

Daimon. Revista Internacional de Filosofía, en prensa, aceptado para publicación tras revisión por pares doble ciego.

ISSN: 1130-0507 (papel) y 1989-4651 (electrónico)

<http://dx.doi.org/10.6018/daimon.636401>

Licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España \(texto legal\)](#). Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista, editorial y URL de la obra); ii) no se usen para fines comerciales; iii) si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.

Domingo de Soto en el origen del principio de inercia

Domingo de Soto on the origin of the principle of inertia

AGUSTÍN LENCINA GUARDIOLA¹

Resumen: Este artículo explora la influencia de Domingo de Soto, teólogo y filósofo español del siglo XVI, en el desarrollo del concepto de movimiento inercial, una de las piedras angulares de la mecánica moderna. A través de un análisis detallado de las fuentes documentales y de la literatura crítica, en este artículo se argumenta que la doctrina sotiana de la *resistentia interna* anticipa el principio de inercia de Galileo Galilei. De este modo, la doctrina de la resistencia interna se configura como un paso intermedio, aunque no intencional por parte de Soto, en el abandono del movimiento natural aristotélico y la consiguiente adopción del movimiento inercial moderno. En definitiva, este hallazgo contribuye a la comprensión de la historia del principio de inercia y resalta la importancia de las ideas de Soto en el surgimiento de la Revolución Científica.

Palabras clave: resistencia interna, movimiento natural, principio de inercia, Domingo de Soto, Galileo Galilei, Revolución Científica.

Abstract: This paper examines the figure of Domingo de Soto, Spanish theologian and philosopher from the 16th c., regarding his influence in the development of the inertial motion concept, it being a cornerstone of modern mechanics. Through a thorough analysis of the consulted sources and of critical literature, this paper argues in favour of Soto's conception of *resistentia interna* foreshadowing Galileo Galilei's principle of inertia. Thus, the idea of internal resistance sets itself as an intermediate step towards the abandonment of natural Aristotelian motion and the consequent adoption of modern inertial motion, even if such attribution was not intention on Soto's behalf. To conclude, this finding contributes to the understanding of the history of the principle of inertia and highlights the importance of Soto's ideas in the arrival of the Scientific Revolution.

Keywords: internal resistance, natural motion, principle of inertia, Domingo de Soto, Galileo Galilei, Scientific Revolution.

Recibido: 04/11/2024. Aceptado: 02/12/2024.

¹ Graduado en Filosofía (UM), con un Máster Universitario en Investigación en Filosofía (MUIF). Investigador colaborador en el Grupo de Investigación *Nóesis*. Profesor de Filosofía en Educación Secundaria Obligatoria. Dirección de correo electrónico: agustin.lencina@murciaeduca.es. Línea de investigación: historia y filosofía de la ciencia.

Introducción

La figura de Domingo de Soto, teólogo y filósofo español del siglo XVI, ha sido tradicionalmente relegada a un segundo plano en la historia de la ciencia, a menudo ensombrecida por la brillantez de sus contemporáneos renacentistas. Sin embargo, investigaciones recientes han comenzado a reevaluar el papel, sin duda fundamental, de la obra de Soto en el nacimiento de la física matemática moderna. Estas investigaciones señalan, por lo general, que la mayor aportación de Soto a la historia de la física se encuentra en su cinemática, donde formula matemáticamente —sesenta años antes que Galileo— el principio del movimiento uniformemente acelerado. En este sentido, todos coinciden en señalar los aspectos revolucionarios de la cinemática sotiana, marginando así su dinámica, en cuyas formulaciones puede haber pasado inadvertido el germen intelectual del descubrimiento del principio de inercia.

El presente artículo tiene como objetivo general analizar la influencia de la dinámica de Domingo de Soto, en especial su doctrina de la *resistentia interna*, en el desarrollo del concepto de movimiento inercial, una de las piedras angulares de la mecánica moderna del movimiento. A través del análisis de las fuentes documentales y de un diálogo crítico con la literatura existente, se pretende demostrar que la obra de Soto contiene elementos que anticipan el principio de inercia, posicionándolo como un precursor intelectual de Galileo Galilei. Efectivamente, estos elementos suponen un paso intermedio, aunque no intencional por parte de Soto, en el abandono del movimiento natural aristotélico, y la consiguiente adopción del movimiento inercial moderno.

El cuerpo de este artículo se divide en cuatro partes. En la primera, se establece la metodología de investigación empleada. En la segunda, se considera aquello que atañe a la

dinámica de Soto, argumentando que su doctrina sobre la *resistentia interna* hace inevitable el planteamiento del principio de conservación del movimiento. En la tercera, se trata acerca de la comparación de las doctrinas físicas de Soto, Galileo y Newton, en busca de similitudes que apoyen el argumento central. En la cuarta, finalmente, se exponen sintéticamente las conclusiones más relevantes.

En definitiva, se espera que este trabajo contribuya a una mejor comprensión de la historia del principio de inercia. Asimismo, se pretende poner de relieve la importancia de la obra de Domingo de Soto —y, con él, de la tradición hispánica del siglo XVI— en la formación no sólo del concepto del movimiento inercial, sino en la eclosión misma de la Revolución Científica producida entre los siglos XVI y XVII, cuando las ideas de Soto, entre otras, encuentran su aliado matemático perfecto en Galileo Galilei.

I. Metodología

En este capítulo se definen el conjunto de decisiones que se han tomado para orientar el desarrollo del proceso de esta investigación documental histórico-analítica. Efectivamente, por medio de esta técnica de trabajo, se pretende sintetizar historiográficamente una amplia variedad de teorías, principios, definiciones y hechos histórico-filosóficos, principalmente a través del análisis de una selección de documentos impresos y reproducciones de documentos manuscritos originales, cuya crítica, transcripción, traducción, lectura directa y comparación intertextual están a la base de la argumentación y la síntesis historiográfica llevada a cabo en este artículo.

En primer lugar, se han localizado y recopilado las copias de las fuentes documentales originales de algunas de las obras impresas o manuscritos sobre filosofía natural de autores como Domingo de Soto, Galileo Galilei e Isaac Newton. Las referencias exactas pueden encontrarse debidamente expresadas en la bibliografía.

En segundo lugar, respecto del análisis de la veracidad de la información que aportan todas estas fuentes documentales, el contexto en el que fueron escritas, su autoría, su datación, su difusión y su posible conexión con otras fuentes, hay que decir que, para el análisis de aquellas que presentan algunas dificultades especiales, se ha partido, principalmente, de los trabajos realizados por Antonio Favaro y William Wallace, los cuales se detallan a continuación.

Por un lado, Antonio Favaro ha llevado a cabo una minuciosa edición crítica —compuesta de veinte volúmenes— de los manuscritos del joven Galileo, entre los cuales se

halla el manuscrito 46² sobre las *Quaestiones físicas*³, cuyo contenido resulta especialmente relevante para el objetivo de este estudio. Es esta edición crítica de Favaro la que, junto con algunas instancias críticas adicionales que ofrece Wallace⁴, será tomada en cuenta de aquí en adelante.

Por su parte, respecto de las *Quaestiones* de Domingo de Soto, Wallace, en su estudio *Domingo de Soto's 'Laws' of Motion: Text and Context*, ya ha respondido adecuadamente a todas estas vicisitudes. Efectivamente, en lo que sigue, se tomarán en cuenta las conclusiones de Wallace acerca del contexto en que se inserta el trabajo de Soto, en especial al que se refiere a la cuestión cuarta del libro séptimo, así como de las variaciones que presentan sus distintas ediciones⁵.

En tercer lugar, se ha llevado a cabo la transcripción y traducción del latín de algunos de los pasajes más significativos de las fuentes documentales, así como se han seguido, en otros casos, las traducciones y las transcripciones paleográficas y grafológicas de otros autores. Este paso es crucial, pues es la calidad de estas traducciones y transcripciones la que determina el poder llevar a cabo un acercamiento lo más fiel posible a la lectura de los textos originales.

Efectivamente, se han traducido los fragmentos más relevantes de las obras capitales de Newton y Galileo y, por supuesto, de la obra física de Domingo de Soto. En este punto, conviene realizar un par de comentarios generales sobre el texto del Segoviano, en particular —pues es el que más dificultades ha presentado—, y sobre la traducción del latín, en general.

Para el texto de Soto, se ha empleado como base la edición de Venecia, de 1582, cuyas puntuaciones, a veces, dificultan una correcta traducción. Ergo, en algunos casos es necesario modificar esa puntuación, con el objetivo de llevar a cabo una transcripción que —evitando, por supuesto, en la medida de lo posible, perder el sentido original del texto— permita elaborar una traducción literaria adecuada al español. Además, se ha tratado de usar una nueva aplicación —cuyas particularidades se expondrán, en detalle, más adelante— para reconocer, en base a una inteligencia artificial, las grafías especiales del texto original de Soto y transcribirlo automáticamente al latín estándar.

Respecto a la traducción del latín, en general, se ha intentado aunar literalidad y

² En adelante, MS46.

³ Véase Galileo Galilei. *Le Opere di Galileo Galilei*. Ed. Antonio Favaro, I:171. I-II, 172. I-8.

⁴ Véase Wallace, W. A. *Galileo's Early Notebooks: The Physical Questions*, pp. 12-24.

⁵ Para un análisis más detallado de la cuestión, consúltese Wallace, W. A. *Domingo de Soto's 'Laws' of Motion: Text and Context*, pp. 271-277.

comprensión, con la finalidad de dar con una traducción fiel y, a su vez, entendible. A nivel de terminología técnica, se ha procurado traducir siempre igual los mismos términos; por ejemplo, ‘*virtus*’ como ‘fuerza’, ‘*proportio*’ como ‘proporción’, etc. Además, otras veces, se han usado términos entre corchetes: esos términos no están en el texto latino, pero, como hay que contar con ellos para entender mejor la traducción, se ha preferido ponerlos, aunque hay que tener en cuenta que tal procedimiento no es del gusto de muchos traductores que se consideran puristas en su trabajo.

No obstante, en contraste con las transcripciones y traducciones propias, también se han tenido en cuenta, en primer lugar, la transcripción paleográfica que hace Antonio Favaro del MS46 en *Le Opere di Galileo Galilei*, así como, en segundo lugar, la traducción del latín al inglés que ha publicado Wallace en su *Galileo’s Early Notebooks: The Physical Questions*, donde también realiza comentarios tanto de carácter histórico como paleográfico. Finalmente, por lo que se refiere a los manuscritos de los jesuitas, se han seguido las transcripciones y traducciones que el mismo Wallace lleva a cabo en *Galileo and His Sources*.

Por otra parte, se considera necesario efectuar un pequeño comentario acerca de una nueva aplicación tecnológica, llamada *Transkribus*, la cual ha sido desarrollada basándose en los recientes avances informáticos de la disciplina computacional sobre inteligencia artificial. Por su extraordinaria capacidad para reconocer y transcribir automáticamente, con un margen de error progresivamente reductible, documentos históricos de cualquier tipo, se ha decidido —a título de ensayo— aplicar al texto de la edición de 1582 de las *Quaestiones* de Soto uno de sus modelos públicos más reconocidos. El resultado ha sido más que satisfactorio. Por esta razón, se piensa que dicha herramienta puede convertirse —en virtud de futuras investigaciones— en un aliado indispensable para facilitar la labor de transcripción paleográfica y grafológica. Por ejemplo, mediante el entrenamiento privado de supermodelos, especializados en las grafías y documentos específicos tanto de las obras de Soto como de los manuscritos de los jesuitas, podría conseguirse reducir a menos del 3% el margen de error en el proceso automático de reconocimiento y transcripción que ofrece la aplicación.

En cuarto y último lugar, la comparación de estas fuentes documentales entre sí se usará como un medio crucial para la consecución de los objetivos propuestos para esta investigación. De este modo, se pretende detectar similitudes entre las doctrinas de Soto, Galileo y Newton, las cuales permitan argumentar en favor de la hipótesis central.

II. Del movimiento natural al movimiento inercial

El estudio de los proyectiles constituye uno de los mayores problemas de la teoría

antigua del movimiento. El problema fundamental era el de la combinación, contradictoria para el pensamiento aristotélico, de un movimiento forzoso de proyección con un movimiento natural que lo va modificando hasta vencerlo. En el marco de la física aristotélica, la fuerza motriz tiene que estar en contacto con el cuerpo movido para que se siga produciendo el efecto. Por este motivo, el movimiento forzoso de los proyectiles supone una anomalía que los principios de la física aristotélica no pueden explicar. De acuerdo con estos principios, el proyectil (supongamos, una bala), una vez que dejara de estar en contacto con la fuerza motriz (supongamos, la pólvora), el efecto de movimiento forzoso horizontal debería cesar, y el cuerpo debería caer hacia su lugar natural. En este caso, al tratarse de un cuerpo grave (la bala), este debería moverse según el movimiento natural de la gravedad, esto es, según la inclinación natural de los cuerpos graves hacia el centro del universo. Sin embargo, la observación indica que el cuerpo sigue moviéndose horizontalmente, por efecto del movimiento forzoso producido por la causa motriz, hasta que el movimiento natural lo vence. Ergo, el problema es el siguiente: ¿qué fuerza es la que actúa en el proyectil para que siga moviéndose horizontalmente, si ya cesó el contacto con la fuerza motriz y, por tanto, también debería haber cesado su efecto?

Es común entre los historiadores de la ciencia la opinión generalizada de que la hipótesis medieval del *impetus*, elaborada principalmente por los doctores parisienses del siglo XIV —como Nicolás de Oresme o Jean Buridan— para explicar el movimiento de los proyectiles en contra de la gravedad, es el precursor intelectual de la formulación del movimiento inercial. Aunque no existe, entre estos autores, una definición única del *impetus*, todas coinciden en que es una fuerza motriz impresa en el móvil. Sin embargo, esta idea no se corresponde con el principio de inercia, ya que no implica la conservación del movimiento o del reposo, por lo que no es capaz de explicar el movimiento perpetuo sin recurrir a una causa motriz externa. De hecho, esta hipótesis del *impetus*, lejos de ser un antecedente del movimiento inercial, es una desviación que, antes bien, engaña y entorpece la explicación.

En efecto, el principio galileano de composición de los movimientos representa una ruptura con las consideraciones del movimiento como un proceso ontológico inserto en la doctrina general del cambio, pues Galileo ya no podía asumir plenamente la distinción aristotélica entre movimiento natural y movimiento forzoso. De este modo, junto con la ley que describe el movimiento acelerado de la caída libre de los cuerpos graves en función del tiempo —idea que también tiene su precedente en Domingo de Soto— se estaba alumbrando una nueva concepción del movimiento que desafiaba la física aristotélica. Efectivamente, mientras que la ley del movimiento uniformemente acelerado todavía dependía de la

concepción aristotélica de que los cuerpos dotados de gravedad tienden naturalmente a moverse hacia su lugar natural —en este caso, hacia abajo—, la ley del movimiento uniforme se deriva, sin embargo, de una nueva concepción —inercial— del movimiento. En esta nueva formulación se encuentra, según asevera el propio Galileo⁶, el origen de la solución del problema de los proyectiles, aplicando el principio de composición de estos dos tipos de movimiento.

Así las cosas, el joven científico, en contra de la doctrina tradicional aristotélica, separó el movimiento de la naturaleza de los cuerpos: ahora tanto el movimiento como el reposo son simplemente un estado en el que se encuentra un cuerpo, el cual es indiferente a dicho estado, por lo que el movimiento no requiere más causa de la que requiere el reposo. Sólo los cambios de movimiento requieren una causa. O lo que es lo mismo: el principio de inercia.

En definitiva, en contra de aquellos que otorgan un papel fundamental a la hipótesis del *impetus* en la génesis de la mecánica moderna, en lo que sigue se ofrecen una serie de indicaciones que respaldan la idea de que no es el *impetus* tardomedieval, sino más bien los planteamientos sotianos acerca de la dinámica, los que están en el origen de esta revolución moderna en la forma de entender el movimiento.

1. Las *Quaestiones super octo libros Aristotelis Physicorum*

Favoreciendo un interés más conservador que cismático, Domingo de Soto, a lo largo de sus *Quaestiones super octo libros Aristotelis Physicorum*, trata de restaurar las leyes originales que Aristóteles propuso en su *Física*. Si bien el dominico español, en continuidad con la actitud medieval, asume la *auctoritas* del filósofo de Estagira en estas cuestiones, no obstante, elabora sus comentarios sirviéndose de las nuevas ideas que los doctores escolásticos de Oxford y de París habían ofrecido en torno a las cuestiones disputadas más importantes dentro del ámbito de la discusión medieval en relación con la filosofía natural. Así, inserto en el contexto de esta discusión, Soto formuló algunas modificaciones de las leyes del Estagirita que acabaron por formar el caldo de cultivo perfecto para que, ya en el siglo XVII, encontrando su aliado matemático perfecto en Galileo Galilei, se produjera aquella “repentina” revolución en la forma de entender la mecánica del movimiento.

Por lo que respecta al texto de las *Quaestiones*, si atendemos únicamente a los contenidos que aborda en cada caso, este puede dividirse en cuatro partes fundamentales: 1.

⁶ Galilei, G. *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, Intorno à Due Nuove Scienze Attenenti alla Meccanica & i Movimenti Locali*. 1638, p. 236.

Composición, disposición de los contenidos y cuestiones preliminares; 2. Los conceptos fundamentales de la física: la naturaleza, el movimiento, el lugar y el tiempo; 3. Máximo y mínimo, continuo e infinito; 4. La velocidad del movimiento con relación a los efectos y las causas.

Es en esta última parte, a saber, aquella en la que se discute el problema del cálculo de la velocidad del movimiento en relación con los efectos y a las causas de este, donde se insertan las más importantes aportaciones de Domingo de Soto a la historia de la física. Efectivamente, como ya demostraron Wallace y otros, en ella se formula —sesenta años antes que Galileo— el principio matemático del movimiento uniformemente acelerado de los cuerpos graves en caída libre. Además, es también en esta última parte donde se insertan las ideas sotianas acerca de la dinámica del movimiento, las cuales —tal como se pretende demostrar aquí— se configuran como el primer paso en el abandono del movimiento natural aristotélico, en favor del movimiento inercial moderno.

2. La dinámica de Domingo de Soto

En la *Quaestio quarta super septimum Physicorum*, Domingo de Soto se plantea «Si la velocidad del movimiento depende, con respecto a su causa, de la proporción de las proporciones entre las velocidades con respecto a sus propias resistencias»⁷, la cual se inserta en el contexto de la discusión del cálculo de velocidades de movimiento. Para ello, Soto se atiene al esquema más común en la época de abordar esta cuestión, seguido también por Celaya y Pablo de Venecia. Así pues, considera las cuatro opiniones fundamentales de la tradición para calcular la velocidad de los cuerpos movidos forzosamente, a saber: la proporción entre las fuerzas motrices, la proporción entre las resistencias externas, la proporción según el exceso aritmético y la proporción de proporciones. Estas cuatro opiniones son las que Soto expone, analiza y ejemplifica aquí, a partir de las cuales obtiene sus propias conclusiones. Así las cosas, el *magister* Soto piensa haber refutado las tres primeras, siendo la última de ellas la que él mismo suscribe, aunque añade una pequeña modificación.

Sobre la primera *opinio*, concluye así:

La primera [conclusión] va en contra de la primera regla [proporción entre fuerzas motrices]. La velocidad del movimiento no debe depender de la relación de la fuerza motriz de un agente sobre la fuerza motriz de otro. La conclusión es clara, ante todo porque, cuando las resistencias son desiguales, no hay evidencia de que la única

⁷ Domingo de Soto. *Super Octo Libros Aristotelis Physicorum [...]*, 1582, VII, q. IV: «Utrum velocitas motus attendatur ex parte causae penes proportionem proportionum, quae sunt velocitatum ad suam ipsarum resistencias».

proporción que hay que contemplar se encuentra entre las fuerzas motrices⁸.

Por tanto, la primera opinión no se considera verdadera, pues no tiene en cuenta la posible desigualdad de las resistencias.

Sobre la segunda *opinio*, concluye así:

La segunda conclusión va en contra de la segunda regla [proporción entre resistencias externas]. La velocidad del movimiento no debe depender de la proporción de las resistencias; esta conclusión en realidad se establece por las mismas razones que la segunda, pues cuando las fuerzas motrices son diferentes, la segunda regla es claramente errónea⁹.

Por tanto, la segunda opinión tampoco se considera verdadera, pues no tiene en cuenta la posible desigualdad de las fuerzas motrices.

Sobre la tercera *opinio*, concluye así:

La tercera conclusión va contra la tercera regla [exceso aritmético entre fuerza y resistencia externa], y en ello hay un poco más de dificultad. La velocidad del movimiento no depende, con respecto a su causa, de la proporción aritmética que hay entre los excesos de las fuerzas sobre sus resistencias respectivas. Esta conclusión se demuestra a partir de la cuarta regla del Filósofo, texto 36¹⁰.

Por tanto, la tercera opinión, esto es, la regla del exceso aritmético, no se considera verdadera, porque va contra la regla aristotélica según la cual «una fuerza igual a la mitad de la fuerza del moviente moverá a la mitad de la resistencia en el mismo espacio y en el mismo tiempo»¹¹. Esta es la razón por la que los comentaristas más puros de Aristóteles, como Averroes —y el propio Domingo de Soto—, se posicionan en contra de la proporción aritmética, en favor de la proporción geométrica propuesta por Bradwardine.

Finalmente, sobre la cuarta y última *opinio*, concluye así:

La velocidad del movimiento, determinada a partir de su causa, depende de la proporción de las proporciones de los agentes sobre sus respectivas resistencias. Esta proporción (como hemos discutido previamente en el tratado *Sobre las proporciones*) se llama proporcionalidad geométrica. Esta es la conclusión que afirman unánimemente Pablo de Venecia, Heytesbury, y casi todos los comentaristas de Aristóteles. Pues, aunque nunca fue formulada por Aristóteles en estos términos, sin embargo, consideran que se deduce

⁸ *Idem*: «Prima est adversus primam regulam. Velocitas motus non est attendenda penes proportionem virtutis unius agentis ad virtutem alterius. Conclusio in primis patet, quia ubi resistentiae essent in inaequales, nulla esset apparentia, solam esse expectandam proportionem inter virtutes motrices».

⁹ *Idem*: «Secunda conclusio contra secundam regulam. Neque velocitas motus attendenda est penes proportionem resistentiarum, quae quidem conclusio eisdem penitus rationibus constat, quibus secunda. Ubi namque diversae sunt virtutes activae, palam peccat secunda regula».

¹⁰ *Idem*: «Tertia conclusio adversus tertiam regulam, in qua plusculum est difficultatis. Velocitas motus ex parte causae non attenditur penes proportionem arithmeticae, quae est inter excessus virtutum super suas singularum resistentias. Conclusio haec demonstrationem sortitur ex quarta regula Philosophi tex. 36».

¹¹ Aristóteles. *Física*, VII, 5, 256a.

de sus siete reglas¹².

Naturalmente, Soto argumenta, como «casi todos los comentaristas de Aristóteles», en favor de la proporcionalidad geométrica, puesto que esta no contradice las reglas de la dinámica del Estagirita. No obstante, el maestro segoviano no expresa su conclusión como una modificación real, sino que, si bien asume que nunca fue formulada por Aristóteles en esos términos, considera que se deduce naturalmente de sus reglas.

Sin embargo, el elemento más novedoso y decisivo de su argumentación no es este, sino el hecho de que, una vez asumidos los cuatro factores que, según dice Aristóteles, deben considerarse en el movimiento¹³ —a saber, el moviente, lo movido, la distancia recorrida y el tiempo del movimiento—, introduce el concepto de *resistentia interna*, que, junto a la resistencia externa del medio, ha de ser superada para producir el movimiento, cuando aclara:

...lo que se mueve es una resistencia, que debe ser vencida por la fuerza motriz. [...] Y tanto la fuerza activa como la de la que resiste pueden ser *internamente inherentes al móvil* o externamente adyacentes a él, como, cuando algo pesado cae, su gravedad misma es una fuerza interna, y, si alguien lo empuja, es externa. Asimismo, el propio medio por el que cae, ya sea agua ya sea aire, es una resistencia externa¹⁴.

Nótese que, en este punto, el elemento decisivo es que Soto, por primera vez en la historia de la física, introduce el concepto de *resistentia interna* de los cuerpos. Esto es, tenemos fuerzas motrices externas (la pólvora que explota), fuerzas motrices internas (la gravedad, según la mole de la bala del cañón, que la impele hacia abajo), resistencias externas (el aire) y una *resistencia interna* (esta es la novedad). De esta suerte, la resistencia interna también debe ser vencida para producir el movimiento. En efecto, ya no se trata de que para impulsar un proyectil hacia el cielo deba superarse la fuerza motriz interna (la gravedad), sino que debe superarse la resistencia interna del cuerpo, la cual impide cualquier movimiento o cambio, incluso en horizontal.

3. La *resistentia interna* y el movimiento inercial

Atendiendo a las doctrinas hasta aquí expuestas, y suponiendo otra verdad que él mismo

¹² Domingo de Soto. *Super Octo Libros Aristotelis Physicorum [...]*, 1582, VII, q. IV: «Velocitas motus penes causam attenditur penes proportionem proportionum agentium super suas ipsarum resistentias. Quae quidem proportio (ut in tractato de proportionibus praefati sumus) dicitur proportionalitas geometrica. Conclusio est, quam Paulus Venetus, Heytesbury, et ferme enarratores Aristotelis consentienter affirmant. Nam et si nusquam fuerit ab Aristotele sub his terminis constituta, colligi eam tamen existimant ex suis regulis septem».

¹³ *Idem*: «Quatuor in motu consideranda. Praenotare in primis in quaestionis aditu opus est quatuor esse (ut ait Aristoteles) consideranda in motu, scilicet id, quod movetur, et virtutem a qua, et tempus in quo, et spatium per quod movetur».

¹⁴ *Idem*: «[...] quod movetur est resistentia, quae a virtute motrice superanda est. [...] Atque tam virtus activa, quam quae resistit, esse potest, aut interne inhaerens mobili aut extrinsecus adiacens, ut dum grave cadit, gravitas ipsa est interna virtus, et si quis illud expellat, est extrinseca. Item medium ipsum, per quod cadit, seu aqua sit, seu aer, extrinseca est resistentia».

cree haber demostrado en el libro IV¹⁵ —a saber, que un cuerpo situado en el vacío también se moverá durante un tiempo limitado por efecto de una fuerza finita— Soto argumenta cómo calcular la velocidad de este móvil, teniendo en cuenta la ausencia de resistencia:

Pero en el movimiento de cosas pesadas o ligeras por el vacío, donde no hay resistencia, suponiendo la verdad que creemos demostrada en el libro IV, es decir, que entonces también se moverán durante un tiempo limitado debido a una fuerza finita, pienso que tiene lugar nuestra primera conclusión cuestionada anteriormente, pues lo que hay que tener en cuenta es que la velocidad depende de la proporción de la fuerza motriz sobre otra fuerza motriz por el hecho de que allí no hay ninguna resistencia¹⁶.

Como puede apreciarse, el maestro salmantino argumenta que, al menos para el problema de calcular la velocidad de un cuerpo movido en el vacío, debe aplicarse la regla que expresa la primera *opinio* —a saber, que la velocidad se calcula según la proporción entre la fuerza motriz externa y la interna—, en contra de la cual había argumentado antes. Esto se debe al hecho de que, al contrario de lo que ocurre en condiciones normales, en el vacío no existe ninguna resistencia externa que tener en cuenta para calcular la velocidad según la regla de la proporción de proporciones. Por tanto, supuesto que la gravedad todavía se entiende —en el marco de la física aristotélica—, como una fuerza motriz interna que inclina a los cuerpos a moverse hacia el centro del universo, donde hallarán naturalmente el reposo, un cuerpo movido en el vacío también se moverá durante un tiempo finito. Es decir, su movimiento cesará tan pronto como alcance su lugar natural en el centro del universo.

En consecuencia, según los principios de la física aristotélica, ¿cómo habría respondido Domingo de Soto a la pregunta de cómo calcular la trayectoria que sigue un proyectil (la bala del cañón) en el vacío? Como la velocidad de la bala en el vacío se calcularía según la proporción entre la fuerza motriz interna —esto es, la gravedad, la tendencia natural de los cuerpos a moverse hacia abajo, en relación con su peso— y la fuerza motriz externa (la pólvora), de ahí se sigue que la gravedad iría modificando paulatinamente la velocidad de la bala, hasta recuperar plenamente la tendencia natural hacia abajo, describiendo así su trayectoria una parábola. Al final de esta trayectoria parabólica, debería calcularse la velocidad de la bala aplicando el principio sotiano del movimiento *uniformiter difformis* —uniformemente acelerado en términos modernos. Según esto, la bala se iría acelerando

¹⁵ Domingo de Soto. *Super Octo Libros Aristotelis Physicorum [...]*, 1582, IV: «Los ‘predicados’ comunes del movimiento, o sea, el lugar, el vacío y el tiempo».

¹⁶ Domingo de Soto. *Super Octo Libros Aristotelis Physicorum [...]*, 1582, VII, q. IV: «In motu vero gravium aut levium per vacuum ubi nulla est resistentia, supposita veritate illa, quam in libro 4 credimus demonstrasse: nempe quod tunc etiam movebuntur in tempore propter finitam virtutem: arbitror locum habere primam illam nostram conclusionem supra impugnata. Nempe quod attendenda sit tunc velocitas penes proportionem virtutis motivae ad aliam virtutem motivam, eo quod illic nulla sit resistentia».

paulatinamente hasta que, al alcanzar su lugar natural —esto es, el centro del universo—, cesaría completamente su movimiento.

Por tanto, el único impedimento conceptual para que Soto formulara explícitamente el principio de permanencia del movimiento es la concepción aristotélica de la gravedad como una fuerza motriz interna al móvil. Así pues, si suponemos la ausencia de esta fuerza y, con ella, del movimiento natural hacia abajo, ¿cómo habría respondido Domingo de Soto a la pregunta de cómo calcular la trayectoria que sigue dicha bala en el vacío? En efecto, en tal caso, de las reflexiones del *magister* se desprende inevitablemente la idea de que la bala, una vez que la resistencia interna ha sido superada, conservaría el estado de movimiento alcanzado según la proporción de la fuerza motriz externa (la pólvora). Esto es, en términos modernos, su estado de movimiento uniforme. Asimismo, la modificación de este estado de movimiento uniforme requeriría la aplicación de una nueva fuerza motriz. Es más, en el caso de que la pólvora no explotara y, por tanto, la bala no se disparara del cañón, pero asumiendo el mismo supuesto de la ausencia de gravedad: ¿cómo se movería entonces? Evidentemente, el cuerpo permanecería en su estado de reposo, pudiendo modificarse este reposo únicamente mediante la aplicación de una fuerza externa.

En definitiva, de las palabras de Soto puede deducirse naturalmente que el movimiento no requiere más causa de la que requiere el reposo, sino que sólo los cambios de movimiento requieren una causa. En consecuencia, los cuerpos tenderán a mantenerse en su propio estado, sea de movimiento o de reposo, siempre y cuando no haya fuerzas que lo modifiquen. Esta idea ya es mucho más cercana a las funciones que cumple el principio de inercia tanto en la cinemática de Galileo como en la de Newton.

II. ¿Domingo de Soto anticipando a Galileo y Newton?

A continuación, se exponen los textos cuyas comparaciones con las fuentes del propio Domingo de Soto mejor respaldan la interpretación ofrecida en el apartado anterior. En primer lugar, se comparan las fuentes con las del propio Galileo Galilei, quien, partiendo de sus reflexiones sobre la doctrina de la *resistentia interna* de Domingo de Soto, formula, por vez primera, el principio de inercia. En segundo lugar, se comparan las fuentes con las del propio Newton, quien eleva el principio de inercia a la categoría de ley fundamental de la mecánica.

1. Galileo Galilei: comparación de fuentes

En la última cuestión, la 6.4¹⁷, del MS46 sobre las *Cuestiones físicas* (datado aproximadamente en torno a 1590), el joven Galileo describe la resistencia interna como sigue:

Yo digo, en tercer lugar: la resistencia es la *permanencia en el propio estado* contra la acción contraria [la fuerza motriz externa]...

En efecto, la resistencia fija formalmente esta permanencia de la cosa en su estado, y connota el impedimento de la acción contraria¹⁸.

Nótese que el joven Galileo, en este pasaje, está identificando la resistencia que los cuerpos ofrecen a la fuerza motriz con la permanencia de estos en su propio estado, sea de reposo o de movimiento, es decir, con el movimiento inercial. Dado que el concepto de *resistentia interna* es original de Soto, este pasaje respalda fuertemente la idea de que el padre de la física moderna efectivamente encontró en el Segoviano la clave conceptual para posteriormente poder plantear el principio de inercia tal y como hoy lo conocemos.

Además, en la misma *quaestio*, el joven científico aclara:

De esto se deduce, en primer lugar, que la resistencia difiere de la permanencia de una cosa en su estado o de su conservación considerada en sí misma, que solo indica una permanencia de la existencia recibida de un agente; la resistencia connota el impedimento de la acción contraria, mientras que la permanencia abstrae de esto¹⁹.

En efecto, el propio Galileo hace explícita la misma argumentación que se ha ofrecido en este artículo, a saber: que la resistencia interna no es como tal la permanencia en el propio estado, sino que dicha permanencia se desprende naturalmente (se abstrae) de los planteamientos sobre la resistencia interna, entendida como impedimento a la “acción contraria” (la fuerza motriz).

Efectivamente, la permanencia en el propio estado contra la acción contraria —siendo que la propia gravedad puede ser entendida como una de estas acciones contrarias— puede deducirse naturalmente de las palabras de Soto. En cambio, para que pueda plantearse, como tal, un movimiento uniforme infinito —esto es, el principio de inercia—, hay que suponer efectivamente la supresión de la fuerza de la gravedad como fuerza motriz interna al móvil. Por tanto, la formulación del principio de inercia no puede deducirse, *stricto sensu*, porque el

¹⁷ En adelante, PQ6.4.

¹⁸ *Opere* I:171. I-II, 172. I-8; Wallace, *Galileo's Early Notebooks*, par. Y4: «Dico tertio resistentiam esse permanentiam in proprio statu contra actionem contrariam...

Immo resistentia formaliter dicit hanc permanentiam rei in suo statu, et connotat impedimentum actionis contrariae».

¹⁹ *Opere* I:171. I-II, 172. I-8; cita traducida al español de la traducción al inglés que del texto original se lleva a cabo en Wallace, W. A., *Galileo's Early Notebooks*, par. Y5.

movimiento natural sigue entendiéndose como una inclinación de los cuerpos a moverse hacia su lugar natural, inserta en la doctrina aristotélica del cambio, como es el caso del movimiento natural hacia abajo de los cuerpos graves.

Sin embargo, ni siquiera el Galileo maduro pudo escapar plenamente de la distinción aristotélica entre movimiento natural y movimiento forzoso. Así, por ejemplo, el científico italiano tuvo que suponer, en uno de sus famosos experimentos mentales, la existencia de un plano horizontal que tampoco ofrezca resistencia en el vacío, para así poder suprimir el movimiento natural hacia abajo, lo cual permita, en última instancia, plantear la permanencia del movimiento, uniforme e incesante. De este modo, Galileo suministra, en la tercera jornada del mundo arquimédico de los *Discorsi*, una de las formulaciones más precisas del principio del movimiento eterno y uniforme en el plano horizontal, conectándolo con la ausencia de cualesquiera causas de cambio de velocidad:

Se puede suponer con razón que, sea el que fuere el grado de velocidad que se dé en un móvil, queda por naturaleza indeleblemente impreso [en él], con tal de que no intervengan causas externas que lo aceleren o retarden; tal estado constante sólo ocurre en el plano horizontal. En efecto, en los planos inclinados descendentes se encuentra presente una causa de aceleración, mientras que en los ascendentes una de deceleración. Se sigue de aquí, igualmente, que el movimiento sobre el plano horizontal también es eterno, ya que si es uniforme no aumenta ni disminuye, ni mucho menos cesa²⁰.

De este modo, Galileo, al inicio de la jornada cuarta de los *Discorsi*, concibe el origen de la solución del problema de los proyectiles, de acuerdo con el experimento mental que se acaba de describir, mediante el principio de composición de los movimientos uniforme y natural —o uniformemente— acelerado:

Imaginémonos un móvil proyectado sobre un plano horizontal del que se ha quitado el más mínimo roce; sabemos ya que, en tal caso, y según lo que hemos expuesto detenidamente en otro lugar, dicho movimiento se desenvolverá sobre tal plano con un movimiento uniforme y perpetuo, en el supuesto de que este plano se prolongue hasta el infinito. Si, por el contrario, nos imaginamos un plano limitado y en declive, el móvil, que suponemos dotado de gravedad, una vez que ha llegado al extremo del plano y continúe su marcha, añadirá al movimiento precedente, uniforme e inagotable, esa tendencia hacia abajo, debida a su propia gravedad. Nace de aquí un movimiento compuesto de un movimiento horizontal uniforme más un movimiento descendente naturalmente acelerado, al cual llamo proyección²¹.

²⁰ Galilei, G. *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, Intorno à Due Nuove Scienze Attenenti alla Meccanica & i Movimenti Locali*. 1638, p. 207: «Attendere insuper licet, quod velocitatis gradus, quicumque in mobili reperiatur, est in illo suapte natura indelebiter impressus, dum externae causae accelerationis aut retardationis tollantur, quod in solo horizontali plano contingit: nam in planis declivibus adest jam causa accelerationis majoris, in acclivibus vero retardationis. Ex quo pariter sequitur, motum in horizontali esse quoque aeternum: si enim est aequabilis, non debilitatur, aut remittitur, & multo minus tollitur».

²¹ *Idem*, pp. 236-237: «Mobile quoddam super planum horizontale projectum mente concipio omni secluso

De la comparación de estas palabras de Galileo con las del propio Domingo de Soto puede concluirse lo siguiente: 1. Ambos —tanto Soto como Galileo— todavía están insertos en la distinción aristotélica entre movimiento natural y movimiento forzoso; 2. El movimiento naturalmente acelerado al que hace referencia Galileo es exactamente el mismo que el *motus uniformiter difformis* que propone Domingo de Soto; 3. Es muy posible que Galileo conociera la doctrina de la *resistentia interna* de Soto y, al igual que se ha hecho aquí, dedujera de ella la permanencia en el propio estado; 4. Tras deducir la permanencia en el propio estado, Galileo tuvo que suponer, mediante un experimento mental, un plano horizontal infinito que, en ausencia total de roce, y contrarrestado el movimiento natural hacia abajo, permitiera plantear el movimiento uniforme e inagotable, esto es, el principio de inercia; 5. Finalmente, mediante la doctrina de la composición de movimientos, Galileo aporta su solución al problema de los proyectiles.

2. Isaac Newton: comparación de fuentes

A tenor de lo dicho hasta el momento, es evidente el hecho de Galileo Galilei no pudo escapar plenamente de los presupuestos aristotélicos sobre el movimiento local. En realidad, fue sir Isaac Newton quien, finalmente, culminó el acoso y derribo de la física del Estagirita, dominante durante toda la Edad Media como una *auctoritas* incuestionable. Así, en su monumental obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, donde el presidente de la Royal Society lleva a cabo su revolucionaria síntesis científica, expone sus tres leyes de la física que, junto con la ley de la gravitación universal, por primera vez unificaban las explicaciones tanto de los fenómenos terrestres como de los celestes bajo los mismos principios, desde el movimiento de los astros al de los proyectiles. En este contexto, como se sabe, el principio galileano de inercia fue elevado por Newton a ley universal, cuando, como primer axioma del movimiento, lo describe así:

Ley I

*Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, de no verse forzados a cambiar dicho estado por fuerzas externas.*²²

impedimento: jam constat ex his quae fusius alibi dicta sunt illius motus aequabilem, & perpetuum super ipso plano futurum esse, si planum in infinitum extendatur: si vero terminatum, & in sublimi positum intelligamus, mobile, quod gravitate praeditum concipio, ad plani terminum delatum, ulterius progrediens, aequabili, atque indelebili priori latiori superaddet illam, quam a propria gravitate habet deorsum propensionem, indeque motus quidam emerget compositus ex equabili horizontali, & ex deorsum naturaliter accelerato: quem Projectionem voco».

²² Las cursivas son de Newton.

Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o impelidos hacia abajo por la fuerza de la gravedad. Una peonza, cuyas partes se ven continuamente apartadas de movimientos rectilíneos por su cohesión, no cesaría de girar si no fuese retrasada por el aire. Los cuerpos mayores de los planetas y cometas, que encuentran menos resistencia en los espacios libres, preservan durante mucho más tiempo sus movimientos progresivos y circulares²³.

Como puede apreciarse si se contrasta la descripción newtoniana del principio de inercia con la descripción que formula Galileo, la principal diferencia radica en que Newton omite la suposición de la existencia de un plano horizontal que, para Galileo, resultaba necesaria para suprimir el movimiento natural hacia abajo de los cuerpos dotados de gravedad. ¿Cuál es la razón de esto? La respuesta es simple: Newton ya no concibe la gravedad como una fuerza motriz interna de los cuerpos dotados de peso, sino como una fuerza externa de atracción a distancia entre cuerpos dotados de masa, según la cual los cuerpos *impelluntur deorsum* — «son impelidos hacia abajo». Por tanto, además de distinguir por primera vez entre masa y peso —distinción que no está en Galileo, puesto que este sigue concibiendo el peso como una propiedad de los cuerpos, no como el efecto de la relación entre dos masas—, el padre de la teoría de la gravitación universal consigue, de una vez para siempre, escapar de la doctrina aristotélica del movimiento natural.

En definitiva, la suposición galileana del plano horizontal sin roce ya no es necesaria para plantear la ley de la permanencia del movimiento uniforme, dado que la gravedad ya no es entendida como la tendencia natural de un cuerpo a moverse hacia abajo —hacia el centro del cosmos—, sino como aquella fuerza externa de atracción a distancia que impele a los cuerpos masivos a moverse «hacia abajo», los cuales, de lo contrario, perseverarían en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme.

III. Conclusiones y prospectiva

En este estudio se ha pretendido demostrar, como objetivo general, la hipótesis de que la doctrina de la *resistentia interna*, formulada en la dinámica de Domingo de Soto, es un precursor intelectual clave en el descubrimiento del principio de inercia de Galileo Galilei.

Así pues, en base a los resultados de esta investigación, pueden establecerse las

²³ Newton, I. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 1687, p. 12: «Lex. I. Corpus omne perseverare in ftatu fuo quiefcendi vel movendi uniformiter in directum, nifi quatenus a viribus impreffis cogitur ftatum illum mutare.

Projectilia perseverant in motibus fuis nifi quatenus a refiftentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorfum. Trochus, cujus partes cohærendo perpetuo retrahunt fefe a motibus rectilineis, non ceffat rotari nifi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus fuos & progreffivos & circulares in fpatiis minus refiftentibus factos confervant diutius».

siguientes conclusiones generales:

- ✓ Se ha presentado una interpretación original de la doctrina de la resistencia interna de Soto, relacionándola directamente con el concepto de movimiento inercial. En este sentido, se ha argumentado que, aunque Soto no formuló explícitamente el principio de inercia, estableció, seguramente sin pretenderlo, las bases conceptuales para su posterior desarrollo.
- ✓ El concepto de “resistencia interna” se repite a lo largo del análisis, aunque Soto y Galileo lo presentan desde diferentes perspectivas, en cuanto a su significado y alcance. Efectivamente, Soto se refiere a la resistencia que un objeto ofrece ante la presencia de una fuerza motriz, la cual debe ser superada para que se produzca el movimiento. Sin embargo, el hecho de que el joven Galileo se refiera a la resistencia como “permanencia en el propio estado” es un buen indicativo a favor de la interpretación que este artículo propone.
- ✓ La interpretación propuesta puede generar controversia entre los especialistas en historia de la ciencia. Efectivamente, la opinión más generalizada sitúa a la teoría tardomedieval del *impetus* como el precursor intelectual del principio de inercia. No obstante, en este artículo se sostiene que la hipótesis del *impetus* es poco más que un intento de solución que, en realidad, solo empeora la explicación y, en consecuencia, entorpece el alumbramiento del verdadero principio de inercia. A este respecto, se han aportado pruebas que sugieren que no es el *impetus* tardomedieval, sino la doctrina sotiana de la resistencia interna, la que juega un papel central en el desarrollo del principio de inercia.

Por otra parte, en consonancia con estas conclusiones, puede plantearse una determinada prospectiva, con el fin de explorar nuevas líneas de acción investigadora que nos permitan esclarecer aquellos elementos que necesitan seguir siendo investigados. Por ejemplo, resulta fundamental estudiar en más detalle la naturaleza exacta de la relación entre la doctrina de la resistencia interna de Soto y el principio de inercia de Galileo, ya que todavía se carece de pruebas documentales que permitan concluir taxativamente. Para ello, se sugieren las siguientes líneas de acción:

- Analizar en detalle las posibles conexiones entre la doctrina sotiana de la resistencia interna y las ideas de Galileo sobre el movimiento inercial, partiendo de los análisis de Duhem, Koyré y Wallace, si bien ninguno de estos autores ha previsto explícitamente dichas conexiones. De acuerdo con estos autores, los profesores jesuitas del Colegio Romano transmitieron las ideas de Domingo de

Soto al joven Galileo Galilei. Respecto de la doctrina de la resistencia interna, las correspondencias textuales más significativas se dan entre ciertos pasajes de un manuscrito atribuido a Del Búfalo²⁴ y la PQ6.4 del MS46 de Galileo sobre las *Cuestiones físicas*.

- Identificar otras fuentes que permitan arrojar luz a este respecto.
- Demostrar que las notas atribuidas a Del Búfalo son realmente de su autoría. Para el caso, puede aplicarse la nueva inteligencia artificial *Transkribus*. Especializando un supermodelo privado, el cual use como fuentes comparativas los manuscritos sobre los que sí está clara su autoría, es posible que la inteligencia artificial acabe reconociendo las grafías propias de Del Búfalo en el manuscrito que, hoy, se considera anónimo.
- Probar la hipótesis de que el manuscrito de Galileo sobre las *Cuestiones físicas* no fue escrito verdaderamente hasta 1597, lo cual haría innecesaria la hipótesis de una fuente común entre los escritos de Del Búfalo y los de Galileo.
- Evaluar crítica y comparativamente las obras del resto de profesores jesuitas que interpretan la resistencia interna como permanencia en el propio estado, para tratar de determinar quién tiene realmente la prioridad en su formulación y cómo esta idea fue transmitida al joven Galileo.

En definitiva, a la luz de las conclusiones expuestas más arriba, se considera que esta investigación obtiene el resultado apetecido. Efectivamente, las pruebas documentales expuestas, en combinación con un análisis crítico y una metodología sólidas, han permitido ofrecer una argumentación coherente y convincente. De acuerdo con esta argumentación, la hipótesis según la cual la dinámica de Domingo de Soto, en especial su doctrina sobre la resistencia interna, es el precursor intelectual del descubrimiento del principio de inercia de Galileo, es, al menos, plausible y digna de estudio.

Si bien es cierto que no se puede concluir taxativamente que Galileo conociera directamente la doctrina sotiana de la resistencia interna, las pruebas sugieren, al menos, una conexión indirecta entre ambos. Por tanto, este artículo abre nuevas vías de investigación que permiten explorar el alcance real de la influencia de Soto en el descubrimiento del principio de inercia. En este sentido, futuras revisiones podrían ampliar, actualizar o incluso reformular estos hallazgos. En una palabra: se considera que este estudio sienta las bases para reevaluar el papel de Soto en el desarrollo del principio de inercia, ofreciendo nuevas perspectivas sobre

²⁴ Véase Biblioteca Nacional Lisboa, Fundo Geral, Cod. 2382, fols. 129v-130r.

la historia de esta idea científica revolucionaria.

Este artículo, pues, pone en valor la influencia decisiva de este teólogo español en la gestación de la ciencia moderna. Contrariamente a lo que comúnmente se piensa, esta influencia se configura como un ejemplo inexcusable más en favor de la idea de que los descubrimientos propios de la Revolución Científica se llevaron a cabo en continuidad con el pensamiento cismático —aunque inconsciente— de los teólogos medievales y tardomedievales, cuyas ideas son el trasfondo filosófico tanto de Soto como del propio Galileo. Por decirlo con palabras del matemático y filósofo Alfred North Whitehead, «la fe en la posibilidad de la ciencia, engendrada con anterioridad a la teoría científica moderna, es un derivado inconsciente de la teología medieval» (Whitehead, 1925: 27).

Bibliografía

Manuscritos

Bufalo, Stephanus del. (1597). *In libros Aristotelis De caelo disputationes... In libros Aristotelis De generatione et corruptione... [Colophon:] Haec etiam sit finis librorum eiusdem Aristotelis De generatione et corruptione... die 13 Ianuarii 1597... In primum librum Meteorologicorum... In librum secundum Meteorologicorum...*, Lisboa, Biblioteca Nacional, Fundo Geral, Cod. 2382.

Fuentes impresas

Aristóteles (2014). *Física*, Madrid: Gredos.

Bradwardine, T. (1961). *Tractatus de proportionibus*, Madison: ed. H. Lamar Crosby Jr., The University of Wisconsin Press.

Buridan, J. (1966). *Quaestiones in Aristotelis De caelo et mundo*, Leuven: Peeters Publishers.

Galilei, G (1890-1909, reprinted 1968). *Le Opere di Galileo Galilei*, Ed. Antonio Favaro. 20 vols. In 21. Florence: G. Barbèra Editrice.

Galilei, G. (1638). *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, Intorno à Due Nuoue Scienze Attenenti alla Meccanica & i Movimenti Locali*, In Leida: Appresso gli Elsevirii.

Newton, I. (1687). *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Londini: Jussu Societatis Regiae ac typis Josephi Streater, prostant venales apud Sam. Smith.

Soto, Domingo de. (1582). *Super Octo Libros Physicorum Aristotelis*, Salmanticae: Ex officina Ildefonsi à Terranoua & Neyla.

Literatura crítica y traducciones

Duhem, P. (1910). Dominique de Soto et la Scolastique parisienne. *Bulletine Hispanique*, tome 12, nº 3.

- Koyré, A. (1987). La Renaissance. Physique. *History and Technology*, vol. IV, numéro spécial, *Proceedings of the International Conference of Aleksander Koyré*, p. 497-529.
- Koyré, A. (1964). The Enigma of Domingo de Soto, in René Taton (ed.) and A. J. Pomeranz (trans.). *History of Science*, 4 vols., Basic Books, New York, vol. 2.
- Wallace, W. A. (2018). Domingo de Soto's 'Laws' of Motion: Text and Context. *Essays on Intellectual History*, Routledge, London and New York.
- Wallace, W. A. (2018). Duhem and Koyré on Domingo de Soto. *Essays on Intellectual History*, Routledge, London and New York.
- Wallace, W. A. (1984). *Galileo and His Sources: Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*, New Jersey: Princeton Legacy Library.
- Wallace, W. A. (1985). Galileo's Sources: Manuscripts or Printed Works? *Print and Culture in the Renaissance*, Sylvia Wagonheim y Gerald Tyson, eds., Newark Delaware: The University of Delaware Press.
- Wallace, W. A. (1977). *Galileo's Early Notebooks: The Physical Questions*, Notre Dame, London: University of Notre Dame Press.
- Whitehead, A. N. (1925). *La ciencia y el mundo moderno*, Buenos Aires: Editorial Losada.