por la parte de arriba de dicha línea se llamaba *cuernecillos* del martinete (3).

El Almirante José Gonzalez Cabrera Bueno calculó una tabla trigonométrica para graduar la ballestilla, despues de la cual ya no tuvo el instrumento otra mejora que la de poner en el extremo inferior de las sonajas una chapa de laton con una hendidura por la cual se miraba el horizonte.—Cedillo, que en las postrimerías de la ballestina lo consideraba el instrumento más cómodo y ordinario de la navegacion, aunque el más imperfecto y sujeto á yerros, explica de esta manera la observacion:

«Para observar el sol con las espaldas vueltas, se mira por la hendidura de la chapa que se pone en el extremo de la sonaja para el horizonte, y se corre el martinete hasta que se vea por debajo de su línea horizontal el horizonte, y al mismo tiempo la sombra del extremo de la sonaja se ajusta con la línea horizontal del martinete, de modo que si la sombra queda baja estando ajustada la vista al horizonte, se subirá el martinete, y si está superior dicha sombra á la línea horizontal del martinete, se bajará éste hasta que se ajuste la sombra del extremo superior de la sonaja en dicha línea horizontal, y entónces estará ajustado el instrumento, y segun fuese subiendo el sol sobre el horizonte, se va subiendo el martinete, hasta que llegue al meridiano, y entónces el ángulo que forma la sombra del sol con la horizontal, es la altura del sobre el horizonte, y los grados que hubiere en el radio desde la línea del principio de la cuenta hasta el martinete, es lo que el sol dista del zénit» (4).

CUADRANTE.

Aunque Rodrigo Zamorano hizo al Cuadrante sinónimo del astrolabio, era instrumento distinto y debia estar generalizado en el siglo xvi, toda vez que el Dr. Garcia del Palacio, sin describirlo, aunque lo pinta, explica de qué modo se toma con él la altura de sol. Sobre el radio correspondiente á los 90 grados ó fin de la graduacion, tenía dos pinulas por las cuales debia entrar un rayo del sol como en el astrolabio, y mirando en este momento donde

(1) *Regimiento de navegacion*. En Madrid, por Juan de la Cuesta, 1606.

(2) *Nuevo régimen de navegacion por el Capitan D. José Garcia Sevillano, piloto del mar Océano, Madrid, por Joaquin Sanchez, 1736.*

(3) *Tratado de navegacion theórica y práctica por D. Juan Sanchez Reciente, catedrático de matemáticas del Real Colegio de San Telmo de Sevilla, por Francisco Sanchez Reciente. Sin año. (1749).*

(4) *Tratado de la cosmografía y náutica, compuesto por D. Pedro Manuel Cedillo, Director de la Real Academia de Guardias Marinas de Cádiz. Reimpreso en Cádiz por D. Manuel Espinosa de los Monteros. Sin año. (Las licencias son de 1745.)*

tocaba el hilo de una plomada colgada del centro, se anotaba la graduacion y hacia cuenta de la altura. Pedro Nuñez y Andrés García de Céspedes imaginaron otros, que llamaban cuadrantes, pero que eran en realidad modificaciones del astrolabio, y el último, lo confiesa diferenciando los que podian usarse á bordo y los que son más útiles en tierra diciendo: «Aunque para los pilotos no son de provecho los cuadrantes, ni otro algun instrumento fuera del astrolabio, porque en la mar no se puede usar de instrumento que no esté colgado libremente, y no tenga perpendicular, sino alidada, pero para los curiosos que en tierra quisieren hacer observaciones, se enseñará algunos cuadrantes que con ellos se pueda tomar la altura del sol, sin error de tres ó cuatro minutos á lo más largo».

Antonio de Nájera, aconsejando á los pilotos que no usaran la ballestilla, les proponia como muy superior el *cuadrante náutico*, cuya fábrica y uso explicaba áseguida, fundiendo un cuadrante de metal del grueso y tamaño de un astrolabio, abierto en la parte no ocupada por la graduacion con elegante ramería. El arco estaba dividido en 90 grados de uno en uno. Se fundia aparte una *Diotra* ó alidada de longitud igual á la mitad del radio del cuadrante, haciendo en la pínula unas aberturas cuadradas bastante grandes, y en ellas una rejilla de alambre y en cada rejilla una cuentecita negra fija. A la diotra se soldaba un *mostrador* ó regla de metal de longitud igual al radio del cuadrante, de modo que ambas reglas formaran un ángulo de 45 grados. El vértice de este ángulo debia coincidir con el centro del cuadrante, sobre el cual giraba á favor de un perno con chaveta semejante al del astrolabio y del mismo centro salia una argolla de suspension del instrumento.

«Para tomar la altura de la estrella, decia, se colgará el cuadrante de su argolla por el dedo pulgar de la mano izquierda con la cara hácia la estrella, levantando la mano de suerte que moviendo la diotra con la mano derecha se pueda ver la estrella por entrambas las aberturas de las pínulas, encubriéndola por las cuentecillas negras que están en medio de las aberturas, para lo que cerraremos el un ojo. Esto así dispuesto, sin mover la diotra de su lugar, el mostrador nos mostrará en la graduacion los grados y parte de grado que la estrella está apartada del zénit» (1).

El Doctor Lázaro de Flores aboga por otro cuadrante que se usaba en su tiempo, «como el más verídico y cierto para observar las estrellas: cuadrantes hay muchos de diversas fábricas, sigue diciendo, pero éste que pondremos aquí es el más práctico, fácil y copioso para muchos usos en la astronomía, el cual hoy se fabrica en esta ciudad (Habana) con más perfeccion que hasta ahora ha habido, y aunque es muy semejante al que escribe Céspedes, todavía diferencia mucho de él, pues con éste que aquí se fabrica se puede observar el sol en la mar y con el de Céspedes sólo se observa en tierra.»

Segun su descripcion y dibujo consistia el instrumento en un cuadrante de madera de una tercia ó más de radio: el arco estaba dividido en grados, medios grados y cuartos de grado; en el centro se labraba una espiga cuadrada para encajar una sonaja ó pínula. Otras dos pínulas semejantes se hacian por separado con un encaje que abrazara el arco y pudieran correr por él: una de ellas se colocaba al principio de la graduacion, y colocando la del centro en el ojo, se enfilaba el horizonte, y en esta disposicion se movia la tercera pínula hasta descubrir por ella el astro (2).

Desde esta fecha fué decayendo el uso del cuadrante náutico, y sin embargo, todavía se describe en la navegacion de D. Jorge Juan (1757) atendiendo á los buenos servicios que habia prestado, y á que seguia siendo el gran instrumento de los observatorios. En un inventario del de Guardias Marinas de Cartagena de 1783 consta que poseia *tres cuartos de círculo* de dos piés de radio, dos de ellos fijos con movimiento en el sentido vertical, para meridianas, azimutes y pasos, y el tercero con diferentes movimientos para tomar distancias, y en 1790, informando Mazarredo acerca de los progresos de los instrumentarios ingleses, decia que con los nuevos se desterrarían los cuartos de círculo, *con el engorro de niveles y aplomos*.

CUADRANTE DE REDUCCION.

Para explicar la forma y aplicaciones de este sencillo instrumento, llamado tambien *cuadrante dorado*, porque con él se resuelven fácilmente muchos de los problemas usuales de la navegacion, escribió siendo piloto mayor de

(1) *Navegacion especulativa y práctica compuesta por Antonio de Nájera, matemático lusitano.—En Lisboa, por Pedro Craesbeeck, 1628.*
 (2) *Arte de navegar por el Doctor D. Lázaro de Flores. Año 1673.—En Madrid, por Julian de Paredes.*

la Armada del mar Océano el célebre D. Antonio Gastaneta un voluminoso libro en folio que tituló *Norte de la navegacion hallado por el cuadrante de reduccion* (1). Los tratados posteriores, sin concederle tanta importancia, toda vez que con la pantómetra, la escala plana y la de Gunter se consiguen los mismos resultados, mencionan, sin embargo, al cuadrante de reduccion con el aprecio que se merece. Las *Tablas* de Mendoza lo han sustituido con mucha ventaja.

CUADRANTE DOBLE.

La aparicion del *cuadrante doble*, *cuadrante inglés* ó *cuadrante de Davis*, del nombre de su inventor, relegó al olvido por completo al astrolabio y áun á los otros cuadrantes que lo mejoraban. La primera obra española en que lo he visto descrito es la *Práctica de navegacion* de D. Blas Moreno y Zavala (1732), que dice ser instrumento de construccion muy fácil y al mismo tiempo difícil. Fácil, porque no es en realidad otra cosa que la cuarta parte de un círculo dividido en 90 grados y formado con arcos y pínulas de boj y travesaños de ébano; difícil porque no hay en España quien se dedique á hacerlos con el primor que los de la nacion de sus primeros inventos.

El cuadrante inglés se componia de dos arcos de círculo de radios diferentes, pero que tenian un centro comun: el arco de radio más pequeño tenía comunmente 60 grados y el otro 30. El primero se dividia en grados solamente: y el mayor en grados y minutos que se manifestaban sensiblemente por el artificio de once círculos concéntricos con correspondientes trasversales que permitian apreciar de dos en dos minutos. En el centro habia una pínula llamada horizontal con una línea perpendicular al plano del instrumento sobre el mismo centro, de suerte que teniéndole vertical, quedaba paralela al horizonte dicha línea, y en ella hacia centro un círculo pequeño adonde habia de venir el rayo directo del sol, y debajo de la misma línea una hendidura para ver al mismo tiempo el horizonte. Asimismo tenía dos pínulas movibles, una llamada visual sobre el arco de mayor radio, y otra nombrada cristalina, sobre el de menor. La cristalina tenía en medio de su espacio un vidrio convexo destinado á llevar al círculo pequeño sobre el medio de la pínula horizontal, la imágen del sol. En la visual habia un agujerito sùtil á donde se aplicaba el ojo para ver el horizonte por la hendidura de la pínula horizontal. Habia otra pínula llamada sombría para ponerla en vez de la cristalina cuando eran muy fuertes los rayos del sol, y en este caso la línea de su sombra debia ajustarse con la de la horizontal. La observacion se hacia de espaldas al sol.

CUADRANTE DE REFLEXION.

Poco duró el aprecio del cuadrante doble; el año de 1731 inventó Juan Hadley, Vicepresidente de la Sociedad Real de Lóndres, un octante ú octava parte de círculo, cuyo arco estaba dividido en 90 partes ó medios grados, cada uno de los cuales correspondia en la observacion á un grado entero. La teoría hoy harto conocida, fué magistralmente tratada en la *Navegacion* de Mendoza, autor que dió al mismo tiempo noticia de invenciones simultáneas de M. de Fuchy, Secretario de la Academia de Ciencias de París, y de Mr. Godefrey, de Pensilvania. Continuando la historia de este instrumento, narra la aparicion sucesiva del *sextante*, del *quintante* y del *círculo* de reflexion, que hoy están en manos de todos los marinos con ligeras modificaciones debidas al adelantamiento de las artes. Todos los tratados modernos de navegacion los describen extensamente, razon bastante para no hacerlo en este artículo, dedicado á lo retrospectivo. Sólo consignaré que los primeros cuadrantes de reflexion tenian un radio que llegaba á dos piés, por lo cual y por su figura se comparaban con las *cabrias*; eran de madera dura y no tenian anteojo, ni vidrios de color, ni nonio, ni micrómetro, detalles que sucesivamente lo han ido mejorando. A mediados de este siglo todavía no eran comunes los de metal por su mucho coste y se construian muchos de madera de ébano con la graduacion del arco sobre una plancha de marfil y la alhidada de laton. En el Museo Naval se conservan algunos curiosos ejemplares de los primitivos.

(1) Impreso en Sevilla por Juan Francisco de Blas, año de 1692.

CORREDERA.

El autor de este sencillo instrumento, que sirve aún para determinar el camino de la nave, sin que los adelantos de las ciencias físicas hayan logrado sustituirlo con ventaja, es desconocido. Según Navarrete, Bourne lo dió á conocer en Inglaterra en 1577; según Gehler, la primera noticia de la *corredera* se halla en la descripción de Purchas de un viaje á las Indias Orientales en 1608. Pigofeta no la menciona en su tratado de navegación, pero en la pág. 45 de sus viajes parece aludir á ella cuando dice: *secondo la misura che facevamo del viaggio colla catena a poppa...* etc.

Como quiera que sea, los marineros españoles, según dice la *Suma de geografía* de Enciso (1519) contaban el camino « por días y noches y por ampolletas, que es buena cuenta para los que tienen conocimiento de la nao en que van, lo que suele andar por hora, porque arbitran lo que puede andar, y para seguridad del error echan antes más leguas que menos. » Gunter en 1623, Snellin en 1624, Metius en 1631 y Oughtred en 1633, trataron de un instrumento que colgado en la popa de la nave señalaba las leguas que se andaban, alusión á la *corredera* que no se encuentra en ninguno de los tratados españoles hasta el de *Navegación* que publicó D. Pedro Porter y Casanate el mismo año de 1633, y eso poniendo en duda la conveniencia del instrumento y juzgando más acertado valerse, como hasta entonces se hacía, de la experiencia y conocimiento que cada piloto tuviera de su nave para graduar la marcha ó velocidad en diversas circunstancias y situaciones.

Todavía Flores en 1673 no mencionaba la *corredera* que al fin recomendó Gastañeta en 1692, como medio superior á los que por entonces se empleaban, y explica así:

« No puedo dejar de decir con qué pocos fundamentos se discurre entre algunos navegantes el conocimiento de lo que una nao navega de distancia, pues algunos, haciéndose astrólogos judiciales, solamente se atienen á su conjetura, sin más fundamentos que sólo mirar á la espuma que deja la nao con su movimiento... Otros hay que la distancia ajustan solamente con echar un pedazo de palo ó astilla por la proa de la nao algo distante, y luego así que empareje la astilla con él, camina para popa, según la astilla; hecho esto, hace la consideración, si yo caminara en tierra, según aquí lo que podía caminar en una hora, y con este discurso ajusta el camino que hace en la navegación. Otros hay que hacen unas señales en el costado de medidas determinadas, y luego echan un palo por la proa, y emparejando á la primera señal empiezan á contar, y según fueron contando y á qué señal llegan, hacen la conjetura de lo que camina una nao. »

Pruébase con esto que los más útiles descubrimientos se acreditan con dificultad y lentitud, porque tienen que vencer la rutina, la inercia y la oposición arraigadas en la preocupación y el amor propio; pero de todos modos, en la *Práctica de la navegación* de D. Blas Moreno y Zavala (1732) se da ya admitida y vulgarizada en la marina española la *corredera*, si bien inserta todavía una « tabla de las millas, piés y pulgadas que caminará un navío mientras pasan uno ó más segundos de tiempo. »

Para concluir con esto he de apuntar lo que dice un libro poco conocido, que no consta en la *Biblioteca marítima* de Navarrete. Titúlase *El nuevo atlas universal abreviado ó Nuevo Compendio de lo más curioso de la geografía universal política é histórica, según el estado presente del mundo, ilustrado con setenta y siete mapas y figuras, y enriquecido con un breve tratado de la geografía antigua, muy útil para los curiosos de la historia antigua, por don Francisco Giustiniani. P. R. Nueva edición. En Leon de Francia, por Jaime Certá, año de 1755.* Seis tomos 8.º El tomo sexto contiene un *Tratado abreviado de la marinería y Compendio de la navegación*, y en éste se dan de la *corredera*, que el autor llama *Tramoja*, curiosas noticias. Por referencia de Vitrubio, dice que antiguamente se usaba una gran rueda de paletas semejante á las de los molinos, que por una combinación de ruedas dentadas hacía caer una piedrecita á intervalos, y como se sabía el número de revoluciones de la rueda que correspondían á una legua, fácilmente se contaban éstas. Añade que Bartolomé Crescencio, autor italiano, describió otra *tramoja* más sencilla, que consistía en un molinete vertical con cuatro paletas en cruz: en el molinete estaba envuelto un hilo cuya longitud se había calculado de antemano por experiencias, recorriendo un espacio de distancia conocida: un segundo molinete movido por el viento enrollaba el hilo que iba desenvolviendo del primero, tornando de éste á enrollarse en el anterior, con lo cual los ejes estaban en continuo movimiento, indicando la velocidad por el número de sus revoluciones.

ESCANDALLO.

Lo describió en 1587 el citado García de Palacio diciendo que «es la plomada de la sonda con que se sabe en qué cantidad de agua está el navío: y Sonda es una cuerda gruesa como el dedo meñique, muy larga, y con ésta y el escandallo se sabe el fondo en que se está. Hacer esto se llama sondar.»

Entre este aparato y los usados en el viaje científico de la corbeta inglesa *Challenger* para recoger muestras del fondo á grandes profundidades y conocer la temperatura del agua del mar, hay considerable distancia, y no obstante, la sondaleza de Palacio, la que segun el Periplo de Hamnon conocieron los cartagineses con el nombre de *bolide*, se sigue y seguirá usando en las embarcaciones de todos los pueblos navegantes.

ESTUCHE NÁUTICO.

Existe en el Museo Naval una preciosa caja de bronce dorado y esmaltado que contiene todos los instrumentos empleados para la navegacion en el siglo xvi y encierra por tanto el compendio de lo que dejo dicho en este artículo. Presumo que el estuche fué fabricado con destino al rey Felipe II; así por el primor del trabajo y ser propiedad del Real patrimonio, como por la fecha y nombre del autor grabados en una elegante cartela:

THOBIAS VOLCKHMER BRAVNSWEIGSENSIS FACIEBAT. ANNO CHRISTI 1596.

La caja es cuadrada, de unos 14 centímetros de lado. En la tapa superior, en círculo inscrito en el cuadrado de su figura, está grabado con suma delicadeza el mapa del hemisferio boreal, segun los conocimientos geográficos de la época, siendo el polo el centro del círculo, y por consiguiente, meridianos los radios. Uno de éstos contiene el *tronco de leguas*, valiendo cada division dos grados, y en el Ecuador hay dos graduaciones, cuyo objeto explica la leyenda *Longitudo regionvm*. La del círculo exterior empieza en el meridiano graduado y en el opuesto y cuenta de 0 á 90 grados á uno y otro lado, y la del círculo interior de 0 á 360 grados hácia la derecha. Tiene paralelos de 10 en 10 grados y meridianos de 15 en 15, notándose entre éstos el divisorio de los descubrimientos de los españoles y portugueses.—Las Antillas están bastante bien configuradas; no así el reino de Méjico, que denomina *Hispania major* con la fecha *Detecta Anno 1530*. En la mar hay figurados bajeles y delfines, y en los cuatro ángulos del cuadrado exterior otros tantos Eolos.

Abierta la tapa, otro círculo inscrito en su cuadrado muestra el mapa del hemisferio austral, aunque en ménos radio que el otro, ocupando los ángulos adornos de rosas y frutas esmaltadas de verde y rojo. Esta tapa se coloca en posicion vertical por medio de dos ganchos, y dando vuelta á una castañuela, salta, movida por resorte de acero, una planchuela y se sitúa perpendicularmente á su plano. La planchuela es un sector de círculo en cuyo radio exterior se lee *Axis mundi*: el arco está graduado desde 45 á 51 grados, y por una disposicion ingeniosa se mueve de uno á otro punto de esta graduacion en aumento ú disminucion, inclinando por consiguiente el eje del mundo segun la latitud del lugar. Tres círculos concéntricos exteriores al del Ecuador del mapa señalan la direccion de la sombra del estilo, ó sean las horas de 1 á 12 en las latitudes dichas de 45, 48 y 51 grados.

En el fondo de la caja, como complemento del reloj, hay una brújula cubierta con cristal. La rosa es de platino y ofrece la particularidad de señalar los rumbos en lengua distinta del latin empleado en todas las otras indicaciones del estuche. *Nord, Svd, West, Ost*. Sobre estas hay otras en iniciales: en el Norte, *s e*; en el Sur, *m e*; en el Este, *o r*, y en el Oeste, *o c*, correspondientes á las voces latinas. El mortero ó receptáculo de la aguja gira á fin de hacer coincidir á ésta con la rosa de los vientos. Gira independientemente un círculo concéntrico al de la rosa, con tres graduaciones, la exterior de 0 á 90 grados en los cuatro cuadrantes, de grado en grado; la siguiente de 0 á 24 horas de derecha á izquierda; la interior de 0 á 12 horas por uno y otro lado. Otro cuarto círculo tiene los nombres de los vientos, *Aquilo, Boreas, Vultur, Supsolanus, Errus, Notus, Avster, Africus, Zephirus, Favonius, Circius, Corus*. Por fin, en otro círculo más interior hay grabadas figuras que corresponden á cada viento, y son Eolos, á

excepcion de los tres Austro, Noto y Africano que tienen calaveras cuyo hábito esparce otras calaveras pequeñas, indicando los miasmas deletéreos que trasportan. Los círculos graduados sirven para la resolucion de los problemas del *reloj diurno universal* que explican Martin Cortés y otros cosmógrafos de aquel tiempo.

La tapa opuesta de la caja tiene grabado en el exterior un cuadrante, instrumento náutico cuyo uso he explicado anteriormente. Abierta ésta, tocando dos resortes aparece en el interior de la tapa misma un astrolabio dispuesto con el mismo primor. Los cuatro ángulos del cuadrado circunscrito, en vez de las flores esmaltadas de la otra tapa tienen representacion, tambien esmaltada, de los cuatro antiguos elementos *Ignis, Aer, Terra, Aqua*, y debajo respectivamente los temperamentos *Cholericus, Sangvines, Melancholicus, Flegmaticus*.

En el fondo de la caja por este lado hay un cilindro giratorio con siete círculos concéntricos. En el interior los nombres de los dias de la semana, en las siguientes cifras por donde se conozca el del mes que corresponde, y en el exterior los signos de los planetas comprendiendo el sol y la luna. Otro cilindro que encaja en el primero del modo que se prolongue el círculo de la base, tiene otros cinco concéntricos: en uno los nombres de los meses; en otro la division de 0 á 31 dias para cada uno; en otro los nombres latinos y representacion gráfica de los signos del Zodiaco y en el de más afuera la division de cada uno de éstos en 30 grados. Segun que el cilindro exterior se vuelva de uno ú otro lado, completa el círculo completo el *novum calendarium* ó el *calendarium vetus*.

Los círculos de ambas caras de este cilindro movable están firmes en otro cilindro fijo que sirve de eje, resultando un devanador en que está arrollada una sondaleza de cordon de seda dividida en brazas. En cada una de éstas es la seda de color distinto; de dos en dos hay un grilletito giratorio para evitar las vueltas, y en el extremo libre un gancho para poner el escandallo. Por fin, sacando de la caja este devanador, aparece debajo en círculos concéntricos el cilindro pequeño fijo, los nombres y posiciones geográficas de varias capitales de Europa, con el epígrafe *Longitudo et Latitudo civitas* (1).

Aparte del referido estuche, la coleccion de instrumentos náuticos del Museo Naval, que podria ser de primer orden si se hubiesen reunido los que poseyeron las Compañías de Guardias marinas, las Academias de Pilotos, y los Colegios de San Telmo, es bastante pobre. Sin hacer mencion de los instrumentos extranjeros firmados, algunos antiguos, la coleccion se reduce á los siguientes:

Una ballestilla de ébano, graduadas las cuatro caras, con sonaja y martinete. Debe ser del siglo xviii.

Dos cuadrantes sencillos de madera con pínulas de lo mismo.

Tres cuadrantes dobles de madera.

Reproduccion del astrolabio de D. Alfonso el Sabio, traída de Florencia por el Doctor D. Pedro Gonzalez Velasco. En la caja dice: *Astrolabium arabicum ex Hispania delatum et paratum eo tempore, quo æquinocetium uernum hærebat in die 15 Martii, id est anno Christi 1252 quo Alfonsus Rex Hispaniarum restituit motus cælestes*.

Dos otros astrolabios de metal de los siglos xvii ó xviii.

Un telescopio Neutoniano con la inscripcion. *Regio mandato. — Vicentius Assensio Presbyter Fecit. Matrili, Anno 1787*.

Tres octantes de madera de tres palmos de radio; uno con graduacion en la misma madera, alidada de igual materia, sin tornillo: otro con alidada y arco graduado sobrepuesto de laton; el tercero con mira en vez de pínula ocular.

Un quintante de metal de arco doble, con pié, firmado *Baleato Ferrol*.

Un horizonte artificial de los primitivos; esto es, de principios del siglo, pues la invencion sólo data del año 1788.

Un aguja azimutal firmada *Antonio Elers — Cartagena — 1795*, — número 6.

Otra de Bitácora, firmada *Amaro Fernandez, de la isla de Tenerife*.

Otra idem, sistema antiguo, con modelo de una parte de la cubierta y bateria para mostrar el medio de iluminacion desde ésta, por *José Martinez. — Ferrol*.

Dos grandes bitácoras modernas y una aguja azimutal, por *Martinez Geli. — Ferrol*. Años 1853, 1870 y 1872.

(1) Las personas curiosas que deseen conocer las aplicaciones de estos instrumentos, así para averiguar la variacion de la aguja por la observacion de la estrella polar y *guardas delanteras* como para la explicacion de las doce casas del cielo, concordancia de los elementos y humores del cuerpo humano, los vientos, segun Aristóteles, etc., etc., pueden acudir preferentemente á *La imagen del mundo*, libro que publicó el capitán Lorenzo Ferrer Maldonado en 1626.

- Dos círculos de marear por el mismo *Martinez Geli*.—*Ferrol*, 1871.
- Uno que parece ser de los llamados *Horologio universal*, con la leyenda grabada: *Por invencion del Sr. Marqués de Feria*.—*Lo construyó Pedro Ballesteros, Madrid*, 1829.
- Entre los instrumentos extranjeros antiguos hay:
 - Dos astrolabios de anillo.
 - Un cuadrante sencillo de latón.
 - Un telescopio Neutoniano, menor que el de Assensio.
 - Tres agujas chinas.
 - Una de las primitivas bitácoras, de Dollond.
 - Dos globos, celeste y terrestre.
 - Un cartabon flamenco.

INSTRUMENTISTAS ESPAÑOLES.

En el siglo XVI los más de los cosmógrafos y pilotos eran á la vez constructores de instrumentos: JUAN DE LA COSA, AMÉRICO VESPUCCIO, el mismo COLON, hacian las cartas y astrolabios que necesitaban, y así en la Casa de la Contratacion de Sevilla, como en la Universidad de Mareantes, habia catedráticos *fabricadores* que se proveian convocando á concurso á los más hábiles y experimentados del reino. MARTIN CORTÉS y RODRIGO ZAMORANO acreditan en sus escritos que sabian hacer todos los instrumentos que estaban en uso; y hállase en libros y documentos de la época mencion expresa, como más distinguidos, de DIEGO RIVERO, que no sólo hacía cartas y astrolabios, sino que inventó unas bombas de achicar; de ALONSO DE CHAVES, de DIEGO GUTIERREZ EL MAYOR y SANCHO GUTIERREZ, su hijo, á los cuales puso pleito el maestro Pedro de Medina por errores que habian cometido en las cartas nuevas (1). PEDRO NUÑEZ, autor del tratado *De arte atque ratione navigandi*, inventó el instrumento que se emplea para suplir la subdivision de las graduaciones y que aún se llama *Nonio* á pesar de la modificacion que más tarde ideó Vernier. ALONSO DE SANTA CRUZ, gran matemático y fecundo inventor, discurrió la aguja azimutal y el *radio astronómico* simultáneamente con Apiano. ANDRÉS GARCÍA DE CÉSPEDES, que formó los *padrones* de instrumentos de la Casa de Contratacion, y que en su *Regimiento de Navegacion* acreditaba su pericia en la materia, se comprometia á construir para ornato y utilidad del Escorial dos grandes globos celeste y terrestre, de metal dorado, imitando en el primero los movimientos de los planetas, un cuadrante de ocho palmos, un radio astronómico de diez, unas armilas para rectificar los lugares de las estrellas y otros no ménos interesantes. ANDRÉS DEL RIO inventó un mecanismo para determinar la variacion de la aguja, explicándolo en un tratadito especial, y así como PEDRO SARMIENTO escribia en la relacion de su viaje al estrecho de Magallanes « que hizo por su mano las cartas de marear y demás instrumentos de navegar, astrolabios, agujas, etc. » lo propio ejecutaban los más de los pilotos distinguidos.

En el tomo IV, pág. 179 de los *Viajes y descubrimientos* hay nota del costo que tuvieron las cartas é instrumentos de la armada de Magallanes, con indicacion de algunos constructores.

El cebo de los 8.000 ducados ofrecidos al que resolviera el problema de la longitud, fué móvil para que aquella nube de arbitristas imaginara aparatos y *agujas fijas* y presentara instrumentos, alguno de los cuales no carecia de ingenio, mereciendo indicacion especial el de JUAN ALONSO, natural de la isla de Gran Canaria.

Inventó y fabricó éste un instrumento que servia, segun su explicacion « para tomar la altura del sol á todas horas del día; para saber en cualquier parte la hora, como reloj universal; para saber las horas y minutos que tienen todos los días del año y cada uno de ellos desde que sale el sol hasta que se pone, y esto en cualquiera region; para saber la distancia de los lugares y tierras segun la longitud sin aguardar los eclipses, y finalmente, para practicar la navegacion que se dice Leste-Oeste con tanta facilidad y certeza que pondrá admiracion. »

Habiendo elevado un memorial al Rey en 1571 y obtenido en contestacion Real cédula para que el instrumento fuera al Consejo Real de Indias, con ofrecimiento de merced, lo hizo así el autor acompañando una Memoria expli-

(1) *Coleccion de documentos inéditos de Navarrete*, tomo XXVII, documentos núms. 2, 3 y 5. Años 1544 y siguientes.

cativa y un libro, para que se pudiera hacer otro instrumento si éste se perdía. Lo más notable es que acompañaba también un reloj diciendo que era compañero indispensable del instrumento para determinar la longitud, y recordaba al rey que mandara hacer otro mejor *que sea cierto y recio para poder llevar por la mar*, lo cual indica que con ciertas modificaciones que haría en el astrolabio, concibió el sistema que al fin ha venido á ser el que se practica, y esto mucho ántes de la manía general de utilizar la variación de la aguja, y de *hallar el punto fijo* (1).

PEDRO MENENDEZ. Escribió una relación muy curiosa « para saber lo que se camina por la longitud Leste-Oeste. » De ella se deduce que era cosmógrafo y había navegado á las Indias Occidentales, pero el escrito, cuya letra parece ser de mediados del siglo XVI, no tiene fecha ni otra noticia del autor que la firma (2).

Aún deben citarse entre los cosmógrafos de la Casa de la Contratación, á ANTONIO MORENO DE VILCHES, DIEGO DE MOLINA, JUAN BAUTISTA LABAÑA, JUAN CEDILLO, HERNANDO DE LOS RÍOS CORONEL y JERÓNIMO MAYANS, que como peritos é inventores fueron elegidos para examinar y experimentar los proyectos é instrumentos de los dichos arbitristas.

Pero llegaron tiempos, según expresión de Gastañeta, « en que no tuvimos instrumentos ni libros, teniendo precisamente que valernos de los extranjeros, cuando ellos tuvieron sus primeras inteligencias de nuestra nación española. » La decadencia de la Marina y de la Patria trajeron consigo el abandono de este arte cuando empezaba á ser más difícil y complicado, que era nueva dificultad para reivindicarlo.

Quedaron algunos artifices atendidos á las escasas atenciones de los colegios, sin hacer cuenta de excepciones como lo era el P. JOSÉ DE ZARAGOZA, de la Compañía de Jesús. Este eminente matemático, preceptor del rey D. Carlos II, construyó una colección de diez y seis instrumentos, varios de ellos astronómicos originales, que dedicó al mismo rey, explicando las aplicaciones en un libro que tituló *Fábrica y uso de varios instrumentos matemáticos*, Madrid, por Nieto, 1674, en 4.º Instrumentos y libros se han hallado en la Biblioteca Nacional, donde se admira no ménos el discurso que lo acabado de la obra.

Por lo común, venían ya en este tiempo del extranjero todos los que requerían precisión y cuidado, hasta que durante el memorable ministerio de Ensenada, pensó este gran estadista en el fomento de las artes, y comisionó á D. Jorge Juan para estudiar éste y otros varios puntos que á la Marina atañían; para enviar pensionistas á los centros más adelantados; para contratar al mismo tiempo maestros que se establecieran en nuestro país.

Reaparecieron desde entonces instrumentistas según la reseña individual y compendiosa que sigue:

VICENTE ASSENSIO, presbítero, anunció en la *Gaceta de Madrid* de 20 de Abril de 1787, el descubrimiento, composición y ejecución de los espejos catóptricos y telescopios Gregorianos y Newtonianos para que aquéllos se emplean, arcano que había penetrado después de diez y ocho años de trabajo, y se ofreció al ministro de Marina D. Antonio Valdés, para fabricar esta clase de instrumentos para los Observatorios. Reconocida su aptitud, así que hubo fundido un espejo de tres y media pulgadas, sin diferencia con los de Short, y limpiado otros inútiles del Observatorio, operación que ningún artista inglés hacía, se le encargó la construcción de un telescopio de las mayores dimensiones que pudiera alcanzar, bajo pliego de condiciones, y lo hizo de 36 pulgadas de tubo, teniendo 6 el espejo mayor objetivo, que se conserva en el Museo Naval, como queda dicho, y fué remunerado con una pensión de 6.000 reales el año de 1790.

JOSÉ MARÍA BALEATO, natural de Ferrol. Por las disposiciones que manifestaba como operario del Arsenal, fué pensionado en 1785 á Londres, donde permaneció dos años, alcanzando en tan breve tiempo la destreza de maestro. Allí estudió teórico-prácticamente la máquina divisoria de Ramsden y construyó otra que mejoraba en algunos detalles á la de aquel célebre artista, llevándola al arsenal de Ferrol para fundamento del obrador de instrumentos náuticos. Don Cipriano Vimercati, director de la compañía de Guardias Marinas y eminente matemático, escribió entonces una Memoria estudiando comparativamente las dos máquinas, fijándose en las innovaciones de la de Baleato y elogiando mucho su trabajo.

(1) *Colección de documentos* de Navarrete, tomo XXVII, documentos núms. 8 y 9. No está citado en la *Biblioteca marítima*, donde hay un Juan Alonso, acaso el mismo, que publicó *Viaje aventurero que contiene las reglas y doctrinas necesarias á la buena y segura navegación*, 1598. En 4.º

(2) *Colección de documentos* de Navarrete, tomo I, documento núm. 10.

Hubo en la Marina, como es sabido, Pedro Menéndez de Avilés, Pedro Menéndez Márquez y Pedro Menéndez Valdés, todos en la misma época del escrito y capaces de redactarlo; Navarrete no lo atribuye, sin embargo, á ninguno de ellos en su *Biblioteca marítima*, donde no está incluido el dicho escrito.

En 1789 construyó un círculo de reflexion por el sistema de Magallanes (modificacion del de Borda), que fué remitido á Mazarredo para observacion é informe, y el General, muy satisfecho del resultado, dijo que el instrumento daba idea cierta del mérito de Baleato.

Fabricó despues otros varios instrumentos; octante comun con amazon de madera y graduacion de marfil; otro de metal; sextante de madera y espejos con movimiento, para las correcciones; quintante de metal con dos anteojos; otro con arco doble para observaciones á derecha é izquierda; todos ellos como tipos para que una vez aprobados sirviesen de modelos á los sucesivos; un teodolito, pantógrafo para la reduccion de planos, trasportadores con círculo, alidada y nonio y otros instrumentos de matemáticas que justificaron su general inteligencia en el arte. En 1799 montó el faro de la torre de Hércules, en la Coruña, que se habia construido en Lóndres bajo la direccion de Mendoza, y aún prestó otros servicios, no siendo pequeño el de formar de sus varios discípulos hábiles artistas.

AMARO FERNANDEZ, natural de Tenerife. Marchó pensionado á Lóndres en 1788 y en 1790 informó el Embajador de España que mostraba grandes disposiciones, habiendo construido por sí solo dos agujas náuticas de nueva invencion, una máquina eléctrica y otros instrumentos que se remitieron á Madrid. En esta última fecha tenía veinte años.

FRANCISCO MARTINEZ. En 1791 era alférez de navío graduado, maestro del taller de instrumentos del Arsenal de la Carraca. Bajo la direccion de Mazarredo construyó varias agujas del sistema Mac-Culock, que se enviaron á la Comision hidrográfica de D. Vicente Tofiño.

LORENZO LABORA. Necesitándose en 1797 un instrumentista para el nuevo Observatorio de la isla de Leon, se preguntó á los Capitanes Generales de los tres Departamentos por el operario más hábil. Fué elegido Labora, que era de Ferrol y discípulo de Baleato, y Mazarredo informó que tenía conocimientos de geometría y de óptica, inteligencia en fundir, en cerrajería, tornear madera y metales y genio maquinista. Murió en la epidemia de 1800.

JUAN ALONSO LOPEZ. El mismo Mazarredo comunicó al Ministerio en 1794, que habiendo encargado á los jóvenes discípulos de Baleato que cada uno hiciera una pieza de su invencion para premiarlos segun su adelanto, sorprendió Lopez con una *pluma geométrica* « con la cual podian cifrarse en una ecuacion algebraica todas las figuras que describe » y proponia se trabajara con ella para enriquecer la teoria de las curvas y combinacion de éstas. A la muerte de Labora fué propuesto para sucederle, informando el Capitan General que era el sobresaliente del obrador, mas no se le acordó la plaza, que ya estaba concedida á

MIGUEL BORXES, natural de Tenerife, que habia estado pensionado en Lóndres desde 1790 para perfeccionarse en el arte en la casa y fábrica del maestro Stancliff. Volviendo á Canarias en 1799 se fué el buque á fondo, salvándose con 11 hombres más, en un bote que alcanzó la costa de África al Sur de Mogador, despues de grandes trabajos. Las gestiones del Cónsul de España lo sacaron del cautiverio en que habia caido. Stancliff dijo de él que en lo manual podia hacer instrumentos náuticos y concluirlos bien desde el principio hasta el fin, pero que en óptica no estaba todavía bastante fuerte y debia aplicarse á su estudio y al de las matemáticas. Correspondiendo á este juicio, construyó en la isla de Leon, á vista del Director del Observatorio, un excelente quintante. Murió hácia el año de 1812.

AGUSTIN ROBLES, maestro instrumentario de la Academia de Guardias Marinas de Ferrol en 1794. Segun Mazarredo, era maestro de dibujo, sujeto de genio maquinista, con regulares principios de matemáticas y felicidad en su aplicacion, segun tenia acreditado en arreglo de cuartos de círculo, telescopios y péndulos. Vimercati añadia que la coleccion de instrumentos de la expedicion del Orinoco, hubiera sido declarada inútil sin el largo trabajo y habilidad de Robles, y Baleato que no habia manos más finas y seguras que las suyas.

FRANCISCO SIERRA. Fué durante treinta años maestro instrumentario del Observatorio de Cádiz: era hombre de habilidad, pero teniendo ya muy fatigado la vista en 1799, se le acordó el retiro con el tercio de su sueldo.

JUAN ANDRÉS JAREN. Fué el discípulo predilecto de Baleato; pasó á dirigir el taller de instrumentos del Arsenal de la Habana y construyó agujas iluminadas (gran novedad en aquel tiempo) para las fragatas *Sabina*, *Iberia*, *Lealtad*, *Perla* y el navío *Guerrero*, con modificaciones de su invencion. El General Laborde elogió su habilidad en 1828 y dijo estaba construyendo una máquina divisoria de Ramsden perfeccionada. La obra maestra de Jaren fué un patron de la vara de Búrgos que guarda el Ayuntamiento de la Habana.

GABRIEL DE ANESTARES. Fué diez y nueve años maestro instrumentario de la Academia de Guardias Marinas de

Cartagena, y como era también relojero, pasó á servir esta plaza en el Observatorio de San Fernando en 1803. Falleció en 1805. No he visto noticia de obra suya más que una máquina eléctrica.

ANTONIO ELMERS. Era maestro mayor del obrador de instrumentos del Arsenal de Cartagena, donde había fabricado notables agujas azimutales: servía desde 1780 y había estado con Baleato en Ferrol. Se le comisionó para construir una corredera inventada por él, entonces Brigadier, D. Gabriel Ciscar, bajo la dirección de éste. Se le concedió el retiro en 1813.

JOSÉ DIAZ MUNIO. Aunque relojero, entre los que figura como lugar propio, construyó agujas y otros instrumentos y sirvió en propiedad la plaza de instrumentario del Observatorio de San Fernando en 1814. Consta que cuando la instalación de las Cortes de Cádiz no se encontró en la ciudad quien hiciera una prensa para el sello real, y encomendándola á Munio, aunque obra ajena á su instituto, salió perfecta, por lo cual las mismas Cortes le acordaron una gratificación.

El actual instrumentario D. JOSÉ TORRES, antiguo piloto, y después aplicado al arte por iniciativa propia en Londres, ha merecido lisonjeras recompensas en las Exposiciones de Nápoles y Viena. Tiene talleres propios en Cádiz y en Madrid, fabrica toda clase de instrumentos náuticos y también físicos y matemáticos, y ha formado inteligentes discípulos. El quintante con pié y horizonte artificial que la Marina regaló al General Mendez Nuñez y que hoy está en el Museo Naval, es obra de sus manos que no desmerece de ninguna otra.

EL GENERAL MAZARREDO. No sería justo si acabara esta reseña sin mención del egregio marino á quien tanto debe la Armada por variados conceptos. Nadie se esforzó tanto como él para emanciparnos del extranjero en la construcción de cronómetros y de instrumentos: observaba á los operarios jóvenes, los dirigía, los estimulaba, estaba frecuentemente en los talleres donde dejaba caer la semilla de sus profundas teorías, informaba de continuo al Gobierno de los adelantos conseguidos, hacía traer del extranjero libros y modelos perfectos, proponía para las plazas de pensionistas y para las que el servicio exigía en los establecimientos científicos, observaba y experimentaba por sí mismo los instrumentos indicando las correcciones necesarias y, aplaudiendo los buenos resultados y penetrando en el campo de la invención como Ciscar y Mendoza, ideaba mejoras, una de las cuales subsiste y le es debida por todos los navegantes, que es el movimiento del anteojo de los instrumentos de reflexión en sentido paralelo al plano del sector. En los primeros sextantes estaba fijo el anteojo, y Mazarredo concibió é indicó al artista inglés Juan Bird la posibilidad y conveniencia del movimiento, que inmediatamente estuvo en práctica (1). También inventó un montaje especial, que hizo Baleato, para los niveles de un cuarto de círculo de Ramsden.

APÉNDICE.

1565. — *Real cédula mandando que se vigilen, recojan y sellen los astrolabios, ballestillas y demás instrumentos de la navegacion.*

«El Rey.—Mis oficiales que residís en la ciudad de Sevilla, en la Casa de Contratación de las Indias: vi vuestra letra de 14 del presente y sobre lo que decis enviado á mandar que habeis platicado con los Cosmógrafos y los Maestros y pilotos de la carrera de las Indias, sobre si sellan y visitan las cartas de marear, astrolabio y ballestilla y abujas las personas que lo hacen, redundando en daño y perjuicio de la navegacion, por ser cosa clara que no ha de decir mal de su obra el maestro de ella, ó si convendrá que los instrumentos que se hallaren errados y no tuvieren enmienda, como la carta de marear y rosa de la abuja se rompan ó se les pongan dos R R en señal de reprobacion y se señalen personas desapasionadas que lo entiendan bien, como son Alonso de Chaves, Piloto mayor, y Gerónimo de Chaves, y uno ó más Pilotos de los más expertos y antiguos, para que ellos y no otros las visiten, sellen, y sobre si convendrá que la abuja, que es la matriz de toda navegacion se visite y selle, porque de no haberse hecho han sucedido desgracias en la navegacion, sin que se entienda que son causadas por el abuja; así mismo se visite

(1) Consta en comunicacion dirigida al Gobierno en 8 de Enero de 1790. *Archivo del Ministerio de Marina.—Observatorio.—Año 1790.*

y selle el Regimiento, y que sobre todo nos informéis de lo que ha pasado y pasa, y nos enviéis la resolución que por todos se tomare, juntamente con nuestro parecer de lo que en ello convendrá hacerse. Decís que la orden que en el visitar y sellar las cartas, astrolabios, ballestillas y cuadrantes se ha tenido y tiene es, que los Lunes en la tarde se juntan en esa Casa el Piloto mayor y los demás Cosmógrafos y ven y examinan esos instrumentos, y los que están puntuales y ciertos se sellan, y los que no lo están los lleva su dueño, y las abujas ni Regimientos no se examinan ni aprueban por no tenerlo Nos prevenido como lo demás, y para platicar y conferir sobre lo que converná hacerse de aquí adelante, hicisteis juntar al Piloto mayor y los demás Cosmógrafos y á la mayor parte de los Pilotos y Maestres más antiguos y de experiencia en la carrera de Indias que hay en esa ciudad, y habiendo platicado y conferido con ellos, la resolución que tomaron y vuestro parecer es que todos los instrumentos se visiten y examinen por el Piloto mayor y Cosmógrafos que no los hacen ni venden, y dos Pilotos de los más antiguos y de experiencia... y que se junten en esa sala todos los Lunes y Viernes á visitar etc., y porque el que se hubiere de hacer de las abujas ha de ser tocada en la piedra imán de Sancho Gutierrez, que es la más señalada y de más conocida experiencia de las que hoy se saben, y más importante á esa navegacion, y que si se perdiese sería gran daño por las incertidumbres que habria en ella, conviene y es muy necesario que se haga en esa casa porque al tiempo que examinaren las rosas de las abujas las puedan cebar en ella, y que á Sancho Gutierrez se le pague lo que vale... El astrolabio no cierto se rompa y vuelva á fundir etc... En su cumplimiento dijeron que Juan Canelas y Alonso Perez Zenizo, Pilotos, se nombran, acompañados del Piloto mayor y Cosmógrafos para este año. 25 Febrero 1565. » *Colecc. de docum. ined.* de Vargas Ponce, Ley número 11, mnú. 7.

ÍNDICE DE LOS INSTRUMENTISTAS QUE SE CITAN.

Alonso (Juan).	Labaña (Juan Bautista).
Alonso Lopez (Juan).	Labora (Lorenzo).
Anestares (Gabriel de).	Martinez (Francisco).
Assensio (Vicente).	Martinez (José).
Baleato (José María).	Mayans (Jerónimo).
Ballesteros (Pedro).	Mazarredo (José de).
Borxes (Miguel).	Molina (Diego).
Cedillo (Juan).	Moreno (Antonio).
Cortés (Martin).	Nuñez (Pedro).
Cosa (Juan de la).	Rio (Andrés del).
Chaves (Alonso de).	Rios (Hernando).
Chaves (Jerónimo).	Rivero (Diego).
Diaz Munio (José).	Robles (Agustin).
Elers (Antonio).	Santa Cruz (Alonso).
Fernandez (Amaro).	Sarmiento (Pedro).
García de Céspedes (Andrés).	Sierra (Francisco).
Gutierrez (Diego).	Torres (José).
Gutierrez (Sancho).	Zamorano (Rodrigo).
Jaren (Juan Andrés).	Zaragoza (José).

