

combinasen, se uniesen y se hiciesen marchar juntos, geometría y cálculo, como tropas legionarias y auxiliares; que sirviese el cálculo para batir la estrada, y hacer excursiones, pero que quedase para la geometría el esplendor de la victoria; que se usase del cálculo para bosquejar las ideas y seguir las individuaciones, pero que el mérito del descubrimiento, el cuerpo de la doctrina fuese toda obra de la geometría (a). Nosotros conformándonos con los deseos de aquel zeloso geómetra, de una perfecta é íntima union del cálculo con la geometría, y dexando para los geómetras el señalar á uno, y á otra las partes que mas les correspondrán, pasaremos á seguir el curso de las otras partes de las matemáticas mixtas, y empezaremos por la mecánica.

(a) *Pref. all' Opera dello Stone del Calc. int.*

## CAPITULO V.

*De la Mecánica.*

Si los antiguos inventores de los instrumentos y de las artes mecánicas hubiesen reflexionado sobre los principios, de donde fueron insensiblemente conducidos á tales inventos, y los hubiesen expuesto á la comun inteligencia, tal vez en poco tiempo se hubiera formado de la mecánica una ciencia bastante perfecta. ¿Quantos conocimientos y quantas teorías no requieren la formacion y el manejo de cada instrumento mecánico, y las mas pequeñas operaciones de cada arte? Pero aquellos inventores, á veces por un íntimo sentimiento, y un movimiento dirigido por el propio genio, ó por una confusa y no bien clara razon, á veces, tal vez por casualidad, se encontraron con aquellos hallazgos, como tambien ahora vemos suceder comunmente á nuestros artífices en semejantes inventos, y no fueron conducidos á ellos por fundados principios, por ideas generales y reflexas, por

Origen de  
la mecánica.

es-

estudiadas teorías; y sean los que se fuesen sus conocimientos sobre estas materias, no han sido expuestos por ellos, y comunicados á los otros, ni han podido servir para formar un cuerpo de doctrina, y establecer una ciencia de la mecánica.

sb. mech.  
Mecánicos  
griegos.

Esta reconoce, como todas las otras, su principio de los griegos, y puede contar entre ellos no pequeños adelantamientos. Architas, aquel famoso mecánico de la antigüedad, el qual hizo máquinas tan portentosas, que han sido celebradas por todos los posteriores, fué el primer géometra, que, segun el testimonio de Laercio (a), trató la mecánica, no por mera práctica, sino valiendose de los principios matemáticos, y el primero que condujo ó reguló el movimiento instrumental ó mecánico con figuras geométricas, el primero en suma que de algun modo pueda llamarse mecánico, en el sentido que en el presente tratado tomamos este nombre. Aunque en todos aquellos tiempos no haya podido encontrar

(a) In Archita dice realmente *Tais μηχανικός ἀρχαίς*; pero parece que deba decir *μηχανοποιός*.

noticia de otro géometra, que escribiese sobre la mecánica, sin embargo es preciso que haya habido algunos, y que las especulaciones mecánicas ocupasen el estudio de muchos matemáticos; puesto que ya en tiempo de Aristóteles se contaba la mecánica entre las partes de las matemáticas, que se fundan en la geometría (a); y él mismo mas precisamente determina á que parte de la geometría pertenezca, y la reduce á la que trata de los sólidos, ó la estereometría (b). Pero sin embargo parece que no se adelantaron mucho los conocimientos de los antiguos en esta parte, quando vemos que los problemas de Aristóteles, el único monumento de los escritores de aquella edad, donde podemos recoger algun indicio de su pericia teórica en la mecánica, refieren tan insubsistentes y absurdos discursos, que nos hacen creer no haberse aun manifestado en su tiempo ni los primeros principios de aquella ciencia. Por lo qual no habia motivo para que Vossio se admirase de no ver citada la obra de Aris-

Tom. VII. Rr tó

(a) *Anal. prior. I.* (b) *Ibid.*

Archímedes. Así que sin disminuir injustamente la gloria de los antiguos matemáticos podremos reconocer como primer maestro, y creador de la mecánica al grande Archímedes, á quien debemos los verdaderos principios de la estática, y aun de la hidrostática. Célebres son en la historia sus muchas y portentosas máquinas, con las quales no solo promovió y acrecentó las artes mecánicas, sino que pudo hacer frente, y contener, aunque hombre solo é inerme, al irresistible poder de las esquadras romanas. Infinitos son los inventos que los antiguos reconocian por de Archímedes; y Pappo (*b*), refiriendonos el de mover con una supuesta potencia un supuesto peso, qualquiera que sea, con lo qual pudo decir: dadme un sitio donde pueda ponerme, y moveré todo el globo terráqueo, la llama la quadragésima invención mecánica de Archímedes; pero entre estas invenciones no son las mecánicas las

(a) *De Scient. Math.* cap. XLVIII. *mo*

(b) *Coll. Math.* VIII. *mo*

que constituyen su verdadera gloria. Su mayor mérito entre los matemáticos consiste en haber con su divino ingenio descubierto, y fixado los principios y fundamentos de aquella ciencia. El demostró el gran principio fundamental, que dos pesos en equilibrio en los brazos de una balanza son recíprocamente proporcionales á sus distancias del punto de apoyo; él fundó solidamente la estática sobre la ingeniosa idea del centro de gravedad; buscó este centro en diferentes figuras, é hizo utilísimas aplicaciones, él en suma creó la mecánica. Las muchas y útiles máquinas inventadas, y executadas por él le adquirieron los elogios y la veneracion de su siglo; pero las doctas obras, las sólidas verdades, y los exáctos principios hallados y explicados por él, han contribuido harto mas á la gloria de su nombre, y á la instruccion de la posteridad. Así que con razon podemos reconocer á Archímedes por el verdadero padre de la mecánica. Ademas de Archímedes ci- Otros grie-  
ta Vitrubio (*a*) un Diades, un Ninfodoro, <sup>gos.</sup>

Rr 2 un

(a) *Lib. VII. Pref. & all.*

un Difilo, un Cáridas, y algunos otros escritores griegos, que trataron aquella ciencia, y (a) nos describe algunas máquinas, y algunos inventos de Ctesifonte, de Ctesibio y de otros griegos, que hacen ver los vastos y varios conocimientos, y el genio activo é inventor de aquella doctación. Quedan aun para monumento de su saber algunos escritos de Ateneo, coetáneo de Archîmedes, de Eron, celebrado de todos los antiguos en la mecánica, de Filon bizantino, de Biton, y de algún otro, donde se refieren muchos inventos de estos mismos, y de varios otros mecánicos griegos, y se nos da alguna idea del estudio y adelantamiento que se habia hecho en la Grecia en esta, como en todas las otras disciplinas matemáticas. Pero nada nos hace concebir mejor idea del estado de los conocimientos mecánicos entre los matemáticos griegos que el octavo libro de las colecciones de Pappo. Allí se ve como estos no solo habian conocido y estudiado profundamente la mecánica *quirúrgica* ó manual, y esta en in-

(a) Lib. X.

finitas especies suyas, sino que tambien se habian internado en la racional, y que de todas las operaciones de la manual habian investigado las demostraciones matemáticas. Archîmedes es justamente mirado por Pappo como el numen de la mecánica, que con la eficacia de su superior ingenio llegó á conocer las razones y las causas de todas las máquinas, de sus fuerzas, y de sus efectos. Eron escribió de la palanca, de la cuña, y de las otras potencias ó facultades, á las cuales se reducen todas las máquinas, aun de nuestros dias, y describió en particular varias máquinas no conocidas, que proporcionaban comodidad y facilidad para el movimiento de los pesos. El mismo Eron, y Filon demostraron la razon por la qual todas estas cinco potencias, aunque de figura muy diversa, se reducen á una sola naturaleza; y particularmente Eron no solo explicó doctamente la arriba citada quadragesima invencion de Archîmedes, y manifestó claramente la construccion de aquel problema, sino que expuso muchos problemas utilísimos y convenientes para los usos, y para las comodidades de

Pappo. de la sociedad. El mismo Pappo contribuyó no poco á los progresos de la mecánica, y puede decirse con verdad que á él mas que á ningún otro griego, despues de Archímedes, se deben los adelantamientos de aquella ciencia. Porque dedicándose á discutir toda la parte geométrica de la mecánica, no solo reduxo á mayor fuerza, y á razones mas exáctas los teoremas conocidos y explicados ya por los antiguos, sino que él mismo encontró algunos de muchísima utilidad: y empezando por el centro de gravedad, de donde dependen todas las partes de la mecánica, no se detiene en las cosas ya conocidas; sino que propone otras mas profundas y recónditas, manifiesta el uso que pueda hacerse del centro de gravedad para la dimension de las figuras, doctrina tan importante para la mecánica, y para la geometría, y enseña la gran verdad que las figuras producidas por circunvalacion de una línea, ó de una superficie, son entre sí en razon compuesta de las figuras generatrices, y de las circunferencias descriptas por sus centros de gravedad, de donde se derivan tantos bellos descubrimien-

mientos para la mecánica y geometría. Romanos. Esta puede decirse que fué toda la mecánica de los antiguos: á las teorías de Archímedes y de Pappo, están reducidos sus conocimientos científicos. Si los romanos adquirieron alabanzas por la invencion, por el manejo, y por la descripcion de algunas máquinas; si algunos griegos y latinos de tiempos posteriores se han distinguido por algun hallazgo mecánico, todo esto debe atribuirse á una práctica artificiosa é ilustrada, y á un ingenioso instinto; pero no basta para acrecentar los conocimientos teóricos, ni para adelantar la ciencia mecánica. Los árabes trabajaron, sí, sobre las obras de Aristóteles y de Archímedes; pero ó nada supieron añadir á la doctrina de sus originales, ó á lo menos no se han conservado hasta ahora sus descubrimientos. No hablaré pues del latino Vitruvio, que docitamente nos describe muchas máquinas antiguas, ni de los griegos Eliano, Arriano, Mauricio, y otros que trataron de la táctica, ni de Antemio célebre maquinista, y autor de una obra sobre las máquinas maravillosas; ni de Boecio, Gerber-

Arabes.

Griegos  
y latinos  
posteriores.

berto, Alberto Magno, Rugero Bacon, ni de algunos otros conocidos por la invención de alguna máquina; ni de Jordan Nemorario, y Regiomontano, que escribieron geométricamente de los pesos, ni de ningun otro escritor de aquellos siglos. Para ver tratada la mecánica como ciencia exácta, é ilustrada con nuevas teorías, es preciso descender al siglo XVI. La pasión que entonces habia á los autores griegos hacia que se leyesen, y comentasen no solo las questões mecánicas de Aristóteles, muy estimadas en aquellos tiempos, sino tambien las obras de Archímedes y de Pappo, que son los verdaderos maestros, y se estudiasen por ellos sus especulaciones geométricas y mecánicas. Ingeniosas son las explicaciones geométricas, que da Pedro Nuñez sobre el movimiento de las naves con remos, y sobre otros puntos mecánicos. Mas de cerca tocó la mecánica Tartaglia, el qual aunque no llegó á encontrar la justa doctrina sobre los proyectiles, puede sin embargo llamarse el primer autor que haya enseñado alguna verdad de la ballística. Mas se internó en aquella ciencia el docto comentador de los

los antiguos Comandino, que dexó un libro de centrobarica, y buscó el centro de gravedad en los sólidos, no buscado por Archímedes, aunque no supo encontrarlo en muchos; en lo que mereció Lucas Valerio en aquel mismo tiempo mucho mayores elogios de ingenio y de saber. Pero el primero que de algun modo se podía adquirir el nombre de mecánico, no fué otro que el marques Guido Ubaldo, el qual no solo esparció algunas claras luces sobre esta materia en los comentarios de la obra de los equiponderantes de Archímedes, sino que en sus propios libros, embebido como estaba de la doctrina de Archímedes y de Pappo, empezó á encontrar las verdaderas razones de los fenómenos mecánicos, y á manifestarse mecánico. Entonces puede decirse que empezó á renacer aquella ciencia. Entonces el docto matemático Stevin, no solo verificó la doctrina de los antiguos, y corrigió sus errores, sino que tambien la amplió con muchos descubrimientos suyos, y la enriqueció con muchas nuevas y útiles verdades. Entonces finalmente compareció el gran

Guido Ubaldo.

Stevin.

Galileo, verdadera lumbrera de la mecánica, y la ilustró con tantos importantísimos inventos, que pudo con razón llamarla una nueva ciencia.

Galileo. Galileo nos hizo conocer el movimiento en todos sus aspectos, movimiento uniforme, movimiento acelerado, movimiento proyectorio, movimiento oscilatorio, movimiento de los graves por línea perpendicular, movimiento de los mismos por planos inclinados, movimiento por el ayre, y movimiento por otros medios con diversas resistencias, en suma el movimiento en todas sus diversas circunstancias, y en sus diferentes combinaciones, y creó de este modo una ciencia, que en realidad era enteramente nueva. No se ha visto en las ciencias una serie tan completa y continuada de sutiles y útiles descubrimientos, como la que presentó Galileo en la doctrina del movimiento. Este fué el primer adelantamiento científico, que empezó á dar á los modernos alguna superioridad sobre los antiguos. El movimiento uniforme, aunque fácil y llano, no era aun bien conocido hasta que lo explicó Galileo, y lo pre-

presentó en su verdadero aspecto. El movimiento acelerado fué para él mas fecundo de bellos descubrimientos, y en una materia, en que no se proferian mas que errores, supo enseñarnos muchísimas verdades. Fué un triunfo suyo el demostrar que la fuerza de gravedad es igual en los cuerpos de peso desigual, y que la velocidad de un cuerpo grave no es á proporcion del peso de dicho cuerpo. Son veneradas de todos los mecánicos sus leyes de la aceleracion de los graves: que el aumento de la velocidad no debe tomarse de los espacios corridos, sino de los tiempos; que el movil correrá el espacio con movimiento acelerado en el tiempo que otro lo pasará con movimiento uniforme de dupla velocidad; que los espacios corridos crecen por números dispares, y son como los quadrados de los tiempos; y así de las otras. La resistencia de los medios le dió campo para otros descubrimientos, y supo señalar las proporciones de las velocidades en móviles semejantes ó disemejantes, en el mismo ó en diversos medios, y fixar algunas leyes de la resistencia de tales medios. Muchísimas son las

verdades, no menos útiles que curiosas, que descubrió su agudo ingenio en el descenso por planos inclinados. El encontró que la velocidad del cuerpo grave, ó el ímpetu en el descenso es en razón directa de las alturas ó inclinaciones, é inversa de las longitudes de dichos planos; y deduxo algunas ingeniosísimas y solidísimas paradojas, tirando en un círculo del extremo del diámetro quantas cuerdas se quiera á qualquier punto de la circunferencia, y tirando al contrario de la circunferencia á la línea horizontal diversos planos, que toquen esta línea, ó antes, ó despues, ó al llegar el diámetro; é hizo aquel grande descubrimiento, que, sin embargo de no haber llegado á la perfeccion, ha sido tal vez el mas brillante vuelo geométrico de que pueda gloriarse la mecánica, esto es, que la línea recta, aunque sea la más corta no es la del descenso mas pronto, y abrió el camino al hallazgo de la *brachistocrona*, que tanto ocupó á los Bernoullis, y á los mas profundos géometras. Nuevos méritos acarreo á Galileo el movimiento proyectorio, no bien conocido hasta entonces; y á él debe la

ba-

ballística el entrar en la clase de ciencia exâcta. El determinó á una parábola la línea recorrida por el cuerpo arrojado, señaló qual sea el ímpetu de este en qualquiera de los puntos de tal parábola, y manifestó otras muchas utilísimas verdades. La doctrina de Galileo ha sido la guia de los matemáticos posteriores, que han ilustrado la ballística; y los escritos de Blondello, de Belidor, de los Bernoullis, de Maupertuis, de Eulero, y de otros hombres grandes pueden tenerse por frutos, no menos que confirmacion de los descubrimientos de Galileo. No fué menor la gloria que se adquirió Galileo con su doctrina sobre el movimiento de los péndolos. La demostracion de ser la longitud de los péndolos en proporcion duplicada del tiempo de las vibraciones, y la aplicacion de ella para medir la altura de los edificios fué su primer descubrimiento mecánico, que manifestaba ya bastante quanta fuese la agudeza de su ingenio para seguir los pasos de la naturaleza. ¿Pero qual no fué la admiracion de los matemáticos al oírle anunciar el isocrónismo de las vibraciones de un péndolo-