

De Aristóteles a Newton

A todo dogma le llega su día.

H.G. Wells

La evolución de las ideas del mundo físico desde Aristóteles hasta Newton fue la transición del universo cerrado y pleno al universo abierto y vacío que habían vislumbrado los primeros atomistas griegos. Fue el transitar también de la asociación entre fuerza y velocidad, a la asociación entre fuerza y aceleración (o cambio de la velocidad); de concebir al universo como un ser vivo a entenderlo como un complejo mecanismo de relojería, con un funcionamiento preciso, y finalmente pasar de la descripción cualitativa al establecimiento de leyes expresables en exactas ecuaciones matemáticas.

Este camino se recorrió lentamente, con avances y retrocesos, en medio de confusiones y certezas, verdades incompletas y medias falsedades. Significó ir precisando las nociones de espacio, tiempo, velocidad y aceleración. Supuso también que, gracias a los aportes

de los artesanos e ingenieros europeos, se consolidara la idea de que la naturaleza es manipulable, que podemos no sólo observarla pasivamente, sino también prepararla para interrogarla y experimentar activamente con ella. Señalemos a vuelo de pájaro algunos de los pasos recorridos en este largo camino.

* La noción de impulso fue sugerida por Hiparcus y refinada por Philónus en el siglo II A.C. Durante la edad media se comenzaron a limar y a pulir las nociones de espacio y de tiempo. Hacia 1.400 ya se sabía que si un cuerpo se mueve con aceleración constante, entonces su velocidad aumenta uniformemente, y el espacio que recorre aumenta como el cuadrado del tiempo transcurrido. A estos resultados se había llegado mediante el uso de gráficas, precursoras del cálculo diferencial.

* William Ockham sugiere la existencia de fuerzas que actúan a distancia, sin necesidad de contacto entre los cuerpos.

* Hacia finales del siglo XV el francés Jean Buridan ya entiende la cantidad de movimiento de un cuerpo como una magnitud proporcional a su masa y a su velocidad y sabe que un cuerpo en caída libre aumenta su cantidad de movimiento en cantidades proporcionales al tiempo transcurrido.

* En 1500, Leonardo da Vinci enfatizó la idea de que los cuerpos que caen libremente tienen siempre la misma aceleración. Y más avanzado el siglo, el matemático belga Simón Stevinus experimentó dejando caer piedras de distinto peso y concluyó que su movimiento era independiente del peso. Este experimento, por cierto, se le atribuye erróneamente a Galileo.

* Johannes Kepler, a finales del siglo XVI se apoyó en precisas observaciones de su mentor Tycho Brahe, propuso tres leyes expresadas en forma matemática que describían el movimiento de los planetas en torno al sol.

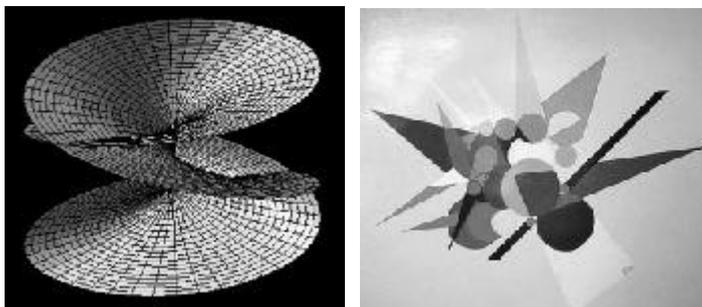
* Posteriormente, recién entrado el siglo XVII, el francés Pierre Gassendi, dejando caer objetos desde la punta del mástil de una barca en movimiento, observó que caían al pie del mástil, exactamente como si la barca no estuviese moviéndose. Comenzaba a sospecharse que la velocidad uniforme es irrelevante. El Principio de Relatividad de la velocidad comenzaba a tomar forma.

* Luego Jeremiah Horrocks, un religioso que sólo vivió 22 años, sostuvo que la luna se mueve alrededor de la Tierra siguiendo una elipse perturbada por el sol, y sugirió que los planetas se perturban unos a otros, en una clara anticipación a la ley de gravedad universal.

* A comienzos del siglo XVII, la mente descomunal de Galileo sistematizó gran parte de los descubrimientos medievales acerca del espacio, el tiempo y el movimiento. Corroboró que los cuerpos que se mueven sin influencia alguna mantienen constante su cantidad de movimiento, mientras que los que caen libremente están sometidos a una aceleración constante. Mostró también que el período de un péndulo depende de su longitud y no del peso. Creyó erradamente que la ley de inercia se aplicaba al movimiento circular, o dicho en otras palabras, no supo percibir que un cuerpo que se mueve siguiendo un círculo está acelerado. Aunque fue el primero en usar el recién descubierto telescopio con fines científicos y realizó importantes descubrimientos astronómicos en nuestro sistema solar, su física se centra en experiencias terrestres. No consideró las leyes de Kepler ni teorizó acerca del movimiento planetario, salvo para sustentar la concepción de Copérnico de un sol fijo alrededor del cual giran los planetas, contraviniendo el dogma ptolemaico. Declaró de modo tajante que tanto el mundo celestial como el sublunar eran físicos, contribuyendo así a la progresiva desacralización de los cielos. Como es sabido, estas actitudes lo llevaron a un conflicto con la iglesia católica, y bajo amenaza de tortura debió retractarse y abjurar del sistema heliocéntrico. Fue “perdonado” oficialmente por la iglesia en

noviembre de 1992, luego de 13 años de deliberaciones, probablemente como homenaje a los 350 años de su muerte.

* René Descartes fue heredero de la tradición medieval según la cual la naturaleza aborrece el vacío. Descartes postulaba una distribución continua de materia con remolinos causantes de las fuerzas que impulsaban a los planetas. Hizo una contribución decisiva al combinar la geometría con los métodos del álgebra, lo que permitió etiquetar los puntos del espacio a través de números, creando lo que hoy conocemos como geometría analítica, herramienta que tan útil resultó para las innovaciones que habría de proponer Newton. Descartes percibió claramente que el movimiento que no es rectilíneo y uniforme es acelerado, de modo que la ley de inercia en la forma en que hoy la conocemos, se la debemos a él.



* Posteriormente Christian Huygens mostró que un cuerpo que describe uniformemente una trayectoria circular está sometido a una aceleración hacia el centro del círculo y cuyo valor es V^2/R , donde V es la velocidad del cuerpo y R es el radio del círculo.

* Los contemporáneos de Newton, Robert Hooke, Christopher Wren y Edmund Halley, esbozaron cualitativamente lo que Newton explicaría después de forma cuantitativa: que un

cuerpo viaja con una velocidad constante cuando no está sometido a fuerza alguna que lo desvíe de su estado natural. Lo que explica que como los planetas no se mueven en línea recta sino que orbitan alrededor del sol, están continuamente halados por una fuerza hacia éste.

Para Hooke era intuitivamente claro que la naturaleza de la fuerza que gobierna al sistema solar era la misma que hace que las cosas caigan sobre la Tierra. Y Halley se preguntaba cuál sería la trayectoria de un cuerpo sometido a una fuerza del inverso del cuadrado de la distancia. Sólomente un hombre en el mundo tenía todas esas respuestas.