

a aguja de marear. A mas de las declinaciones sufre esta aguja sus inclinaciones, las cuales bien conocidas podrán dar mayores luces para la seguridad de la navegacion. La Academia de las ciencias de París propuso para el premio anual la determinacion de estas inclinaciones, y fué honrado con el premio académico el método presentado por Daniel Bernoulli. Brandt formó con este fin un instrumento llamado por él *inclinatorio*. La Hire, Muschembroek y algunos otros han procurado dar la mayor perfección y exáctitud á la construcción de la aguja, y de la brújula; y aunque sus investigaciones le han acarreado algunas mejoras, sin embargo queda aun á los doctos observadores mucho que rectificar y perficionar. Todos estos estudios dirigidos á la cultura científica de la náutica miraban al arreglo del curso de la nave, y al arte del pilotage, y esta sola parecia que fuese el objeto de la ciencia náutica. En efecto, Pedro Medina, Nuñez, Zamora, Céspedes, los primeros escritores de algun crédito, y los primeros verdaderos maestros de aquella ciencia, todos trataban de la observacion

el

didi

.IIV. mo de

de las estrellas, de la direccion de los rumbos, de la brújula, de los vientos, de las corrientes, del estudio y del arte del pilotage. Hacia fines del siglo pasado empezó á ocupar la atencion de los géometras la construcción y el manejo de las naves, y esto, que antes solo era obra de pura práctica, ha producido en estos años doctísimas teorías.

El pilotage, como no exíje mas que la simple geometría elemental, podía tratarse en los siglos pasados con bastante exáctitud; y en efecto ha tenido en los dos últimos precedentes escritores bastante doctos: pero la parte del manejo necesitaba de muy fina aplicacion de la geometría sublime á una mecánica complicada y espinosa, para poderse exáminar sin el auxilio de los modernos métodos geométricos. Pardies fué el primero que se atrevió á dar un pequeño ensayo, quando en su *Tratado de mecánica*, publicado en 1663, encontró por modo de exemplo una demostracion del camino que debe seguir la nave movida por un viento lateral. Este solo ensayo debia haber excitado la atencion de los géometras y de los

Matemáticos ilustradores del manejo de la nave.

Pardies.

Hhh 2

ma-

marineros: nuevas teorías geométricas, nuevos conocimientos de práctica náutica, nueva ciencia teórica y práctica se veía nacer, y tomar la geometría y la náutica nueva extensión, y nuevo esplendor. Pasaron sin embargo algunos años antes que ninguno se moviese á seguir aquel camino, que habia abierto el docto jesuita; y el primero que entró en él animosamente fué en 1689 el marino y geómetra

Renau. Renau en su obra original sobre esta materia, impresa por expresa orden del Rey en 1689 (a). Esta puso en agitación á la mayor parte de los matemáticos; esta hizo nacer realmente la nueva ciencia del manejo de la nave; y esta produjo una nueva náutica. Dos determinaciones contiene la misma, difíciles é importantes: una de la situación de la vela la mas ventajosa por lo que mira al viento y al rumbo; la otra del ángulo mas conveniente del timon con la quilla. La doctrina de Renau era conforme á la de Pardies,

(a) *De la théor. de la manoeuvre des Vaisseaux.*

dies, y tuvo muchos célebres sequaces; pero encontró un muy fuerte é ilustre contrario en el docto Huingens, el qual Huingens. manifestó algunas contradicciones en aquella doctrina, é hizo ver que segun los principios de Renau las velocidades directas de la nave debian ser mucho mayores, y que de aquellos no se deducia como mas ventajoso el ángulo que él señalaba á las velas (a). Respondió Renau (b) haciendose fuerte con la regla de la descomposicion de las fuerzas, que parecia serle enteramente favorable, y publicó despues una memoria, donde cree demostrar el principio de la mecánica de los fluidos, de que se habia servido, y que le habia sido contradicho por Huingens (c). Muchos fueron los partidarios del uno y del otro, y muchos mas se declararon por Renau que por Huingens. Pero este contaba á su favor á Jacobo Bernoulli, que valia por muchos, y tambien á Juan, que Jacobo y Juan Bernoulli. por

(a) *Bibl. univers. ann. 1693.*

(b) *Journ. des Savans, 1695.*

(c) *Mémoir. où est démontré un princ. &c.*

por la relacion de la questão que le hizo el marques de l' Hopital se habia inclinado antes á la doctrina de Renau, y habiendola despues exâminado en sí misma se declaró por Huingens. Jacobo sostuvo con alguna modificacion la doctrina de este, y se apartó tanto de él, como de Renau en no querer considerar la velocidad del viento como infinita respecto á la de la nave (*a*). Juan trató con mas extension la materia (*b*), y unió á ella mas aparato de geometría y de cálculo de lo que hasta entonces se habia visto. No quiso seguir la opinion de su hermano en limitar la velocidad del viento, y esto le quitó el poder determinar con exâctitud la velocidad de las naves; pero llevó por otra parte ventaja, teniendo consideracion á la obliquidad con que el viento empuja la nave, lo que no habian hecho ni Jacobo, ni Huingens, ni otro alguno. Buscó el ángulo que debe formar la vela con

(*a*) *Act. Lips.* 1696.

(*b*) *Essai d'une nouv. théor. de la manoeuv. des Vaiss.*

con la quilla; sentado el que forma la vela con el viento, exâminó las resistencias sufridas por la nave, no solo suponiendola, como hacian los otros, como un rectángulo, sino pasando tambien á considerarla como formada por un rombo, por un romboides, y por segmentos circulares; calculó la curvatura de las velas, sus fuerzas, y los puntos donde estas pueden suponerse reunidas; trató en suma esta parte de la náutica con la debida extension, y con la correspondiente dignidad; y hubiera sido de suma utilidad su doctrina si hubiese juntado alguna práctica á la sublime geometría, que poseia tan completamente. Al contrario el P. Hoste.

Hoste, profesor por muchos años en el real colegio náutico de Tolón, y autor de dos obras muy alabadas, y bien acogidas de los marineros (*a*), hubiera acarreado muchas mayores ventajas á la práctica de la navegacion, si á los conocimientos, que con el continuado estudio habia

(*a*) *Théor. de la constr. des Vaiss., & P. Art des Armées navales.*

adquirido de esta, hubiese aplicado el sólido fundamento de mas justas y finas teorías. Con la atenta é infatigable lectura de las historias y de los viages, con el fin de instruirse mejor en la náutica, habia observado las ingeniosas y prudentes operaciones de los mas célebres capitanes de marina, y de los mas felices viajeros: y estas observaciones le daban muchas luces para establecer sus leyes sobre el modo de construir las naves, manejar las velas, ordenar las esquadras, tomar las variaciones de los vientos, y sobre infinitas operaciones útiles, y aun necesarias en la práctica de la marina. Así que en todas aquellas materias que no exigen principios geométricos, ó los mas recónditos conocimientos mecánicos, ha merecido la aprobacion de los peritos en la náutica, tanto prácticos como teóricos; pero donde se necesitaban sutiles indagaciones sobre las resistencias de los fluidos contra las superficies que los empujan, sobre las fuerzas de las velas para resistir al viento, y sobre otros arcanos mecánicos, no pudo sostener el peso de la dificultad, ni hacer que su doctrina obtuviese la aprobacion

cion de los teóricos, y la confianza de los prácticos.

Faltaba aun hacer una obra plenamente instructiva, que pudiese servir de seguro código para las oportunas leyes de la construccion, y del manejo de la nave. Escribió brevemente Parent sobre algunos puntos particulares; pero fundando sus cálculos sobre los principios usados por Jacobo Bernoulli, y despreciando otros muy necesarios, no pudo sacar los convenientes resultados (a). Escribió Pitot procurando reducir á práctica la teórica de este arte (b); pero siguiendo él la teórica de Bernoulli, y siendo esta poco adaptable á la práctica, no deduxó mas que reglas falsificadas por la experiencia, y contradichas por los hechos. Escribió Maclaurin como gran geómetra que era; pero superficialmente, y tocando solo un problema de los muchos que se debian tratar (c). Pero todos estos escritos se redu-

Otros escritores de náutica.

Tom. VII. Iii

(a) *Essais & Rech. de Math. & de Phys.* t. III.
 (b) *La théor. de la manoeuv. des Vaiss. reduite en pract.* (c) *Trait. des fluid.* tom. II.

cian á un limitado número de proposiciones sueltas, y no formaban una obra completa; no nos daban un cuerpo de doctrina, no presentaban una exâcta ciencia. Bouguer fué el primero que realmente pueda llamarse autor clásico en esta parte. Empeñado con mucho ardor en cumplir dignamente el empleo á que estaba destinado de hidrógrafo regio, habia ya escrito en 1727, con grande aparato de geometría, sobre la *arboladura de las naves*; y queriendo despues continuar completando la doctrina de la navegacion, dió en 1746 un tratado de la nave, de su construccion, y de sus movimientos. Despues en 1753 escribió un libro del pilotage mas fácil y sencillo para la inteligencia de los pilotos; y finalmente en 1757 publicó la grande obra del manejo de las naves que completó el curso de marinería. He expresado tal vez con sobrada individualidad las fechas de estas obras para hacer ver quan reciente sea el nacimiento de esta ciencia, y quan tierna deba considerarse, y distante de su madurez. Bouguer procuró juntar las verdades descubiertas por los géometras anteriores, singularmente por Bernoulli;

Ili; abandonó algunos principios suyos, que le parecieron, ó falsos, ó inconcluyentes; añadió sus reflexiones y sus inventos, y trabajó en mejorar la práctica, y proponer una completa teórica. Al mismo tiempo dió Eulero á luz en 1749 la grande obra de la ciencia naval, en la qual, guiado siempre de su genio analítico, reduxo al mas severo cálculo, y elevó á la mas-sublime geometría todas las operaciones de la construccion y de la direccion de las naves: la figura, la colocacion y el manejo de cada parte; el timon, las velas, los palos, los remos, todo fué contemplado por él con severidad geométrica, todo fué sujetado á su amada análisis; y las resoluciones que ha dado, sino siempre son conformes á la verdad, sirven sin embargo de guia para buscarla en quantas disquisiciones se deben hacer para ilustrar el arte náutica. Bouguer y Eulero han obscurecido de algun modo á los escritores precedentes, y han venido á ser los maestros de esta ciencia: singularmente Bouguer, como ha procurado acomodarse á la práctica, y se ha hecho mas inteligible á todos, y mas fácil á la comprehension

sion de los géometras y de los marineros, ha obtenido una fama mas universal, y se ha hecho mas clásico, y de mayor uso en la marina. Pero tanto él, como Eulero carecian de la observacion práctica, sin la qual no basta la mas sublime y severa geometría para establecer verdaderas teorías; así que enseñaron doctrinas poco adaptables á la práctica, y propusieron reglas falsificadas por la experiencia, y no pueden por ello servir de seguras guías en el arte de la navegacion. Necesitaba esta un hombre que versado en el álgebra y en la geometría, profundo en la mecánica y en la hidrostática, criado entre las olas del mar, y entre las tablas de las naves, y dueño de las mas doctas obras de los escritores náuticos, se dedicase con todo empeño á desentrañar esta materia, y nos diese una obra que comprendiese toda la náutica, dictada por la mas perspicaz práctica, y atenta observacion, arreglada á los mas sólidos principios de la mecánica é hidrostática, reducida á la exâctitud de la mas severa geometría, y expuesta con las sencillas y generales fórmulas de una segura analisis. Tal era el docto géometra

Y

y perito náutico Don Jorge Juan, el qual provisto de todos los auxilios geométricos, é ilustrado de una continua y variada práctica, internado en los arsenales y en los puertos de España, de Francia y de Inglaterra, se puso á contemplar todas las operaciones de la marina, y á examinar sus principios, rectificó las reglas, ó falsas ó inútiles, y estableció otras mejores, y así finalmente en 1771 presentó en su verdadero aspecto la ciencia náutica (a). Como esta no puede manejarse solidamente sino está fundada sobre los seguros principios de la mecánica y de la hidrostática, quiso sabiamente Juan anteponer este fundamento, y establecerlo y fixarlo sin peligro de ruina, y dió en el primer tomo un completo tratado de estas ciencias, donde con las luces de su larga experiencia pudo corregir varios errores, en que habian incurrido los géometras anteriores, verificar sus sutiles teorías, reducir las con el auxilio de la geometría y del álgebra á mas seguros y úti-

(a) *Exâm. marit. teorico-práctica, &c.*

les cálculos, y hacerse aun en estas autor clásico y magistral. De aquí pasando inmediatamente á la náutica describió las naves en sus varias partes, en sus usos, en sus figuras, y señaló para cada una las medidas mas oportunas, buscó los centros de las naves, y determinó el centro del volumen, el centro de gravedad, y el metacentro: las resistencias, los momentos, las fuerzas, las velocidades, el timon, los remos, las velas, los palos, las inclinaciones, los ángulos, y en suma todo quanto es digno de consideracion en el arte de navegar, todo es contemplado por él con ojos penetrantes y seguros, todo mirado en su verdadero aspecto, todo expuesto con precision y exâctitud, todo reducido á oportunas fórmulas y equaciones, todo sellado con la marca de la verdad geométrica y práctica. Los ingleses y los franceses han querido apropiarse una obra tan preciosa, é ilustrarla y enriquecerla con traducciones y comentarios; y todos los venideros respetarán á Juan como maestro de la navegacion, como regulador de los vientos, como el Eolo y el Neptuno de los náuticos, el dios de la marina. Estos son

son los progresos que en poco tiempo ha hecho la náutica: las nuevas mejoras que se harán en la mecánica y en la hidrostática, manejadas por los prácticos observadores, acarrearán mas y mas adelantos á esta ciencia; y si ella procura siempre adquirirse igualmente los auxilios de las matemáticas y de los conocimientos prácticos, podremos fundadamente esperar verla acercarse á largos pasos á la deseada perfeccion.

C A P I T U L O V I I I .

De la Acústica.

Aristóxeno entre los antiguos (a), y entre los modernos Eximeno (b), y tambien puede decirse d' Alembert (c), han sostenido vigorosamente, que la música es obra del oido, no tiene correlacion con la matemática, y solo debe ponerse entre las

La música puesta entre las ciencias matemáticas.

(a) *Harm. elem.* lib. II. (b) *Dell' orig. e delle regole della musica* lib. I, cap. II. (c) *Elem. de music. Disc. prélim.*