

LICEO FRANCISCANO
Núm 210 (enero-junio 2018), págs 47-53
e-ISSN.: 2530-917X
D.L.: C755-2003

Historia, arte y patrimonio

**EL GENIO ESPAÑOL QUE COMPRENDIÓ LA
CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS Y ANTICIPÓ
EL CONCEPTO DE MASAS: DOMINGO SOTO**

→ Jorge Mira Pérez*

* Departamento de Física Aplicada • Universidade de Santiago de Compostela
jorge.mira@usc.es

EL GENIO ESPAÑOL QUE COMPRENDIÓ LA CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS Y ANTICIPÓ EL CONCEPTO DE MASAS: DOMINGO SOTO

RESUMEN

La figura de Domingo de Soto es relevante en la Iglesia del siglo XVI, pero lo que no es tan conocido son sus contribuciones pioneras a la física. Sus acertadas reflexiones sobre la caída libre de los cuerpos y el concepto de masa aportaron un cambio cualitativo, que pudo haber influido más tarde en el pensamiento de grandes figuras de la historia de la ciencia.

Palabras clave: física, caída libre, masa, Domingo de Soto, Galileo Galilei

SUMMARY

The figure of Domingo de Soto is relevant in the Church of the XVI century, but what is not so well known are his pioneering contributions to physics. His accurate reflections on the free fall of bodies and the concept of mass contributed to a qualitative change, which could have later influenced the thinking of great figures in the history of science.

Keywords: Physics, free fall, mass, Domingo de Soto, Galileo Galilei

Recibido/Received: 31/01/2018

Aceptado/Accepted: 16/04/2018

La mecánica, la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos, es una de las columnas vertebrales sobre las que se asienta el progreso y, por lo tanto, tiene una de las historias más largas de todas las disciplinas de la ciencia. Dentro de ella, la caída libre de los cuerpos merece un capítulo destacado, por ser una experiencia a la que está sometido continuamente el ser humano.

Pese a su aparente simplicidad, no es desde luego un problema fácil y, de hecho, aún hoy se realizan experimentos de lo más sofisticado sobre caída libre (como el realizado a finales de 2017 por el satélite MICROSCOPE) para probar los límites de la Teoría de la Relatividad General de Einstein.

La presencia de la atmósfera hace que dos cuerpos de exactamente igual forma y tamaño, pero de diferente densidad, caigan de modo diferente. En el proceso de caída se establece una fuerza de rozamiento que se incrementa con la velocidad del cuerpo en cada instante. Cuando esa velocidad de caída es tal que la fuerza de rozamiento iguala el valor del peso, la fuerza neta sobre el cuerpo se hace cero y a partir de ese momento, al cesar la aceleración, la caída continúa con velocidad constante, llamada velocidad límite. Dado que el cuerpo de mayor densidad pesa más, la velocidad límite necesaria para conseguir una fuerza de rozamiento que cancele el peso será mayor, así que el cuerpo más denso llegará al suelo antes (o sea, con mayor velocidad) que el menos denso. Que lo más pesado caiga más rápido fue, por tanto, lo evidente para un científico hasta el siglo XVII.

49

La ciencia hasta esa época había estado sometida a muchas limitaciones, y la mera expresión de las leyes de la mecánica era una de ellas. Aunque para nosotros sea ahora obvio expresarlas en lenguaje matemático, llegar a ese punto implicó una sufrida evolución. Se le atribuye a Thomas Bradwardine (c. 1290-1349), Arzobispo de Canterbury y uno de los principales estudiosos de la dinámica de los cuerpos en la Edad Media, el haber dado uno de los primeros pasos hacia un lenguaje matemático en su obra

De proportionibus velocitatum in motibus (1328), en la cual expresaba una relación entre velocidad de un cuerpo y resistencia al movimiento que se separaba de la indicada por Aristóteles¹.

En ese contexto vivió Domingo de Soto (Segovia, 1494 – Salamanca, 1560), fraile dominico y profesor de teología en la Universidad de Salamanca. Una de las grandes mentes de la historia de nuestro país y como tal fue reconocido en vida. Seguramente por eso Carlos V lo envió al Concilio de Trento como teólogo imperial e incluso lo nombró su confesor. Como cabe suponer, su capacidad de influencia era alta, demostrada, por ejemplo, en la defensa de los indios, en la línea de Bartolomé de Las Casas.

Como culminación de ese prestigio le llegó el ofrecimiento del obispado de Segovia, que él rechazó. Lo suyo era el mundo académico, con notables incursiones en multitud de campos: teología, derecho (está considerado, con Francisco de Vitoria, cofundador del derecho internacional moderno), lógica, filosofía, economía, etc. Y también en la física. Seguidor de la obra de santo Tomás de Aquino, su vía de contacto con ella le llegó, cómo no, a través de la física y la lógica aristotélica.

50

Pero su rol en la historia de la ciencia quedó completamente oscurecido con el paso del tiempo, algo increíble para un científico de hoy en día, cuando el deseo de marcar la prioridad en un descubrimiento científico y ser reconocido públicamente como un pionero son principios motores claves de su actividad.

Galileo Galilei (1564-1642), padre de la ciencia moderna, lo fue también de la actitud de avidez en el marcado del territorio de los méritos propios y la condición de primero en pisar tierra incógnita en la ciencia. Antes de él, no regía esa ansia por poseer la prioridad de un hallazgo científico, y por eso el panorama de la historia de la ciencia aparece difuminado del siglo XVI hacia atrás, al menos fuera del ámbito de los expertos.

Solo así se entiende que en España no sea de conocimiento público que Domingo de Soto haya sido uno de los principales precursores de la mecánica moderna² con una idea capital: «cuando un grave cae a través de

¹ E. D. SYLLA, «Medieval dynamics»: *Physics Today* 61 (2008) 51-56.

² P. DUHEM, «Dominique de Soto et la escolastique parisienne»: *Bulletin Hispanique* 12 (1910); 13 (1911); 14 (1912). A. KOYRÉ, *History of Science*, Basic Books (ed. R. Taton, trad. J. Pomerans), New

un medio homogéneo desde una altura, se mueve con mayor velocidad al final que al principio [...], pero además [su velocidad] se incrementa de un modo uniformemente disforme»³. Y no solo eso, sino que además llegó a la conclusión de que la Tierra es quien mueve los cuerpos en caída libre, incluso sin estar en contacto con ellos.

Ambas ideas pueden parecer simples desde la arrogancia de un lector del siglo XXI, pues para nosotros es trivial que los cuerpos caigan al suelo por causa de la fuerza de gravedad que ejerce la Tierra sobre ellos, una fuerza que tira, a *distancia*, de cualquier masa hacia abajo, proporcionándole una aceleración constante.

Pero debemos recordar que estas dos ideas, de la cuales es deudora la sociedad en la que vivimos, no llegaron a formar parte del saber científico hasta el siglo XVII. Por un lado, Galileo fue en 1609 la primera persona en comprobar que un cuerpo en caída libre se mueve con aceleración constante. Por otra, Newton (1642-1727) tuvo el gran privilegio de ser el primero en atisbar, en 1666, la *Ley de la Gravitación Universal*⁴, asentada en la idea de una fuerza a *distancia* que tiene en la masa de los cuerpos su único origen. El adjetivo «universal» implicaba también que la mecánica que regía los movimientos del mundo terreno era la misma que regía los movimientos del mundo celeste.

51

Es posible que el lector que llegue hasta aquí empiece a estar invadido de un cierto estupor: «¿estamos diciendo que Domingo de Soto intuyó las ideas centrales de Galileo y Newton?».

Pues efectivamente sí, tal y como este egregio fraile segoviano escribió en sus *Quaestiones* (1545) sobre los ocho libros de física de Aristóteles⁵. Allí desveló que la distancia cubierta por un cuerpo en caída libre podía ser obtenida con el llamado teorema de la velocidad media para el movimiento constante acelerado (*uniformiter disformis*), que fuera formulado en el siglo XIV por los *Calculatores* de Merton College (germen de la Universidad de

York 1964.

³ W. A. WALLACE, «The Enigma of Domingo de Soto: Uniformiter Disformis and Falling Bodies in Late Medieval Physics»: *ISIS* (1968) 384-401.

⁴ I. NEWTON, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1987).

⁵ D. DE SOTO, *Quaestiones Super Octo Libros Physicorum Aristotelis*, 1545 y 1551 (1ª edición), 1572 (3ª edición).

Oxford), entre ellos Thomas Bradwardine⁶. El teorema venía a decir que si, por ejemplo, dejamos caer un cuerpo (velocidad inicial igual a 0) y al llegar al suelo lleva una velocidad final de 10, la distancia recorrida será la misma que si va con una velocidad constante igual a la media de esos dos extremos (la velocidad media entre 0 y 10 es 5). Aquí tenemos la primera de las proezas intelectuales de De Soto: al hacer tal afirmación, estaba diciendo que el proceso de caída libre de un cuerpo sucede con aceleración constante, que es el resultado obtenido experimentalmente por Galileo en 1609.

¿Y qué sucede con la idea newtoniana? De Soto definió el concepto de *Resistencia Interna* como algo diferente tanto de la resistencia al movimiento de Aristóteles como de la usada por Bradwardine. Estos dos recogían básicamente la idea intuitiva de que un cuerpo, al moverse, sufre la resistencia del aire, que tiende a frenarlo.

De Soto dio el gran paso cualitativo y concibió esta resistencia interna como a) algo intrínseco al cuerpo (en contraposición a la extrínseca de Aristóteles, que era debida al aire), b) proporcional a su peso y c) de una naturaleza que implicaba que, a mayor resistencia interna, mayor capacidad de recibir ímpetu de una fuerza.

52

Para decirlo más claramente, estas ideas, todas acertadas, son un obvio preludio del concepto central newtoniano de la masa inercial, tal y como señalan Pérez-Camacho y Sols-Lucía⁷. Estos autores destacan que De Soto afirmó que, en el movimiento de un cuerpo en el vacío (donde no hay resistencia extrínseca al movimiento), la velocidad se incrementa de un modo proporcional al tiempo, inversamente proporcional solo a la resistencia interna, y proporcional a la fuerza externa que actúa sobre él. Es decir, De Soto habría establecido que los cuerpos en caída libre caen al vacío con la misma velocidad en movimiento uniformemente acelerado, independientemente de su resistencia interna; alumbrando nuevamente una de las ideas que años más tarde harían inmortal a Galileo.

De todos modos, un análisis más profundo de los textos de De Soto nos lleva a considerar que en realidad él no postuló una relación de proporcionalidad directa, sino una relación logarítmica, en la idea de Brad-

⁶ E. D. SYLLA, «Medieval dynamics»: *Physics Today* 61 (2008) 51-56.

⁷ J. J. PÉREZ CAMACHO – I. SOLS-LUCÍA, «Domingo de Soto en el origen de la ciencia moderna»: *Revista de Filosofía* (Univ. Complutense) 12 (1994) 455-476.

wardine⁸. Pero posiblemente intuyó que, en ausencia de aire, dos cuerpos caerían igual de rápido independientemente de su peso; toda una hazaña, dado que, ¿a quién le podía caber eso en la cabeza en aquel momento? Por entonces parecía evidente que los cuerpos más pesados tenían que caer más rápido (eso es lo que nos dicta la experiencia diaria, con movimientos hechos siempre en rozamiento con el aire).

Tales ideas son un adelanto de la revolución galileana, un paso cualitativo en la línea que comienza en la física de Aristóteles y culmina en la newtoniana, y debieron tener influencia en científicos posteriores. Parece obvio el influjo de esta *Resistencia Interna* en la *Resistenza Interna* de Galileo, preludio del concepto de masa que cerraría Newton. De hecho, Galileo estaba al tanto del trabajo de De Soto, a quien menciona en su *Tractatus de Elementis*⁹. El nexa posiblemente venía a través de los discípulos del segundo, que enseñaron en el Colegio Romano (hoy Pontificia Universidad Gregoriana de Roma) al que asistió el alumno Galileo Galilei. Este probablemente debió quedar asombrado la primera vez que percibió la profundidad de la inteligencia de aquel fraile dominico segoviano, a quien la historia de la ciencia acabaría olvidando injustamente.

⁸ W. A. WALLACE, a.c., 384-401. J. MIRA, «Domingo De Soto, early dynamics theorist»: *Physics Today* 62 (2009) 9-10.

⁹ W. A. WALLACE, *Domingo De Soto and the Early Galileo: Essays on Intellectual History*, Ashgate, Aldeshot 2004.

