

la con nuevas razones Juan Bernoulli (a). Entonces muchos ilustres filósofos alemanes y de otras naciones, entraron en el partido leibnitciano; y Erman, Wolfio, Bulfingéro, Poleni, Gravesande, Muschembroek, y en Francia la famosa marquesa de Chatelet, con delicadas experiencias y con sutiles cálculos, le dieron mas poderoso y firme apoyo, y mas que todos Riccati con un entero y grueso tomo lo adornó de todos los auxilios de la matemática y de la física (b). No faltaban á los cartesianos hombres ilustres, que oponer á los leibnitcianos; los ingleses y los franceses, siguieron midiendo las fuerzas vivas segun la simple velocidad; y Maclaurin en Inglaterra, y en Francia Mairan, sostuvieron su causa con mucha fuerza de ingenio, y copia de doctrina; en Italia Francisco Zanotti, tan superior á Riccati en las gracias de la eloqüencia, y como inferior en la fuerza del cálculo y de la geometría, respondió con

(a) *Disc. sur les Loix de la comm. du mouv.*

(b) *Dial. delle forze vive.*

con elegantes y amenos diálogos á los profundos y aridos riccicianos; y Boscovik contentandose con la fuerza de inercia quiso desterrar las fuerzas vivas, y desatar así, ó romper el nudo de la cuestión (a). Y una disputa tan ruidosa, que ha ocupado á tantos y tan ilustres geómetras y físicos, está ahora abandonada, y considerada como una mera cuestión de voz. En efecto ambos á dos partidos convienen en conceder á las fuerzas vivas los mismos efectos: y como solo los efectos pueden darnos las verdaderas nociones de las fuerzas, poco debe importarnos que disputen sobre recibir ó no el tiempo en que se executan estos efectos, por un elemento de tal medida, sobre sacar esta por la cantidad de los obstáculos que vence el móvil, ó por la suma de las resistencias, que oponen al móvil tales obstáculos, y sobre otras sutilezas, que nada importan para la mecánica. D' Alembert (b) expone con mucha claridad y precision el estado de la cuestión,

(a) *Diss. de vir. viv.* (b) *Trait. de Dynam. Pref.*

tion, y concluye, tal vez con sobrada aspereza, que „tomada en su verdadero aspecto, no puede consistir mas que „en una discusion metafísica muy sutil, ó en una cuestión de voz aun mas „indigna de ocupar á los filósofos.” Pero sin embargo el exámen de esta cuestión en las manos de hombres tan grandes ha acarreado algunas luces para el verdadero conocimiento de las fuerzas, que tal vez sin ella se les hubieran escapado, y ha servido no poco para el adelantamiento de la mecánica.

Propuesta de problemas mecánicos. Mayores ventajas le han acarreado los problemas mecánico-geométricos, que en aquellos tiempos proponian los matemáticos. Para describir la curva catenaria, la velaria, la elástica, la brachistocrona, y otras curvas, que entonces se buscaban, es preciso ponderar atentamente las fuerzas de cada partecilla en cada lugar, y en cada momento, y se requieren tantas miras, y tantos conocimientos mecánicos, que ha sido menester toda la perspicacia de un Newton, de un Leibnitz, de l'Hospital, de los Bernoullis, para poder resolver estos problemas con exáctitud; y cierta-

tamente con el exámen, y con la resolución de ellos se han encontrado muchas mecánicas verdades, y se ha introducido en la mecánica un espíritu analítico, que la ha preparado para recibir el nuevo estado en que se ve al presente. La deseada brevedad en materia tan vasta nos obliga á pasar en silencio muchos mecánicos que entonces florecieron, y muchos descubrimientos que cada día se hacian; pero como hemos de dexar de nombrar á Varignon, que en su *Nueva mecánica*, y en las *Memorias de la Academia de las Ciencias de Paris* puso en todo su esplendor el principio de la composicion de los movimientos, sacó de él todos los resultados, y trató tantos puntos de la estática y de la mecánica con aquella extension, á que solia elevar todos los objetos que se ponian á exáminar? Nuevo campo abrió á los mecánicos Amontons con la doctrina de la frotacion, ilustrada despues mas y mas por los físicos y por los geómetras, y recientemente tratada por Ximenez (a) *exten-*
Tom. VII. Zz

(a) *Teor. e Practic. delle resistenze de' solidi ne' loro attriti.*

samente con mayor aparato de experiencias hechas en grande, y con toda la solidez y severidad de la geometría. Nuevos principios, nuevas demostraciones, Erman. nuevas verdades, ha presentado Erman en su *Phoronomia*, y al mérito de los propios inventos, ha juntado el de la exposición de los descubrimientos de otros, y el de haber reducido á un cuerpo de doctrina la estática, la mecánica, la hidrostática, la hidráulica, y toda la ciencia del equilibrio y del movimiento. Hasta entonces los geómetras, arrebatados del gusto de resolver nuevos problemas, no habian pensado en exâminar la evidencia que tenian los principios de la mecánica, y si realmente era qual, y quanta se requeria para servir de basa á un sistema de conocimientos verdaderamente científicos. Daniel Bernoulli entró en este exâmen, demostró rigorosamente el principio de la composicion y descomposicion de las fuerzas, que se dirigen á concurrir en un punto, y sacó de él muchos nuevos conocimientos (a); ilustró otros principios,

Daniel Bernoulli.

(a) *Comm. Acad. Petr. tom. I.*

y les dió mayor extension; pasó á resolver problemas, y les impuso nuevas condiciones y circunstancias, que los hacian mas difíciles, y supo reducirlos á equaciones generales, y ponerlos en la mayor generalidad. Mariotte, s' Gravesande, Muschembroek, Desaguliers y otros físicos diligentes, y provistos de las luces de la geometría, con sutiles y concluyentes experiencias confirmaban é ilustraban, y á veces tambien corregian y rectificaban la doctrina mecánica de los geómetras. Y así de varios modos, con físicas y geométricas demostraciones, se daba esplendor á la mecánica, y con las resoluciones analíticas de tantos problemas mecánicos se introducía en ella el espíritu analítico.

En este ardor de problemas mecánicos, de mecánicas investigaciones, de descubrimientos mecánicos, de estudio y de entusiasmo mecánico, quando Galileo habia creado la ciencia de la aceleracion de los graves y de los movimientos que se derivan de ellos; Huingens habia fixado las leyes de la comunicacion del movimiento, de las vibraciones de los péndulos.

Eulero.

dolos, y del centro de oscilación; Newton habia reglado los movimientos circulares, y las resistencias de los medios, y habia hecho árbitra de los cielos á la mecánica; Amontons habia formado un nuevo ramo de mecánica con la doctrina de los atritos; Varignon habia simplificado toda la estática, y reducido los conocimientos mecánicos á mayor extension; Leibnitz, l' Hopital, los Bernoullis, Maclaurin, Tailor, Fontaine y otros geómetras no pensaban mas que en los problemas mecánicos; Erman habia formado un cuerpo de doctrina, aunque muy reducido, de los conocimientos mecánicos; Daniel Bernoulli habia demostrado, y reducido á evidencia geométrica algunos principios mecánicos; en suma quando todo respiraba ardor mecánico, todo manifestaba vivo deseo, y ardiente afan de los adelantamientos de la mecánica, compareció Eulero para su engrandecimiento, y para su mayor esplendor. Fiel este á su amada analisis, quiso tambien introducirla y hacerla dominar en la mecánica. Huingens, Newton, Erman y todos los escritores de mecánica, la ilustraron con

con exáctas y científicas demostraciones; con lo qual quedaban los lectores persuadidos y convencidos de su verdad, pero no formaban, como de sí mismo lo confiesa Eulero (a), una clara y distinta idea para poder resolver las mismas questões, siempre que se presentasen con alguna pequeña variacion. Vino Eulero, y tentando tratar analíticamente las proposiciones demostradas sinteticamente por Newton y por Erman, vió acrecentarsele mucho los conocimientos, y extenderse sobre manera sus ideas; así que recogiendo, y tratando del mismo modo las otras verdades, esparcidas por otros acá y acullá, pertenecientes á aquella ciencia, hallandose con nuevas questões, aun no tocadas por otros, y resolviendolas felizmente, encontrando nuevos métodos, y descubriendo nuevas verdades, dió al público una mecánica, donde toda la ciencia del movimiento se vió por la primera vez reducida á la analisis; y el feliz uso que hizo de ella mereció á este método la preferencia, que despues ha obtenido cons-

(a) *Mech. Præf.*

tantemente sobre todos los otros. Esta sola ventaja hacia ya que la mecánica debiese mucho á Eulero; pero habia tambien otras muchas que le acarreaban igual honor. No habia problema alguno mecánico, al qual no procurase dar una resolución, y no le acarrease alguna mayor ilustracion, y notable adelantamiento. Expuso con mas claridad el principio de las velocidades virtuales, de lo que lo habia hecho Bernoulli, y le dió mayor extension (a). Exâminó el problema del centro de oscilacion, y el principio sobre que fundaba Erman su resolución (b); hizo mas general este principio, y lo aplicó á la resolución de varios problemas pertenecientes á las oscilaciones de los cuerpos flexíbles é inflexíbles (c). Encontró al mismo tiempo que Daniel Bernoulli el principio, que los mecánicos llaman *de la conservacion del momento del movimiento de rotacion*, y lo explicó con su acostumbrada profundidad (d). Exâmi-
no

(a) *Ac. Berl.* an. 1751. (b) *Phoronom.*

(c) *Comment. Ac. Petr.* tom. VII.

(d) *Opusc.* tom. I.

nó el principio de la *menor accion*, no bien establecido por Maupertuis, y lo miró baxo un aspecto tan general y riguroso, que le hace merecer la atención de los geómetras (a). El problema que busca el movimiento de un cuerpo arrojado sobre el espacio, y tirado hacia dos puntos fijos, se ha hecho célebre por el felicísimo uso que de él hizo Eulero para las substituciones, y por los resultados que sacó de él. El famoso problema de los tres cuerpos, el de las trayectorias ortogonales y otros muchos, se ven resueltos por él con superior magisterio. En suma no habia problema, que no se transformase en sus manos, no presentase nuevos aspectos, y no le sirviese á él para producir nuevas verdades; ni hay principio alguno mecánico, que no haya recibido de él mayores luces, y no se haya hecho con sus ilustraciones mas útil, y mas seguro. Pero principalmente la doctrina del movimiento de los sólidos, que él llama rígidos (b), y nosotros podremos llamar

(a) *Tract. de Isoperim.*

(b) *De motu corp. rigid.* Cap. I.

duros, y singularmente de su movimiento de rotacion, ¿que vasto campo no le presentó para producir nuevos ramos de doctrinas mecánicas, y para coger nuevas verdades? El conocimiento de los cuerpos mecánicamente considerados consiste principalmente, como dice el mismo Eulero (a), en conocer su centro de inercia, y sus exes principales. Por perturbado que sea un movimiento, puede siempre resolverse en progresivo, que se toma por el centro de inercia, y en gírtorio, que se mueve al rededor de los exes. Así que exâminados el centro de inercia, y el movimiento que se deriva de él, se pone Eulero á exâminar distintamente los exes de los cuerpos, y sus observables propiedades. No eran conocidas las fuerzas que sostiene el exe, ó que deben aplicarse para que este se conserve en su sitio; y él con particular atencion observa en todos los casos diversos las fuerzas que ha de sostener el exe, y discute tambien los casos en que no sostiene fuerza alguna. En todos los cuerpos

(b) *Ibid.* Cap. VIII.

encuentra tres exes principales, esto es, tres exes, en los quales el momento de la inercia sea el máximo y el mínimo; y su analisis lo conduce al bello teorema, dado ya por Segner (a), de que un sólido de qualquier figura que sea, puede girar libremente al rededor de tres exes perpendiculares entre sí, y le hace ver las particulares propiedades de estos exes. El movimiento progresivo de estos cuerpos, el movimiento de rotacion, el movimiento mixto del uno y del otro, las fuerzas que producen estos movimientos, la variacion de los mismos, y las fuerzas que los hacen variar, la aplicacion á los movimientos de los cuerpos celestes, y á los de los conos, de las cuñas y de otros cuerpos terrestres, y quanto hay de útil y de curioso en tales movimientos, todo se ve tratado por Eulero con su acostumbrada prudencia y profundidad. Su sutil analisis le presenta la equacion general del movimiento de un cuerpo, sea qual fuere su figura, y las fuerzas que obran sobre sus elementos, y sobre cada una

Tom. VII. Aaa de

(a) *Specimen theoricæ Turbinum.*