



Historia de la Mecánica

Anaco, octubre de 2005.

Introducción

La historia de la mecánica encierra a un amplio rubro de personajes que a lo largo de su vida han venido dando aportes importantes para la evolución de esta área. Antes de adentrar en los antiguos comienzos de esta disciplina es importante saber que la mecánica es una ciencia que se encarga de estudiar las condiciones de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas. Además de ello, la mecánica

Es difícil conocer con exactitud los inicios de esta ciencia pero podemos afirmar que los orígenes de la mecánica están muy mezclados con el uso de instrumentos por medio de los cuales el hombre podía intervenir y cambiar la naturaleza a su voluntad en tiempos muy remotos. Entre estos instrumentos se encuentran las diversas armas filosas que eran empleadas por ellos para satisfacer sus necesidades.

La mecánica como ciencia apareció en el periodo helenístico por medio de Arquímedes, quien describió cuantitativamente las leyes de la palanca y otras máquinas simples, las cuales con su uso dieron origen a las primeras nociones de dinámica y estática. Arquímedes estableció los fundamentos de la estática y fue el fundador de la hidrostática al enunciar su famoso principio. Además de Arquímedes a lo largo de los años también existieron varios estudiosos de la física que poco a poco sirvieron como impulso al aportar valiosos principios para el desarrollo de la mecánica entre ellos podemos citar a Tartaglia, Galileo Galilei, Newton, Euler, Einstein, entre otros.

El físico y astrónomo italiano Galileo reunió las ideas de otros grandes pensadores de su tiempo y empezó a analizar el movimiento a partir de la distancia recorrida desde un punto de partida y del tiempo transcurrido. Demostró que la velocidad de los objetos que caen aumenta continuamente durante su caída. Esta aceleración es la misma para objetos pesados o ligeros, siempre que no se tenga en cuenta la resistencia del aire (rozamiento). El matemático y físico británico Isaac Newton mejoró este análisis al definir la fuerza y la masa, y relacionarlas con la aceleración. Para los objetos que se desplazan a velocidades próximas a la velocidad de la luz, las leyes de Newton han sido sustituidas por la teoría de la relatividad de Albert Einstein. Para las partículas atómicas y subatómicas, las leyes de Newton han sido sustituidas por la teoría cuántica. Pero para los fenómenos de la vida diaria, las tres leyes del movimiento de Newton siguen siendo la piedra angular de la dinámica (el estudio de las causas del cambio en el movimiento).

Historia de la Mecánica

Los antepasados del hombre, al construir sus instrumentos, iniciaron el desarrollo de la mecánica. El origen de los primitivos interrogantes planteados por la mecánica surgió en las antiguas civilizaciones por su necesidad de disponer de máquinas, bélicas o pacíficas, que las liberaran de ciertos esfuerzos.

En la última etapa del homo sapiens, hace unos 20.000 años, a las lanzas y anzuelos empleados para la caza y la pesca se añaden los arpones y, sobre todo, el arma más revolucionaria de la prehistoria: el arco y las

flechas, la primera máquina inventada por el ser humano.

El hombre paleolítico, compañero del mamut y el reno, vivió siempre asediado por el hielo, que con sólo algunas intermitencias dejó de cubrir el norte y centro de Europa y Asia. Fue pues de diez milenios el periodo durante el cual el hombre satisfizo todas las necesidades de su vida con el sílex.

Uno de los primeros frutos del ingenio humano, destinado a ponerle a salvo de los elementos naturales, fue la vivienda. En su esencia, las casas que habitamos hoy se basan en los mismos principios que las primeras chozas del Neolítico, adaptaciones, a su vez, de los refugios transportables que usaba el cazador de la Edad de Piedra cuando se alejaba de la caverna que le servía de vivienda en invierno.

Los constructores Egipcios poseían utensilios apropiados para medir y diseñar los planos, utilizan algunos principios de la mecánica para la construcción de pirámides, disponían de la piedra caliza y el granito, así como ladrillos. Cubrían grandes salas utilizando pilares o columnas, dinteles de piedra y losas de grandes dimensiones para los techos; para cubrir espacios emplearon esencialmente el sistema de dintel horizontal monolítico de piedra apoyada sobre pilares, razón por la cual éstos tenían que estar muy próximos, al ser la piedra material no apto a la flexión. Una particularidad importante, que demuestra las preocupaciones constructivas de los egipcios, es la disposición de un dado de piedra sobre el capitel, protegiendo así los bordes frágiles del mismo en su flexión y contribuyendo al centrado de la carga de compresión sobre la columna. Así mismo, en la forma de planta cuadrada, que va decreciendo de sección hasta su cúspide, en los grandes obeliscos egipcios, se adivina la intuición del sólido de igual resistencia a la compresión. Parece que también conocieron el arco como elemento constructivo, pero, de todos modos, las formas adinteladas fueron sus construcciones características.

Las primeras ideas claras sobre el universo mecánico en que vivimos fueron dadas por los filósofos griegos. Uno de los más brillantes fue Pitágoras de Samos, quien vivió en Crotona en el sur de Italia y fundó la Escuela Pitagórica. El más brillante representante de esta escuela fue Filolao de Crotona quien nació en 480 a.C. un siglo después de su maestro.

Para Filolao y Pitágoras la Tierra era esférica, no constituía el centro del Universo, y observaron que el Sol, la Luna y los planetas no comparten el movimiento uniforme de las estrellas, sino que cada uno tenía su camino propio.

Otro gran filósofo fue Demócrito, nacido en 470 a.C., que desarrolló la teoría atómica de la materia. Para él toda la materia consistía de pequeñas partículas a las que llamó "átomos" que quiere decir "indivisible". Los átomos eran eternos e indestructibles y existían diversos tipos de átomos que explicaban las diferencias existentes entre diversas sustancias. Además de los átomos sólo existía el vacío.

Los escritos de Demócrito no han sobrevivido y sus ideas se conocen por referencias de otros filósofos, algunas de ellas hechas en son de burla, como Sócrates y Platón que las consideraban absurdas y otras de la Escuela de Epicuro que las admiraban. Las ideas de Demócrito fueron totalmente intuitivas y a ellas se opusieron otras igualmente intuitivas de otros filósofos como Sócrates y Platón que para desgracia de la ciencia tuvieron durante muchos siglos más influencia en el mundo.

Epicuro nació en la isla de Samos en 342 a.C. y fundó su escuela en Atenas. Adoptó la teoría atómica de Demócrito para explicar el comportamiento mecánico del Universo que estaba formado por átomos y vacío. Para él, si un cuerpo se mueve, deberá continuar su movimiento a menos que exista un efecto que lo modifique. Esto es el llamado principio de Galileo, redescubierto casi 2000 años después, y una de las leyes fundamentales de la mecánica moderna.

También explica que en el vacío, bajo la acción de su peso, los cuerpos pesados y los ligeros deben moverse con la misma velocidad. Dice que para producir el vacío basta separar con rapidez dos cuerpos planos que

estaban bien unidos. Esto es lo que hacían los metalurgistas del hierro del Cáucaso y de China al inventar los fuelles y pistones con los que absorbían aire y después lo comprimían al presionar el fuelle. Observó que pequeños cuerpos suspendidos en el aire se desplazan con movimientos zigzagueantes y él lo explicó como producido por choques con los átomos del aire transparente que se mueven continuamente en todas direcciones.

Esto se llama actualmente el movimiento Browniano y fue redescubierto el siglo pasado por Brown. Aunque casi nada de la abundante obra de Epicuro ha sobrevivido (escribió unos 300 tratados), uno de sus libros llamado *De la naturaleza de las cosas* fue traducido al latín por un romano que vivió 250 años después, Tito Lucrecio Caro, con el nombre *De rerum natura*, dándole la forma de un largo poema. Es muy probable que Lucrecio haya agregado valiosas ideas al libro original.

Aristóteles (384–322 a. de 1. C.) intentó elaborar una teoría de la Mecánica, pero no hizo ninguna distinción entre las propiedades estáticas, cinemáticas y dinámicas. Aristóteles, maestro de Alejandro Magno, escribió sobre física, pero casi todo lo que dijo fue incorrecto. Sí aceptó que la Tierra era esférica y dio como argumento el que al viajar al norte o al sur se observan nuevas estrellas en el cielo lo que no sucedería si la Tierra fuera plana.

Arquímedes (287–212 AC), Fue el verdadero creador de la Mecánica teórica, Nació en Siracusa, Sicilia, y se educó en Alejandría, Egipto. En mecánica, Arquímedes asombró al rey Herón de Siracusa con los sistemas de palancas y de poleas que había ideado. Animado por la fuerza de su descubrimiento, afirmó que si habitara en otro mundo sería capaz de mover éste y, para demostrarlo, diseñó un conjunto mecánico mediante el cual fue capaz de hacer navegar sobre arena a un pesado barco mercante de la flota real con la sola fuerza de su brazo.

También estableció las leyes de la palanca. Conocida es su famosa frase para hacer resaltar la aplicación de la palanca como máquina multiplicadora de fuerza: Deduce un punto de apoyo y os levantaré el mundo". Desarrolló las poleas múltiples con las que también se puede levantar un cuerpo pesado con una fuerza pequeña.

Durante su estancia en Egipto inventó el polipasto, el torno, la rueda dentada, y el tornillo sinfín que se usaba para extraer el agua que había entrado a un barco, a los campos inundados por el Nilo.

En el campo militar se le atribuye la invención de maquinaria de guerra como la catapulta y un sistema de espejos que incendiaba las embarcaciones enemigas al enfocarlas con los rayos del sol; con ello logró defender durante tres años a Siracusa que estaba sitiada por los romanos.

Además de establecer los fundamentos de la Hidrostática con su célebre principio. Cuenta la historia que Arquímedes un día que se encontraba en el baño observó que podía levantar fácilmente sus piernas cuando estaban sumergidas. Esta fue la chispa que le permitió llegar a lo que ahora conocemos como "Principios de Arquímedes". Fue tan grande el entusiasmo que le produjo el descubrimiento de su principio que tomó la corona en una mano y salió desnudo del baño corriendo por las calles de Siracusa y gritando su célebre exclamación de júbilo: " ¡ Eureka!, ¡ eureka! "que quiere decir "ya lo encontré". Lo que había hallado era un método para determinar la densidad de los cuerpos tomando como unidad la del agua.

El llamado principio de Arquímedes, establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una pérdida de peso igual al peso del volumen del fluido que desaloja.

Escribió importantes obras sobre geometría plana y del espacio, aritmética y mecánica. Todavía subsisten muchas de sus obras, como el Tratado de los cuerpos flotantes, El arenado y Sobre la esfera y el cilindro. Todas ellas muestran el rigor y la imaginación de su pensamiento matemático. Su libro Mecánica contenía algunas aseveraciones erróneas, en especial como consecuencia de la debilidad de sus tratamientos matemáticos, pero ponía de manifiesto un profundo conocimiento de los sistemas de poleas y máquinas.

Herón de Alejandría (c. 20–62 D.C.), matemático y científico griego. Inventó varios instrumentos mecánicos, gran parte de ellos para uso práctico: *la eolipila*, una máquina a vapor giratoria, *la fuente de Herón*, un aparato neumático que produce un chorro vertical de agua por la presión del aire y *la dioptra*, un primitivo instrumento geodésico.

Sin embargo, es conocido sobre todo como matemático tanto en el campo de la geometría como en el de la geodesia (una rama de las matemáticas que se encarga de la determinación del tamaño y configuración de la Tierra, y de la ubicación de áreas concretas de la misma). Herón trató los problemas de las mediciones terrestres con mucho más éxito que cualquier otro de su generación.

También inventó un método de aproximación a las raíces cuadradas y cúbicas de números que no las tienen exactas. A Herón se le ha atribuido en algunas ocasiones el haber desarrollado la fórmula para hallar el área de un triángulo en función de sus lados, pero esta fórmula, probablemente, había sido desarrollada antes de su época. Además, escribió al menos 13 obras sobre mecánica, matemáticas y física.

Leonardo da Vinci (1452–1519). Fue una de las mentes más maravillosas del Renacimiento. En sus manuscritos, llegó a predecir inventos que no pudo desarrollar (aunque se construyeron años más tarde) tales como: el helicóptero o el submarino. Hubo otros que sí diseñó y funcionaron: grúas móviles que permitían alzar grandes cargas, barcos, trajes de buzo, ascensores, máquinas para tallar tornillos y limas e incluso una especie de coche o máquina de movimiento continuo–alterno.

Para sus diseños, Leonardo se basó en los estudios que 1.600 años antes habían hecho Herón y Arquímedes en la escuela de Alejandría. Los mecanismos eran simples y se basaban en cinco elementos: Un plano inclinado, una cuña, un tornillo, una palanca y una rueda. Arquímedes los llamaba los cinco grandes y combinándolos obtenía otras máquinas como tornos o engranajes.

Una de las máximas aportaciones de Leonardo fue la representación que realizó de muchas de estas máquinas. Todas estaban basadas en la famosa Ley de Oro: si conseguimos reducir esfuerzo hay que recorrer más espacio.

Niccoló Fontana, (Brescia, 1499–Venecia, 1557). Matemático italiano. Recibió el sobrenombre de Tartaglia (tartamudo) por un defecto en el habla a consecuencia de una herida durante el saqueo de su ciudad natal por las tropas de Gastón de Foix, en 1512. A Tartaglia se le debe el desarrollo del primer método general de resolución de ecuaciones cúbicas (es decir, de tercer grado). Sin embargo, no publicó sus resultados conservando el secreto, que más tarde rompió Cardano al hacerlos públicos sin su consentimiento. Escribió también un tratado de balística en el que determina que el alcance máximo de una pieza de artillería corresponde a un ángulo de tiro de 45° . Fue autor también de un Tratado general de los números y las medidas (1543), en el que publica por primera vez el triángulo que lleva su nombre (también conocido como triángulo de Pascal).

Gerolamo Cardano (1501–1576) escribió un tratado sobre la Mecánica (De Subtilitate) e inventó la junta universal llamada cardán; el cual consiste en un mecanismo que se encarga de transmitir el movimiento del diferencial a las ruedas directrices del automóvil.

Johannes Kepler (1571–1630) La teoría de Kepler (que debe sobrentenderse, era errónea) resultaba muy ingeniosa. Sabía que sólo existían cinco sólidos perfectos que podrían construirse en el espacio tridimensional: Se le ocurrió a Kepler que estos cinco sólidos podrían caber exactamente en los cinco intervalos que separaban a los seis planetas (no se conocían más en ese tiempo).

Galileo Galilei nació en Pisa en el año 1564. Su primer descubrimiento, la ley del péndulo, lo realizó cuando sólo tenía diez y siete años. Estaba en la catedral de Pisa cuando vio que para encender una lámpara, la retiraban hacia un lado. Al dejar de retenerla, una vez encendida, la lámpara oscilaba como un péndulo, con

movimientos que eran cada vez menores, pero de igual duración. A falta de cronómetro, Galileo midió el compás regular de las oscilaciones de la lámpara valiéndose de los latidos de su propio pulso. También encontró que el tiempo de oscilación de un péndulo es proporcional a la raíz cuadrada de la longitud. Así, un péndulo que sea cuatro veces más largo que otro, tendrá un tiempo de oscilación doble que el de menor longitud.

En el año 1586 realizó interesantes descubrimientos de hidrostática, que le dieron celebridad y pronto fue nombrado profesor de matemáticas de la Universidad de Pisa. Allí continuó sus estudios sobre la caída de los cuerpos. Galileo llegó a la conclusión de que la velocidad de un cuerpo al caer depende del tiempo que ha estado cayendo, esto es, que al empezar va despacio y aumenta su velocidad a cada unidad de tiempo, y que los espacios recorridos al caer son proporcionales a los cuadrados de los periodos de tiempo durante los cuales el cuerpo ha estado cayendo.

Como se ve en la formulación de estos principios, Galileo podía formular la Ley de la Gravedad, aunque sin darle el carácter de Ley del Universo, que es lo que hace sublime la Ley de Gravitación Universal de Newton. Mientras el estudio de la estática se remonta al tiempo de los filósofos griegos, la primera contribución importante a la dinámica fue hecha por Galileo (1564– 1642).

Galileo con sus telescopios fue el primero en realizar descubrimientos astronómicos utilizando estos instrumentos y los describieron en su obra publicada en 1610: "*Sidereus nuntius*" (El mensajero de los astros).

Evangelista Torricelli (1608–1647). Físico italiano, discípulo de Galileo, quien le sugirió que estudiara el problema del vacío. La posibilidad de bombear agua, al hacer el vacío en la parte superior de un tubo por medio de un pistón, se pensaba que se debía a que la naturaleza aborrecía el vacío, sin embargo, se sabía que no se podía subir agua por este método a más de 10 metros. Torricelli pensó que no existía tal aborrecimiento y que todo se debía a un efecto mecánico, que el aire pesaba y que el límite de diez metros se debía a que el peso del aire de la atmósfera sólo podía balancear esa columna de agua.

Para probarlo, Torricelli llenó con mercurio un tubo de vidrio cerrado en un extremo y de más de un metro de largo, lo tapó con su pulgar y lo introdujo invertido en un recipiente abierto que contenía mercurio. Encontró que la columna de mercurio fue de sólo 76 centímetros y que en la parte superior del tubo de vidrio había vacío.

Simon Stevin de Brujas (1548–1620). Escribió Aritmética de Simon Stevin de Brujas (1585). También escribió diversas obras de mecánica, en las que trató del equilibrio de los cuerpos y del problema de la composición de fuerzas. En el campo de la mecánica demostró la imposibilidad de un tipo de movimiento perpetuo y llevó a cabo la comprobación de que, en caída libre, dos cuerpos distintos llegan al suelo al mismo tiempo (1586).

Guldin, Paul (1577 – 1643). Matemático suizo. Enunció varios teoremas sobre el baricentro de los cuerpos de revolución, resolvió el problema de la composición de las fuerzas y estableció el valor de la presión ejercida sobre las paredes del recipiente que las contiene. Destacan sus obras Paralipomena, Dissertatio de motu Terrae y Centrobaryca.

En 1656 **Christiaan Huygens** confirmó a Boulliau la teoría sobre los anillos de Saturno e informó sobre esto al Grupo de París. En 1659 publica *Systema Soturnium*, en el cual explica las fases y cambios en la forma de los anillos.

En 1656 patentó el primer reloj de péndulo, que permitió medir el tiempo con más precisión. Construyó varios relojes de péndulo para determinar la longitud en el mar, para lo cual hizo varios viajes entre 1662 y 1686.

En 1673 publica *Horo!ogium Oscillatorium sive de motu pendulorum*, en el cual describe el movimiento del

péndulo. Determinó que realmente existe una relación entre la longitud de un péndulo y el periodo de oscilación.

También dedujo la ley de la fuerza centrífuga en un movimiento circular uniforme. Como consecuencia de esto, *Huygens*, *Hooke*, *Halley* y *Wren* formularon la ley de gravitación universal.

Por un lado, Huygens realizó el estudio del vacío en la bomba neumática, la determinación del peso del aire, las propiedades de la fuerza de la pólvora y del vapor condensado y, por el otro, escribe sobre la causa de la gravedad y plantea la primera teoría ondulatoria moderna de la luz.

En **1620 Snell** da la ley de refracción, en **1662 Fermat** enuncia su principio de minimización para la propagación de la luz, en **1675 Römer** mide la velocidad de la luz.

Durante los siglos XVII a XVIII aparece la mecánica racional fundada por el inglés **Isaac Newton (1642–1727)**; quien elabora la teoría sobre la atracción universal. Newton representa el impulsor de la mecánica clásica, destacó por la inspiración combinada con la curiosidad de sus estudios y escribió una obra fundamental para el posterior desarrollo de la física: *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687; Principios matemáticos de filosofía natural), en la que enunció los tres axiomas básicos de la mecánica y resolvió el problema del equilibrio dinámico del universo mediante la deducción de la teoría de la gravitación universal.

El prestigio adquirido por Newton, cimentado en el éxito teórico y experimental de sus trabajos, lo convirtió en el estandarte científico de los dos siglos posteriores. Él se encargó de sentar los cimientos de la mecánica al describir en forma completa la mecánica de un punto material sometido a fuerzas centrales.

Los suizos **Jacques (1654–1705) y Jean Bernoulli (1667–1748)** resolvieron un buen número de cuestiones prácticas, aplicaron las teorías mecánicas de los problemas de Dinámica. Bernoulli, también fundó la hidrodinámica observando la conservación de las fuerzas vivas en el flujo de un fluido perfecto. Dedujo, por otra parte, que la presión de los gases resulta del choque de los átomos contra las paredes de los recipientes que lo contienen y que su temperatura se debe a la vivacidad de dichos átomos. Esta teoría cinética de los gases tuvo ocupados a los estudiosos de la termodinámica durante buena parte del siglo XIX.

Pierre Varignon (1654–1722) fue autor del principio de las velocidades virtuales. En una obra póstuma, *Nueva Mecánica o Estática* (1725), expuso toda la estática, enunciando por primera vez la regla de la composición de fuerzas concurrentes y dando, en su generalidad, la teoría de los momentos.

Leonardo Euler (1.707 – 1.783), considerado el mejor matemático del siglo XVIII, creador de las funciones que llevan su nombre y de su conocida fórmula para el cálculo de barras a pando, estudiando también las coordenadas angulares de los cuerpos rígidos, el teorema fundamental de la cinemática y las ecuaciones del movimiento del cuerpo rígido. En mecánica obtuvo las ecuaciones diferenciales que rigen el movimiento de un cuerpo sólido en rotación en torno a un punto fijo y definió los conceptos de centro de inercia y momento de inercia. Perfeccionó asimismo el principio de economía natural enunciado por Fermat y reiterado por Pierre como principio mínima acción: el camino que sigue la luz es aquel en el que es menor la cantidad de acción. Este principio es la primera aproximación al principio de la Conservación de la Energía.

En el año 1709 se construye en Italia el primer piano por Bartolomeo Cristofori.

1712 fue inventada por el herrero inglés Thomas Newcomen la Máquina de vapor y se utilizó para extraer el agua de las minas de carbón, que se inundaban constantemente. Posteriormente fue perfeccionado por **James Watt**, quien ideó un condensador separado, no incluido, como en la máquina de Newcomen, lo que permitió que fuera más eficaz y consumiera solo la tercera parte de carbón que la de Newcomen.

1714 se inventa la Máquina de escribir. Su inventor fue **Henry Mill**, quien patentó un aparato con el cual era posible imprimir las letras una tras otra.

Benjamín Franklin (1706–1790) En mecánica mientras se adentraba en el campo de los fenómenos eléctricos. Descubrió el carácter eléctrico de los rayos atmosféricos e inventó el pararrayos.

1757 El capitán John Campbell construyó el Sextante, aunque el primer instrumento preciso para medir la latitud lo ideó el inglés John Hadley, en 1731.

Jean Le Roud D'Alembert (1717–1783). En su obra *Tratado de Dinámica* (1743), enuncia su conocido Principio de D'Alembert en el que enunciaba el principio de los trabajos virtuales. Redujo las cuestiones dinámicas a problemas de equilibrio.

En el año 1751 **Nicolás Louis de la Caille (1713–1762) y Joseph L. (1732–1807)** miden el paralaje de la luna.

José Luis Lagrange (1736–1813). Matemático, físico y astrónomo italiano, creador del cálculo de variaciones, que es una herramienta poderosa en el estudio de la mecánica. El método de Lagrange, que resuelve numerosos problemas de la mecánica, lo resumió en su libro *Mecánica analítica*, publicado en 1788. Newton resolvió el problema del movimiento de dos cuerpos unidos por la fuerza de gravedad, pero no el problema del sistema de tres o más cuerpos, como es el sistema Sol, Tierra, Luna. Lagrange desarrolló métodos para estudiar sistemas de tres o más cuerpos

Durante la Revolución francesa, en 1793, fue nombrado director de la comisión encargada de crear un nuevo sistema de pesas y medidas, que dio lugar al sistema métrico decimal.

Pedro Simón Laplace (1749–1827). Físico, astrónomo y matemático francés. Escribió un tratado sobre la teoría de probabilidades y dio a esta rama de las matemáticas su forma actual. Expuso la teoría de la gravitación en un libro monumental, en cinco volúmenes, *Mecánica celeste*. Estudió las perturbaciones que se producen en la órbita de un planeta alrededor del Sol por la atracción de otros planetas o satélites y encontró, junto con Lagrange, que dichas perturbaciones no producirán cambios que afecten drásticamente al Sistema Solar.

El español **Jorge Juan (1713–1773)** supo emplear acertadamente los conocimientos de Mecánica en la construcción naval.

En el siglo XIX sobresalieron el irlandés **William Rowan Hamilton (1805–1865)**, que se interesó por cuestiones de Óptica y Dinámica. Llevó a cabo diversas investigaciones en el campo de la óptica, contribuyendo al establecimiento definitivo de la teoría ondulatoria de la luz. Señaló la analogía entre la dinámica del punto material y la óptica geométrica e introdujo la llamada velocidad de grupo, para la descripción del comportamiento de la luz en medios dispersos.

Descubrió la hodógrafa y los cuaterniones, cuyo papel sería de gran importancia para el establecimiento del cálculo vectorial.

Trató de extender a cuatro dimensiones las propiedades de los vectores, creando el álgebra no conmutativa, base del desarrollo matemático de la actual Mecánica Cuántica.

A finales del siglo XVII Coulomb y Cavendish inician el estudio de la electricidad.

Louis Poisson (1777–1859) En *Recherchés sur la probabilité des jugements....*, un trabajo importante en

probabilidad publicado en el año 1837, la distribución de Poisson recién aparecía. La distribución de Poisson describe la probabilidad como un acontecimiento fortuito ocurrido en un tiempo o intervalo de espacio bajo las condiciones que la probabilidad de un acontecimiento ocurre es muy pequeño, pero el número de intentos es muy grande, entonces el evento actual ocurre algunas veces.

Barón Augustin Cauchy (1789–1857), y sus estudios matemáticos de la deformación de un medio continuo. Es autor de más de 700 memorias. Mohr (1.806 – 1.879), quien en 1.874 aplicó el principio de los trabajos virtuales al cálculo de estructuras, además de desarrollar la teoría de los círculos de su nombre para las tensiones de los sólidos.

Henri Hugoniot (1851–1887), estudió la elasticidad, la balística experimental en su obra "*Memoria sobre la propagación del movimiento de los cuerpos*", año 1887.

Castigliano (1.847 – 1.884), quien en 1.876 estableció su célebre teorema, aplicándolo enseguida al cálculo de los sistemas reticulares, además de inventar un cronómetro para medir los esfuerzos en las construcciones metálicas.

Gerber (1.832 – 1.912), ingeniero y notable constructor de puentes metálicos, que en 1.878 creó las vigas que llevan su nombre, convirtiendo en isostáticas las vigas continuas mediante articulaciones intermedias.

Cremona (1.830 – 1.903) creador del sencillo método de cálculo para vigas trianguladas y cerchas de nudos articulados, que lleva el nombre de "diagrama de Cremona".

Sin olvidar a Saint-Venant (1.797 – 1.886), Rankine (1.820 – 1.872), Maxwell (1.831– 1.879), Culman (1.821 – 1.881), Muller-Breslau (1.851 – 1.925) y tantos otros.

Los promotores de la Mecánica clásica en el siglo XVIII y los creadores de la Mecánica analítica a finales de dicho siglo y comienzos de XIX se preocuparon más por desarrollar todas las consecuencias matemáticas de los principios sentados para el análisis dinámico del movimiento, que por establecer una reflexión sobre la incidencia que pudiera tener en este análisis la atención prestada al sistema de referencia del movimiento. Clairaut fue una excepción al proponer, en 1742, el estudio de este problema, pero llegó a un principio incompleto.

En la primera mitad del siglo XIX se colma, gracias a Coriolis, la considerable laguna que hemos advertido en la ley fundamental de la Mecánica, la falta de atención al sistema de referencia.

Foucault, idea en 1852 el giroscopio, basado en el movimiento de Poincaré (todo sólido suspendido por su centro de gravedad, debe conservar la rotación que se le da, si esa rotación se produce en torno a uno de los ejes privilegiados, hoy llamados ejes principales de inercia).

En definitiva; la fuerza centrífuga compuesta, de Coriolis, el péndulo y el giroscopio de Foucault, son grandes conquistas de la Mecánica en el siglo XIX. Una se basa en el

Análisis matemático, la otra, por el contrario, en la intuición y el experimento; pero las dos se caracterizan igualmente por la interacción de la teoría con la técnica. Nacidas por separado, los tratados clásicos las reúnen, desde comienzos del siglo XX, en una misma explicación racional; el hecho de que esta explicación racional haya tardado tanto en elaborarse, se debe precisamente a la dificultad de hacer explícita la lección común y esencial contenida en esas dos conquistas, a saber, que la ley de la Dinámica clásica lleva en sí misma el postulado de la existencia de sistemas de referencia privilegiados para el movimiento. La revolución relativista era lo único que podía superar esa dificultad.

Varias obras de finales del siglo XIX anuncian las primeras discusiones, que darían lugar a esa revolución:

Barré de Saint-Venant; "Principios de Mecánica fundados en la Cinemática", año 1851. Se niega a considerar las nociones de masa y de fuerza si no es como nociones derivadas.

Reech; "Curso de mecánica", año 1852. Al contrario que Barré, hace de la fuerza una noción primera.

Andrade; "Lecciones de Mecánica Física", año 1898, en la misma línea que Reech, intenta perfeccionar un método de la que se ha llamado la Escuela del hilo, en el que se supone la existencia de un sistema de referencia en que todos los puntos materiales ejercen, unos sobre otros, acciones recíprocas equivalentes dos a dos.

Ernst Mach (1838–1916), uno de los críticos más lúcidos de fines de siglo, en su "Mecánica", año 1883, razona que en principio hay que considerar en todo instante todas las masas como situadas en interacción. Y como también es imposible traducir esta consideración de un modo práctico, la aplicación de la ley fundamental de la Mecánica clásica supone aproximaciones, y nada permite afirmar que en la cadena de consecuencias no vayan a presentarse dificultades que impongan la revisión de los principios mismos.

Sin desprestigiar el valor práctico del sistema clásico, H. Herz, en su "Principios de la Mecánica expuestos en una nueva conexión", Leipzig, año 1894, intenta construir un edificio más perfecto desde el punto de vista lógico y formal.

Henri Poincaré, y Pierre Duhamel, realizan, con tesis distintas, un examen crítico a los principios newtonianos. Las tesis de Poincaré influyeron profundamente en la joven generación científica de fines de siglo.

El experimento de Michelson (consistente en estudiar la propagación de dos rayos luminosos procedentes de un mismo haz, utilizando el interferómetro) de 1881, repetido con la colaboración de Morley en 1887, y su interpretación por Lorentz en 1895, sitúan el origen de las teorías relativistas en la época misma cuyo malestar acabamos de mostrar. Pero la historia de esas teorías pertenece propiamente a nuestro siglo, y exige un tratamiento separado. La verdadera conclusión del siglo XIX en el dominio de la Mecánica es precisamente esa constelación del malestar y las incertidumbres nacidas de la utilización misma de los principios clásicos, y del presentimiento de una novedad radical, aparentemente.

La profunda crítica de las medidas de longitud y duración que precisa el verdadero carácter físico del vínculo establecido por el principio de relatividad entre el espacio y el tiempo; el tratamiento matemático de las cualidades que el punto de vista relativista sitúa o vuelve a situar necesariamente en el lugar de las cantidades de la Ciencia clásica; la importancia decisiva dada a la noción de energía por los esquemas ondulatorios, son otras tantas conquistas que sólo han podido cosechar después de los trabajos de Albert Einstein.

Al llegar a nuestro siglo, el siglo XX, se producen en sucesión una serie de acontecimientos y avances importantes, que hacen progresar todas las ciencias, y las nuestras en particular, y que demuestran que el techo de las investigaciones no se alcanza jamás, sino muy al contrario, animan al hombre a continuar en su empeño de avance. Nos referimos, en concreto, a:

a) La publicación de libros excelentes en nuestras ramas específicas, tratando sobre todo de las modernas teorías de elasticidad y plasticidad y de métodos de cálculo cada vez más idóneos.

b) El desarrollo de máquinas, instrumentos y técnicas de ensayo de materiales, junto con el ensayo de nuevos materiales. En concreto, debemos citar el hormigón armado, que tanto desarrollo cobra en este siglo, junto con los aceros, los perfiles laminados, aluminio, plásticos, etc., todos ellos revolucionarios y aún en proceso de mejoramiento y avance.

c) El método de distribución de momentos; el estudio más profundo de la resistencia a la rotura y comportamiento plástico. En 1930 el norteamericano Cross da a conocer su método de cálculo de estructuras

reticulares hiperestáticas.

d) La aparición de la revolucionaria teoría de la relatividad de Einstein, que tanto conmocionó toda la Mecánica clásica y racional.

e) También en el estudio de las cimentaciones de los suelos se está avanzando a pasos rápidos; se conocen mejor los repartos de tensiones en el suelo y sus distintas características. Aparece la rama de la "Mecánica del suelo", cuyos principales fundamentos ha desarrollado el profesor Terzaghi.

f) Y, finalmente, y quizás el no menor de todos los citados, la aparición de las calculadoras y el actual imperio creciente de los ordenadores, que está constituyendo un formidable aporte al análisis y diseño en la práctica profesional, hasta el extremo de hacer posible utilizar teorías clásicas, aunque para ello sea necesario resolver un elevado número de ecuaciones simultáneas: importa ya más la sistematización, que la simplificación; ya no se busca simplificar los métodos operatorios, puesto que el ordenador calcula en tiempos ínfimos, sino metodizarlos, organizarlos de manera repetitiva; los métodos matriciales se van imponiendo cada vez más y son el futuro de todas las ciencias aplicadas, del Cálculo de Estructuras sobre todo.

Muchos son los científicos que han impulsado la nueva mecánica de nuestro siglo, dando pie a dos grandes revoluciones; la de 1905 (Relatividad restringida), provocada por Einstein, a la de 1923 (Mecánica ondulatoria), debida principalmente a Schrödinger. Contrariamente a lo que sugerían las revoluciones de comienzos de siglo, la Mecánica de tipo clásico no es hoy una disciplina agotada. El haber tropezado en este siglo con más paradojas que el total de cuantas había conocido en siglos pasados, le ha servido para adquirir una mejor conciencia de sus límites, de la naturaleza de su método, sin comprometer su esencia. Sin duda se ha convertido en la cantera donde los más modernos recursos de las Matemáticas se conjugan con los de numerosas técnicas experimentales de todos los órdenes. Sin duda, el tiempo de los absolutos de tipo newtoniano ha concluido, y los fundamentos no quedan ya asegurados mediante una metafísica simplista.

Pero en su nueva elaboración axiomática, profundamente marcada por la Relatividad general, esta Mecánica conserva los trazos característicos de la Mecánica clásica. Trabaja sobre los mismos objetos, de los que además estudia la estructura con una mayor precisión, sigue las sugerencias de la experiencia, proyecta sobre sus problemas la creciente luz del razonamiento matemático y extrae del análisis los materiales útiles para perfeccionar los conceptos abstractos. Pero la Mecánica clásica no ha finalizado su desarrollo y sigue siendo para las otras ramas de la Física a la vez una encrucijada y un modelo privilegiado. Posteriormente en el año 1877 es creado el Fonógrafo. Utilizando un cilindro de estaño como disco, Thomas Alva Edison, en Estados Unidos, grabó y reprodujo la canción de cuna María tenía un corderito. En 1888, Emile Berliner, un emigrante alemán residente en Washington, inventó el tocadisco de plato o gramófono.

En el 1879 Thomas Edison mantuvo encendida durante trece horas y media la primera ampolla o bombilla eléctrica con filamento incandescente, en Nueva Jersey (Estados Unidos).

El primer refrigerador doméstico mecánico lo fabricó el ingeniero alemán Karl von Linde, modificando un modelo industrial que había diseñado seis años antes para una fábrica de cerveza.

En los años 1885 se inventa el primer Automóvil a gasolina. Karl Benz, inventor realizó un recorrido de prueba en Mannheim (Alemania) el cual demostró que el automóvil funciona con éxito.

Rudolf Diesel en 1893 inventa el Motor diesel y se caracteriza porque se enciende por el calor del aire comprimido en vez de la chispa eléctrica que utilizan otros motores. La mayoría de los camiones y buses lo usan.

En 1894 se instaló como una diversión en el muelle de Coney Island. La primera escalera mecánica (ascensor

inclinado), la cual fue diseñada por el empresario neoyorquino Jesse W. Reno. Los primeros modelos eran básicamente cintas móviles y no tenían escalones

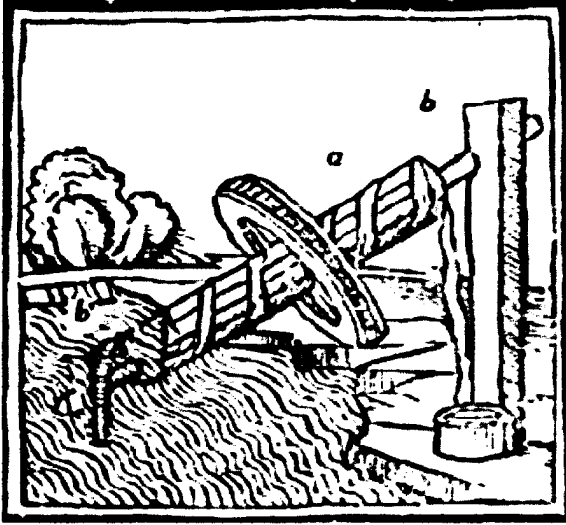
En el año 1895 Guglielmo Marconi realizó una demostración de comunicación con un radio, años después inventa el sistema de telégrafo sin hilos enviando una señal inalámbrica (sin usar cables) desde su jardín hasta un campo que se encontraba a tres kilómetros de distancia.

Conclusión

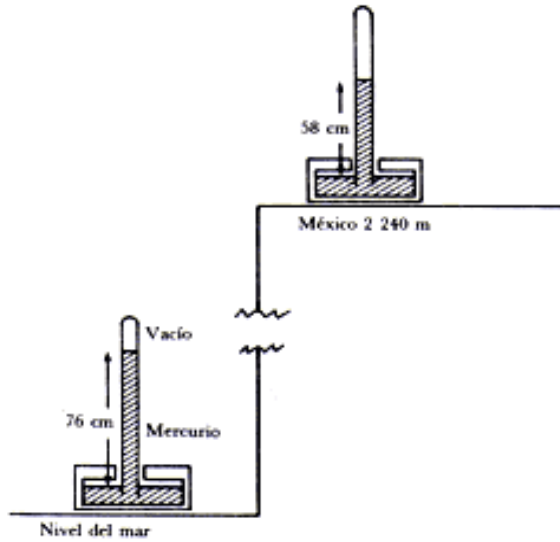
A lo largo de los años la mecánica ha experimentado muchos avances técnicos que han ampliado las fronteras del conocimiento tecnológico. Durante el siglo XX estuvo marcado por el desarrollo de la física como ciencia capaz de promover el desarrollo tecnológico. A principios de este siglo los físicos consideraban tener una visión casi completa de la naturaleza. Sin embargo, pronto se produjeron dos revoluciones conceptuales de gran calado: El desarrollo de la teoría de la relatividad y el comienzo de la mecánica cuántica. Estos aportes científicos permitieron ir expandiendo el saber de las ciencias y cada día los hombres de ciencia enfrentan un reto cada vez mayor para desembrollar las mas complejos que nos prepare el futuro.

ANEXOS





Tornillo de Arquímedes. Primitiva bomba hidráulica, que en la actualidad ha encontrado aplicaciones en plantas industriales.



Torricelli descubrió el barómetro. En este aparato la columna de mercurio cambia según la altura del lugar.

Leonardo da Vinci