

Galileo Galilei

Jorge Vargas

En el comienzo del siglo diecisiete hubo dos astrónomos que contribuyeron notablemente al crecimiento de la matemática y la física, a saber el italiano Galileo Galilei y el alemán Johann Kepler.

Galileo fue hijo de un empobrecido noble Florentino, nació en Pisa en 1564 el día que Miguel Angel falleció en Florencia, ciudades que distan dos horas de tren. A los diessiete años, sus padres lo enviaron a estudiar medicina a la Universidad de Pisa. Todo científico tiene un momento en la vida donde se dá cuenta de la capacidad de su mente. Por ejemplo, el matemático argentino Alberto P. Calderón describe este momento en su artículo: Reflexiones sobre el aprendizaje y enseñanza de la matemática, Revista de Educación Matemática, FAMAFA, Vol. 1, 1987. Para Galileo este momento ocurrió mientras escuchaba misa en la Catedral de Pisa. En cierto momento se sintió atraído por el movimiento pendular de una gran lámpara suspendida en el techo. Para que la lámpara iluminara mejor se se la jalaba hacia un costado para luego soltarla. En ese momento Galileo se dio cuenta que la lámpara oscilaba con amplitud decreciente. Usando su pulso como reloj, (los únicos relojes conocidos hasta entonces eran los de arena y los grandes relojes en catedrales) encontró que el período de oscilación de la lámpara es independiente de la longitud del arco de oscilación. Para corroborar su observación, realizó experimentos con péndulos y entonces descubrió que la oscilación del péndulo no depende de la masa de la bolita que lo conforma y que por ende sólo depende de la longitud del péndulo. Para demostrar que sus observaciones experimentales eran verdaderas en general, comenzó a estudiar física y matemática, la matemática de ese momento era esencialmente: geometría euclideana, la teoría de las cónicas, proporcionalidad directa e inversa y no mucho más, en particular la notación simbólica que aprendemos en la escuela media para resolver problemas no era conocida, ni tampoco el hecho de expresar una incógnita por letras, ni tampoco las coordenadas cartesianas, aparentemente se debe a Descartes 1596-1650 la creación de estos dos notables hechos de la ciencia matemática. Todo esto lo llevó a solicitar permiso a sus padres para modificar el curso de sus estudios, el cual le fue otorgado y allí comienza su formación en física y matemática. A la edad de 25 años es nombrado docente de la Universidad de Pisa, en esa época comienza sus investigaciones que culminaron con sus descubrimientos sobre las leyes de

caída de los cuerpos. En particular, descubrió experimentalmente, que si se tiran dos cuerpos metálicos desde la torre de Pisa, aunque los cuerpos tengan peso distinto llegan al suelo practicamente en el mismo momento. Esto tuvo consencuencias muy importantes para el desarrollo de la ciencia, porque por primera vez, alguien, antes de formular una afirmación acerca de la naturaleza verificó experimentalmente sus aseveraciones, la creencia hasta ese momento, sustentada por los escritos de Aristóteles era que si se permite caer cuerpos de distinto pesos, desde una misma altura arriban al suelo en tiempos distintos y el tiempo depende del peso. Con sus conocimientos matemáticos demostró que la distancia que viaja un cuerpo en caída libre en t segundos es $d = gt^2/2$ y por consiguiente demostrando en forma matemática lo que había comprobado experimentalmente. Esto provocó que todos los docentes que hasta ese momento enseñaban las teorías de Aristóteles, percibieran que algo no muy agradable estaba sucediendo y comenzaron a generar un ambiente de incomodidad para Galileo. Hasta ese momento nadie habia osado criticar los escritos de Aristóteles y en especial usando razonamientos. Esta incomodidad le llevó a renunciar al cargo en 1591. El año siguiente aceptó un cargo de profesor en la Universidad de Pádova. Allí trabajó por diessicocho años y se ganó con los trabajos que desarrolló, el reconocimiento de toda Europa. Alrededor de 1607 Hans Lippershey de Holanda descubrió que si se mantienen dos lentes separadas unos centímetros y se observan objetos a través de ellos los objetos se ven de mayor tamaño, para facilitar las cosas las colocaron en un tubo inventando así el telescopio. En 1609, Galileo se enteró de la existencia del telescopio, con sus concimientos de óptica y habilidad de cálculo, mejoró la calidad del telescopió, aquí quedó evidenciada la habilidad de Galileo como artesano, pues construyós cinco telescopios. El último fue de 30 diámetros. En 1610, comenzó a observar el cielo con su telescopio y así descubrió que cuatro estrellas cercanas a Jupiter cambian de posición al paso de los días, probando así la existencia de satélites de Jupiter. Esto también le mostró por primera vez un ejemplo concreto de modelo de sistema planetario y le permitió corroborar experimentalmente que las teorías de Copernico tenían asidero, en particular la que afirmaba que objetos pequeños giran alrededor de objetos grandes. Con el telescopio, Galileo observó las manchas solares, la existencia de montañas en la luna, las fases de venus y los anillos de Saturno. En base a sus observaciones y cálculos descubrió la precesión y la nutación de la luna. Estos descubrimientos le generaron mayor fama, pero tambien más enemigos, principalmente

entre los docentes, porque les cambiaba lo que debían enseñar ya que sus afirmaciones o contradecían a Aristóteles. En 1633 publicó un libro que defendía las ideas de Copérnico, por supuesto su defensa se fundaba en la razón y no en la afirmación de los aristotélicos de que lo escrito por Aristóteles es una verdad que no requiere justificación alguna. A Galileo debemos el espíritu moderno de ciencia a saber: hay una armonía entre experimento y teoría. Un ejemplo concreto de esta armonía es sus experimentos sobre la caída de los cuerpos y la posterior derivación matemática de la fórmula que calcula la distancia que viaja un objeto en caída libre, en función del tiempo, posteriormente estos trabajos permitieron a Newton construir la mecánica Newtoniana que aprendemos en la escuela media. Otro descubrimiento de Galileo fue la que la trayectoria de un proyectil en el vacío es parabólica y especuló sobre leyes de los momentos. También perfeccionó el microscopio, al parecer le mostraron uno en el Vaticano y entonces comenzó a pensar como mejorarlo, logrando así contribuir al desarrollo tecnológico de toda Europa. También inventó el compás de sectores. En matemática, contribuyó a la teoría de cardinales, esta parte del conocimiento matemático recién continuó su desarrollo a mediados del siglo pasado por Cantor, Peano y otros; según los Aristotélicos era imposible encontrar dos conjuntos, uno parte del otro, con el mismo número de elementos, por cierto para el caso de conjuntos finitos esta afirmación es correcta, para refutar estas ideas sobre el infinito imaginó el experimento siguiente: imaginemos dos ruedas concéntricas y que la rueda mayor se desliza sin derrapar hasta que el punto A llega a B (distancia de A a B es exactamente la longitud de la circunferencia mayor), según los aristotélicos un punto de la circunferencia interior se ha desplazado exactamente su longitud, Galileo dice, observemos que ambos segmentos tienen la misma longitud, por lo consiguiente ambas circunferencias tienen la misma longitud. (Demostrar que no...). Otra afirmación de Galileo para mostrar la contradicción de las ideas de Aristóteles sobre el infinito, demostrada en base a los conocimientos de la época, es que el número de cuadrados es igual al número de números (recordar que en ese momento no existían los números negativos), en otras palabras demostró que la función $x \rightarrow x^2$ es una biyección entre los naturales y los cuadrados de los naturales.

Calculó tablas sobre la revolución de los satélites de Júpiter y propuso una técnica, basada en los frecuentes eclipses que formaban para calcular la longitud en el mar, esta idea no tuvo mucha aplicación práctica. Recordemos que hasta casi fines del siglo desisiete los marinos no sabían calcular

la longitud que se habían desplazado.... Sus observaciones sobre las manchas solares le permitieron demostrar que la tierra gira alrededor del sol y la revolución de la tierra (Ejercicio completar los detalles). Estaba convencido que la luz tiene velocidad finita pero muy alta. Estableció la mecánica como ciencia. Fue el primero en describir el concepto de fuerza y agentes mecánicos. Sus observaciones sobre el efecto de las fuerzas en la dinámica permiten decir que conocía bastante bien lo que posteriormente descubrió Newton. Probablemente, le faltó el aparato matemático que Newton creó para describir las leyes llevan su nombre, este aparato es el Cálculo diferencial. Galileo fue el primer hombre que percibió que matemática y física se alimentaban una a la otra y no como hasta entonces se creía que eran dos compartimentos estancos. Un ejemplo concreto de esto es la derivación matemática de la ley de caída de los cuerpos). Esto le permitió unificar en el análisis objetos celestiales y terrestres generando una teoría común a ambos, destruyendo lo que hasta entonces era una verdad: hay una distinción entre el mundo de arriba y el mundo de abajo. Fue un gran precursor de lo que posteriormente ha permitido encarar con éxito los grandes problemas tecnológicos de la humanidad, para resolver problemas se debe abstraer, pues así se observa lo esencial para su solución. Fue un convencido de que toda ley que se formule debe tener un asidero experimental, y esto lo ejemplifico con sus descubrimientos sobre la caída de cuerpos en planos inclinados. Galileo definió el concepto de momento. Otras contribuciones que tuvieron amplia repercusión por sus aplicaciones prácticas son: el equilibrio de un fluido en un sifón y calcular condiciones para que cuerpos sólidos puedan flotar en líquidos. Esto lo descubrió en forma teórica usando el concepto de velocidad virtual (Ejercicio, hacerlo). En 1607 construyó un termómetro de aire.

Como parte de su defensa ante el juicio de la inquisición Galileo dijo: Señores yo no estoy descubriendo un nuevo mundo como me acusais, todo lo que hago es observarlo y describirlo con mayor cuidado que nuestros predecesores.

La autoridad de miles no dá superioridad a los razonamientos correctos de una persona.

Era un gran master en el manejo del idioma italiano. Tuvo discípulos, entre ellos: Torricelli y Viviani. Falleció en enero de 1642, el año que nació Isaac Newton.

Bibliografía

Enciclopedia Britanica.