



# Mecánica

**Victor J. Márquez R.**

Mérida, Marzo de 2017

*“La naturaleza y sus leyes permanecían ocultas en la noche;  
Dios dijo: “Hágase Newton” y todo fue luz.”*

Alexander Pope

# Índice general

Introducción

1

*“Es más importante tener belleza en nuestras ecuaciones que hacer que cuadren con el experimento.”*

Paul Dirac

# Introducción

La Mecánica estudia el movimiento de los cuerpos físicos en un rango amplio de escala. La Mecánica es una ciencia que estudia el conjunto de leyes físicas que determinan el movimiento de una partícula o un sistemas de partículas, dadas las condiciones iniciales del sistema.

La Mecánica tiene sus inicios en los griegos, quienes establecieron dos mil años atrás los fundamentos de las leyes de la palanca y de los fluidos en equilibrio estático, además de plantear los primeros modelos que intentaban describir el movimiento de los planetas. Sin embargo, la revolución de Copérnico (1473-1543) al plantear la teoría heliocéntrica que difería de la teoría geocéntrica planteada por los griegos, y el trabajo de Galileo (1564-1642) basado en demostraciones experimentales conllevó a que que las teorías no debían ser aceptadas sin pruebas rigurosas. Esta forma de observación del movimiento de objetos de Galileo basada en mediciones, respaldada incluso por medir cuánto tiempo tardaba un objeto en caer usando su propio pulso cardíaco, estableció una de las bases de una nueva forma de construir conocimiento, que luego sería llamado conocimiento científico.

La mecánica constituye la primera ciencia exacta, ya que además de ser conocimiento acumulativo que se apoyaba en antecedentes experimentales, como los datos de los movimientos celestes con gran exactitud hechos por Brahe (1546-1601) y luego interpretados por Kepler (1571-1630), y el trabajo de Galileo, contaba con la precisión y el determinismo de leyes matemáticas que Newton (1643-1727) publicaría más tarde en su *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. La gran mayoría de las aplicaciones de la mecánica puede fundamentarse directamente en las leyes del

movimiento de Newton formuladas a mediados del siglo XVII.

Más tarde, a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, se desarrollan e introducen dos formulaciones de la mecánica alternativas a las leyes de Newton, llamadas las formulaciones Lagrangianas y Hamiltonianas de la mecánica clásica, en honor a sus desarrolladores el matemático y astrónomo francés Joseph Louis de Lagrange (1736-1827) y el matemático irlandés William Rowan Hamilton (1805-1865). Tanto las formulaciones Newtonianas, como las formulaciones Lagrangianas y Hamiltonianas son válidas e incluso equivalentes, a diferencia de que éstas últimas manejan soluciones más simples a problemas complicados.

Hasta los inicios del siglo XX, se creía que la Mecánica Clásica podía describir correctamente cualquier tipo de movimiento. Sin embargo, al estudiar fenómenos que implican altas velocidades o altas energías, es decir, movimientos a velocidades cercanas a la velocidad de la luz; y al estudiar fenómenos a escala atómica o microscópica, surgen limitaciones en la Mecánica Clásica que impiden describir correctamente tales movimientos. Esto conllevó al desarrollo de dos extensiones de la Mecánica que fueron: la Mecánica Relativista basada en los trabajos de Einstein en 1905, y la Mecánica Cuántica, basada en los trabajos de Heisenberg y Schrödinger en 1925-1926.

La Mecánica Clásica estudia el movimiento de objetos basándose en el principio determinista que establece que, conocidas de forma exacta las condiciones iniciales de un sistema físico dado, es posible predecir con absoluta certeza el estado del sistema en cualquier otro instante de tiempo sin más que hacer uso de las ecuaciones del movimiento de Newton. No obstante, existen sistemas en la naturaleza que son extremadamente sensibles a cambios en las condiciones iniciales, y a pesar de que se conozcan las leyes que rigen tales sistemas, no es posible predecir su evolución a largo plazo. Estos sistemas poseen ecuaciones del movimiento no lineales. Esta limitación del concepto de predicción en sistemas deterministas, condujo al desarrollo de la teoría del Caos en las últimas décadas, trayendo consigo nuevamente un gran interés el estudio de algunos casos de la Mecánica Clásica que habían sido apartados por varios años, como por ejemplo, el problema de los tres cuerpos y el péndulo doble.

Entonces, podemos clasificar la mecánica de acuerdo a sus modelos matemáticos como: clásica, relativista y cuántica. Y según sus aplicaciones como: mecánica de medios continuos (sólidos y fluidos), mecánica estructural, mecánica celeste, dinámica

no lineal (caos) y biomecánica.

Este curso de Mecánica se basa principalmente en la comprensión de las leyes del movimiento de Newton y de sus aplicaciones, mientras que el curso de Mecánica Clásica se centra más en las formulaciones Lagrangianas y Hamiltonianas.

La mecánica Newtoniana está formulada en términos de cuatro conceptos: espacio, tiempo, masa y fuerza.

El escenario en el que se desarrolla la mecánica Newtoniana es un espacio tridimensional de la geometría, como fue descrito por Euclides, y donde las cosas cambian en un tiempo absoluto, es decir, el mismo para cualquier observador independientemente de su movimiento y de su ubicación en el Universo. Los elementos que interactúan en este escenario son partículas y las reglas de interacción entre estos elementos vienen dadas por las leyes de Newton. Dependiendo del contexto del fenómeno que se esté estudiando, un cuerpo puede ser o no una partícula. Por ejemplo, cuando se estudia el movimiento de los planetas en el sistema solar, la Tierra puede ser considerada como una partícula cuya masa total se concentra en su centro geométrico.

En cuanto al tiempo, no hay una forma precisa de definirlo en el sentido del diccionario, sin embargo, cuando se estudia el movimiento de objetos, podemos considerar al tiempo como un parámetro que nos permite responder dos preguntas: ¿cuánto tardó? y ¿cuándo ocurrió cierto fenómeno físico? Y ya que estas preguntas son fundamentales al estudiar cualquier tipo de movimiento, el tiempo es considerado una magnitud física fundamental. Cualquier fenómeno que se repita a si mismo puede utilizarse como una medición del tiempo, como por ejemplo, la oscilación de un péndulo, la rotación de la Tierra sobre su propio eje, las vibraciones de los átomos, etc.

La masa es una propiedad inherente de una partícula, como la carga eléctrica o como el spín en partículas subatómicas. Generalmente la masa se define como la cantidad de materia que posee un cuerpo (átomos y moléculas) o equivalentemente de energía en reposo, pero en Física puede definirse también como una propiedad de un objeto que especifica cuánta inercia posee. Más adelante, al introducir las leyes de Newton del movimiento, se especificará con mayor detalle esta propiedad. Es importante tener en cuenta que en el ámbito de la Mecánica Newtoniana, la masa es totalmente independiente de la velocidad.