

## TEXTOS

**GALILEO GALILEI (1564-1642)**

***DIALOGOS SOBRE LOS DOS MAXIMOS SISTEMAS DEL MUNDO:  
PTOLEMAICO Y COPERNICANO***



**Sagredo:** La habéis tomado con Aristóteles que no puede hablar. Y yo os digo que si Aristóteles estuviese aquí, le convenceríamos o invalidaría nuestros argumentos y nos convencería con otros mejores. Pero, ¿es que vos mismo al oír explicar las experiencias de la artillería, no habéis reconocido, admirado y confesado que eran más concluyentes que las de Aristóteles? Con todo, no oigo que el Sr. Salviati, que las ha expuesto y con seguridad las ha analizado y escudriñado puntualísimamente, confiese que le persuadieron ni éstas ni tampoco otras aun más eficaces que parece dispuesto a hacernos oír. Y no sé con qué fundamento pretendéis reprender a la naturaleza, como a quien por su avanzada edad chocheara y hubiera olvidado producir ingenios especulativos, y no supiera producirlos ya más que de los que, haciéndose esclavos de Aristóteles, tienen que entender y sentir con el cerebro y los sentidos de éste. Pero oigamos el resto de los razonamientos favorables a su opinión, para pasar después a su fundamento, ensayándolas y sopesándolas con la balanza del ensayador [saggiatore, ensayador de metales, el encargado de comprobar la pureza de los metales preciosos, que utilizaba para ello una balanza «tan precisa que pueden pesar hasta un sexagésimo de gramo»].

**Salviati:** Antes de continuar, debo decir al Sr. Sagredo que en estas discusiones nuestras hago de partidario de Copérnico y le imito como su máscara. Pero lo que hayan obrado en mi interior los argumentos que parece que yo presento en su favor, no quiero que lo juzguéis por lo que digo mientras estamos en el fragor de la representación de la fábula, sino después de que me haya quitado el disfraz, porque

quizás me hallaríais distinto de cómo me veis en escena. Ahora sigamos adelante. Ptolomeo y sus seguidores presentan otra experiencia, parecida a la de los proyectiles. Trata de las cosas que separadas de la Tierra, se mantienen en el aire largo tiempo, como las nubes y los pájaros que vuelan. Dado que de éstos no puede decirse que sean transportados por la Tierra, por no estar adheridos a ella, no parece posible que puedan seguir la velocidad de ésta, antes bien debería parecernos que se mueven todos velocísimamente hacia occidente. Y si nosotros, llevados por la Tierra, recorremos nuestro paralelo (que es al menos de 16.000 millas) en veinticuatro horas, ¿cómo podrán los pájaros seguir esa 12 carrera? Mientras que, al contrario, los vemos volar sin ninguna diferencia sensible, tanto hacia levante como hacia poniente y hacia cualquier otra parte. Además de esto, si mientras corremos a caballo sentimos que el aire nos azota con bastante intensidad en la cara, ¿no deberíamos sentir un gran viento perpetuo de Oriente, llevados con tan rápida carrera contra el aire? Y sin embargo no se siente ningún efecto similar. He aquí otro argumento muy ingenioso, tomado de cierta experiencia, que es como sigue. El movimiento circular tiene la facultad de expulsar, dispersar y despedir de su centro las partes del cuerpo que se mueve, siempre que el movimiento no sea suficientemente lento o dichas partes no estén muy sólidamente unidas unas a otras. Es por ello que si, verbigracia, hiciéramos girar velocísimamente una de esas ruedas dentro de las que uno o dos hombres caminando mueven pesos enormes (como la mole de las grandes piedras de la calandria, o las barcazas cargadas que se pasan de un canal a otro arrastrándolas por tierra), si las partes de estas ruedas que giran rápidamente no estuvieran muy sólidamente entretejidas, se dispersarían y, por más tenazmente que estuvieran atadas sobre su superficie exterior unas piedras u otras materias pesadas, no podrían resistir el ímpetu que las lanzaría con gran violencia en distintas direcciones lejos de la rueda y, en consecuencia, de su centro. Así pues, si la Tierra se moviese con muchísima más velocidad, ¿qué gravedad, qué argamasa o esmalte sería tan tenaz como para retener las piedras, los edificios y las ciudades enteras, de modo que no fuesen lanzadas hacia el cielo por tan veloz rotación? Y los hombres y las fieras, que no están sujetas a la Tierra por nada, ¿cómo resistirían tal ímpetu? Mientras que, por el contrario, vemos que éstos y otros objetos menos resistentes, como piedrecitas, arena, hojas, descansan con la mayor calma en la Tierra y se quedan sobre su superficie aunque caigan con lentísimo movimiento. He aquí, Sr. Simplicio, las poderosísimas razones tomadas, por así

decir, de las cosas terrestres. Quedan las de la otra clase, esto es las que tienen relación con las apariencias celestes. Ciertamente estos argumentos también tienden a demostrar que es la Tierra la que está en el centro del universo y, en consecuencia, a despojarla del movimiento anual en torno a éste que le atribuye Copérnico. Dado que constituyen un tema un tanto diferente, podemos exponerlos después de que hayamos examinado la fuerza de los que hemos planteado hasta aquí.

(...)

**Simplicio:** Me parece que tras los argumentos de Aristóteles y más aún tras los que habéis expuesto, la inmovilidad de la Tierra es una conclusión necesaria, y creo que para refutarlos harán falta grandes cosas.

**Salviati:** Vayamos pues al segundo argumento. Consistía en que los cuerpos de los que estamos seguros de que se mueven circularmente, excepto el primer móvil, tienen más de un movimiento. Por ello, si la Tierra se moviese circularmente, debería moverse con dos movimientos, de lo cual se seguirían cambios respecto a los ortos y ocasos de las estrellas fijas, lo que no se ve que tenga lugar, por tanto, etc. La respuesta sencillísima y adecuadísima a esta crítica está en el propio argumento y el mismo Aristóteles nos la pone en los labios, y no puede ser que vos, Sr. Simplicio, no la hayáis visto.

**Simplicio:** Ni la he visto, ni la veo aún.

**Salviati:** No puede ser, porque es demasiado clara para vos.

**Simplicio:** Quiero, con vuestro permiso, dar un vistazo al texto.

**Sagredo:** Haremos traer el texto ahora mismo.

**Simplicio:** Yo lo llevo siempre en el bolsillo. Helo aquí. Y conozco el pasaje exacto, que es el segundo del Cielo, en el cap. 14. Aquí está, en el párrafo 97: *Praétera, omnia quae feruntur latione circulari, subdeficere vidéntur, ac moveriplúribus una latione, praéter primam shaeram; quare et Terram necessariuni est, sirve circa médium sirve in medio posta ferátur, duabus moverilatió nibus: si áutem boc accidit, necessáriuni est fieri mutationes ac conversiones fixorum astro rum: hoc áutem non videtur fieri; sed semper eadem apud eadem loca ipsins et oriuntur et occidunt.* [‘Además, todo lo que se mueve con movimiento circular, excepto la primera esfera, parece quedarse atrás y moverse con más de un movimiento. Así también la Tierra,

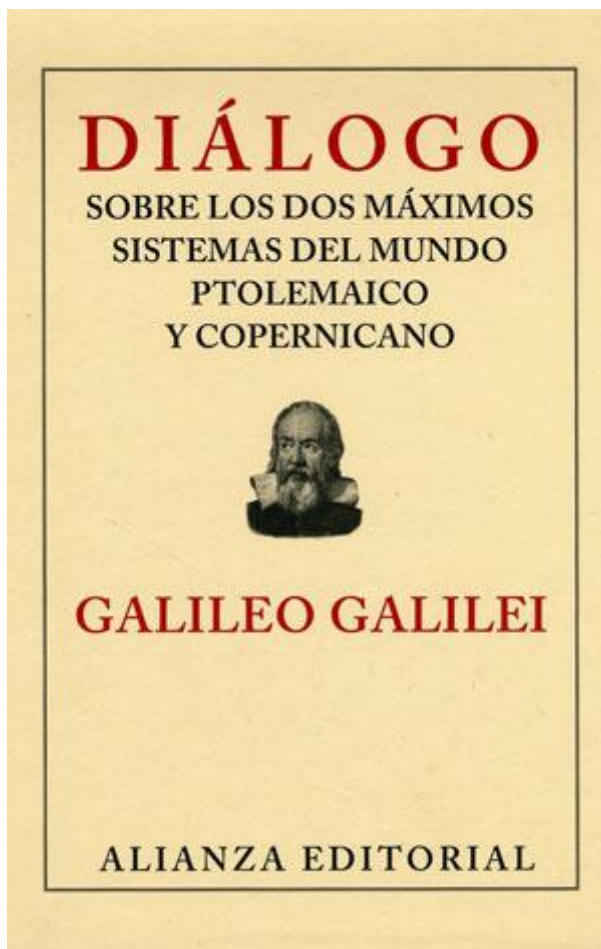
sea que se mueva alrededor del centro, sea que esté quieta en éste, necesaria 17 ponen por las mismas partes de la Tierra.'] Pues aquí no veo falacia alguna y el argumento me parece concluyentísimo.

**Salviati:** Pues a mí esta nueva lectura me ha confirmado la falacia del argumento Y. además, he descubierto otra falsedad. Porque mirad. Dos son las posiciones, o mejor dicho conclusiones, que Aristóteles quiere impugnar. Una, la de aquellos que, situando la Tierra en el centro, la hicieran mover sobre sí misma alrededor del propio centro. La otra es la de aquellos que, colocándola lejos del centro, la hicieran ir con movimiento circular en torno a este centro. E impugna estas dos posiciones conjuntamente con el mismo argumento. Ahora bien, yo digo que se equivoca en una y otra impugnación, y que el error contra la primera posición consiste en un equívoco o paralogismo, y contra la segunda consiste en una consecuencia falsa. Vayamos a la primera tesis que sitúa la Tierra en el centro y la hace mover sobre sí misma alrededor del propio centro, y afrontémosla con la objeción de Aristóteles, diciendo: todos los móviles que se mueven circularmente, parece que se retrasan y se mueven con más de un movimiento, exceptuada la primera esfera (esto es el primer móvil). Por tanto, si la Tierra se mueve alrededor del propio centro, estando situada en el centro, tiene que moverse con dos movimientos y quedarse atrás. Pero si esto fuera así, sería preciso que los ortos y ocasos de las estrellas fijas variaran. No se ve que esto suceda. Por tanto la Tierra no se mueve, etc. Aquí está el paralogismo. Para descubrirlo, razono con Aristóteles del siguiente modo. Tú dices, oh Aristóteles, que la Tierra puesta en el centro no puede moverse sobre sí misma porque sería necesario atribuirle dos movimientos. Así pues, si no fuese necesario atribuirle más que un sólo movimiento tú no tendrías por imposible que se moviese con ese único movimiento, porque no habría tenido sentido que te hubieras restringido a hacer descansar la imposibilidad en la pluralidad de los movimientos si ni siquiera pudiese moverse con uno sólo. Y puesto que de todos los móviles del mundo haces que sólo uno se mueva con un único movimiento, y todos los demás con más de uno; y afirmas que dicho móvil es la primera esfera, es decir aquel por el cual nos parece que todas las estrellas, fijas y errantes, se mueven conjuntamente de levante a poniente; si la Tierra pudiese ser esa primera esfera que, al moverse con un único movimiento, hiciese parecer que las estrellas se mueven de levante a poniente, tú no le negarías dicho movimiento. Pero, quien afirma 18 que la Tierra puesta en el centro gira sobre sí misma no le atribuye más movimiento que aquel por el que parece que todas las estrellas se mueven de

levante a poniente y, de este modo, la Tierra viene a ser esa primera esfera que tú mismo aceptas que se mueve con un único movimiento. Es necesario, pues, oh Aristóteles, si tú quieres concluir algo, que demuestres que la Tierra, puesta en el centro, no puede moverse ni siquiera con un sólo movimiento, o bien que tampoco la primera esfera puede tener un sólo movimiento. De otro modo, en tu propio silogismo cometes una falacia y la pones de manifiesto negando y a la vez concediendo lo mismo. Voy ahora a la segunda posición, la de aquellos que colocando la Tierra lejos del centro, la hacen mover en torno a éste, es decir la convierten en un planeta y una estrella errante. Contra esta posición el argumento es pertinente y formalmente concluyente, pero materialmente yerra. Puesto que, aceptando que la Tierra se mueva de este modo y que se mueva con dos movimientos, no por ello se sigue necesariamente que tengan que producirse cambios en los ortos y ocasos de las estrellas fijas, como en su momento aclararé. Pero aquí quiero excusar el error de Aristóteles, incluso quiero alabarlo por haber aportado el argumento más sutil que pueda aportarse contra la posición de Copérnico. Y si la crítica es certera y en apariencia muy concluyente, veréis que tanto más sutil e ingeniosa es la solución, y que para hallarla hacia falta un ingenio tan penetrante como el de Copérnico. Y de la dificultad de entenderla, podréis deducir que tanto mayor es la dificultad de descubrirla. Por el momento dejemos pendiente la respuesta, que en su momento y lugar entenderéis, después de haber contestado a la propia crítica de Aristóteles e incluso de fortalecerla a su favor. Pasemos ahora al tercer argumento, también de Aristóteles, respecto al que, habiendo respondido suficientemente entre ayer y hoy, no hace falta contestar nada más. Nesto que él replica que el movimiento de los graves es naturalmente rectilíneo hacia el centro, después investiga si hacia el centro de la Tierra o bien del universo, y concluye que naturalmente hacia el centro del universo, pero por accidente hacia el centro de la Tierra. Por ello podemos pasar al cuarto, en el que deberemos detenernos bastante porque se fundamenta en la experiencia que da fuerza a casi todos los argumentos que quedan. Efectivamente, Aristóteles dice que el argumento más cierto contra la movilidad de la Tierra es el que nosotros vemos que los proyectiles lanzados hacia arriba vuelven perpendicularmente por la misma línea al mismo lugar desde el que fueron lanzados, y eso sucede aun cuando el movimiento llegue altísimo. Si la Tierra se moviese esto no podría suceder, porque en el tiempo en que el proyectil se mueve hacia arriba y hacia abajo, separado de la Tierra, el lugar en el que se inició el movimiento del

proyectil se desplazaría, debido al giro de la Tierra, una distancia considerable hacia levante y al caer el proyectil percutiría en Tierra a esa misma distancia lejos de dicho lugar. De modo que en éste se concilian tanto el argumento de la bala lanzada hacia arriba con el cañón, como el usado por Aristóteles y por Ptolomeo de que se ve que los graves que caen desde grandes alturas vienen por una línea recta y perpendicular a la superficie terrestre. Ahora bien, para empezar a desenredar estos nudos, pregunto al Sr. Simplicio que si alguien negase a Ptolomeo y a Aristóteles que los graves al caer libremente desde lo alto vienen por una línea recta y perpendicular, esto es directa hacia el centro, con qué medio lo probaría.

## INTRODUCCIÓN



La definitiva sustitución del paradigma de la astronomía aristotélico-ptolemaico culminará con los descubrimientos técnicos (telescopio) de otro gran científico del Renacimiento, Galileo.

Galileo (1564-1642). La idea básica de Galileo, al igual que Kepler, es el carácter armónico del universo y la capacidad del pensamiento para descubrir tales armonías. Sin embargo, la búsqueda de tales armonías o leyes de la naturaleza no obedece a principios místicos o metafísicos, sino a razones de orden lógico y metodológico.

Esta búsqueda implica, además de lo anterior, los siguientes principios metafísicos.

1) La ciencia es el resultado de la síntesis equilibrada de razón y experimentación.

2) La ciencia tiene un método propio, el método compositivo-resolutivo, en el que se conjugan adecuadamente los dos momentos del conocimiento científico: racionales y empíricos.

3) La ciencia consiste en el entendimiento de la profunda correspondencia entre naturaleza y matemática: el científico debe leer el gran libro de la naturaleza que está escrito en lenguaje matemático.

4) El conocimiento científico se basa en la explicación del carácter regular y necesario de la naturaleza, cuyas relaciones causales o leyes son descubiertas aplicando correctamente el método científico.

5) Al científico no le interesan los conceptos metafísicos, ni las causas esenciales de la especulación filosófica, sino las relaciones objetivas y cuantificables que se dan en los fenómenos naturales. El científico se pregunta por el “Cómo” fenoménico, no por el “Por qué” esencial o último de las cosas.

6) El conocimiento objetivo investiga las denominadas cualidades primarias de los cuerpos (objetivas y matematizables) no las cualidades secundarias (subjetivas o sensoriales y cualitativas).

Puesto que anteriormente hemos analizado el método compositivo-resolutivo de Galileo, vamos a señalar aquí, muy brevemente, sus logros astronómicos, los cuales suponen el derrumbamiento definitivo del modelo astronómico aristotélico-ptolemaico.

1) Fue defensor de la teoría copernicana, *Il saggiatore* (1623) y *Diálogo sobre los dos principales sistemas del mundo* (1632), lo que le llevó al conocido enfrentamiento con la Iglesia y a su posterior procesamiento.

2) Fue el creador de la astronomía telescópica, *Sidereus nuntius* (1610). Realizó observaciones decisivas sobre la superficie de la Luna, las manchas solares, las fases de Venus y Mercurio, los cuatro satélites de Júpiter (planetas mediceos), el anillo de Saturno, la Vía Láctea o la Nova de 1604.



La sustitución de la mecánica aristotélica, segundo elemento del paradigma de la Ciencia Antigua y Medieval, es también obra de Galileo, *De motu* (comenzada en 1590) y sobre todo en el *Diálogo sobre dos nuevas ciencias* (1638), en la que se expone y desarrolla la nueva ciencia de la Dinámica. Vamos a analizar, a continuación, sus supuestos teóricos.

Galileo en 1604 (carta a Paolo Sarpi) todavía defendía la relación aristotélica de proporcionalidad entre espacio y velocidad. Posteriormente, en *Los Diálogos...* adoptó la hipótesis deductiva según la cual el movimiento de caída de un cuerpo es uniformemente acelerado, es decir, “Aquel en que partiendo del reposo se producen incrementos iguales de velocidad en tiempos iguales”.

Galileo determinó experimentalmente, mediante la construcción de un artificio de planos inclinados, la proporcionalidad entre espacio y tiempo, “Las distancias recorridas por un grave son una a otra proporcionales a los cuadrados de los intervalos temporales”. La proporcionalidad entre espacio y tiempo y su correspondiente, la velocidad es proporcional al tiempo, implicaba la falsedad de las proporciones aristotélicas, la velocidad es proporcional al peso, al independizar espacio y velocidad del peso del cuerpo. Boyle descubrirá posteriormente que en el vacío, condición ideal negada por Aristóteles, todos los cuerpos caen con igual velocidad.

Simultáneamente al descubrimiento de la ley del movimiento uniformemente acelerado, Galileo enuncia en su obra *De motu* el principio de inercia al afirmar que en un plano horizontal ideal, al desaparecer los rozamientos o resistencias al movimiento, este continúa de forma indefinida y circular (prejuicio del movimiento circular, no superado por Galileo) lo que hace innecesaria la existencia de una fuerza mayor que la resistencia y de aplicación constante. Lo que implica la falsedad del correspondiente principio de la mecánica aristotélica: para existir movimiento es necesaria una fuerza mayor que la resistencia y de aplicación constante. Se trata del movimiento uniforme o pendular, que también se produce en la caída de graves cuando el aumento de la velocidad provoca un aumento paralelo de la resistencia hasta un punto que impide todo aumento ulterior de velocidad. Existe un movimiento inercial en la naturaleza que Galileo identificó con el de los astros en el vacío o inercia circular (puesto que sigue aceptando el dogma del principio de circularidad y

uniformidad). Todavía la ciencia de la época desconoce la explicación de la fuerza que mantiene y acelera a los planetas en sus órbitas...

Galileo investigó los tres tipos de movimientos.

- Movimiento uniforme. Al que definió, formuló matemáticamente y estudió en condiciones terrestres (rozamientos), en condiciones experimentales ideales (principio de inercia) y en condiciones celestes (inercia circular). Refutando los correspondientes principios y proporciones aristotélicas.

- Movimiento de caída de un cuerpo. Al que definió, formuló matemáticamente y estudió en condiciones terrestres (incrementos de velocidad por unidad de tiempo), en condiciones experimentales ideales (vacío) y celestes (no se produce al no existir gravedad). Refutando los correspondientes principios y proporciones aristotélicas.

- Movimiento de proyectiles. Al que definió como un movimiento resultante de la composición de dos movimientos: uno natural (de caída) y otro violento (el horizontal). El espacio recorrido equivale a la diagonal del paralelogramo de fuerzas (gravedad y empuje). La composición de fuerzas en todos los puntos de la trayectoria determina un movimiento resultante parabólico. Lo formuló matemáticamente y refutó definitivamente la peculiar explicación aristotélica.

## ENLACES



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Biografías y Vidas' website. The page is titled 'Galileo Galilei' and features a navigation menu with options like 'Biografía', 'Cronología', 'Su obra', 'Fotos', and 'Videos'. A main text block describes Galileo's scientific revolution, mentioning Copernicus and Newton. Below the text is a portrait of Galileo Galilei. On the right side, there is a Decathlon advertisement for a bicycle, priced at 149.99€.

[Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo: ptolemaico y copernicano](#)

[http://filosofiamaterialesyrecursos.es/14\\_Historia\\_de\\_la\\_Filosofia\\_Galileo.html](http://filosofiamaterialesyrecursos.es/14_Historia_de_la_Filosofia_Galileo.html)

<https://www.webdianoia.com/moderna/galileo/galileo.htm>

<http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/galileo.htm>

<https://www.britannica.com/biography/Galileo-Galilei>

<https://youtu.be/zgkXpVZNvm0>