

3. GALILEO GALILEI

Para muchos autores, la ciencia moderna realmente comienza con Galileo Galilei (1564-1642). Esta opinión se basa en los dos avances en metodología científica generalmente acreditados a Galileo: el uso de experimentos para explorar ideas específicas, y la matematización de la ciencia. Para nuestro interés particular, que es (recordemos) la revolución histórica del método científico, Galileo es realmente importante porque sus numerosos escritos incluyen muchas páginas con sus ideas y reflexiones sobre *cómo* se hace la ciencia. Sin embargo, no debe ocultarse que Galileo es también el primer caso, por lo menos su estatura intelectual, en el que se ha argumentado con datos aparentemente sólidos, que lo que Galileo dice que hizo y lo que realmente hizo no son exactamente idénticos. Esta controversia, iniciada por Alexander Koyré en sus *Estudios galileicos* y la que nos referiremos brevemente, tiene ya varios años de estarse debatiendo y seguramente que pasarán muchos años hasta que se resuelva, o no.

Nuestro interés es registrar lo que Galileo dice que es el método científico y detectar si en sus propias investigaciones realmente lo sigue. Para esta tarea contamos con dos obras fundamentales, el *Diálogos de los dos sistemas principales del mundo* y el *Diálogo sobre las dos nuevas ciencias*. Estos dos libros no son tratados científicos técnicos, por lo menos como los conocemos ahora, sino más bien son obras de difusión de la ciencia dirigidas al público general no científico, ejercicios maestros de cuidadosa retórica (e incidentalmente, de espléndida literatura) que describen detalladamente el pensamiento de Galileo en los tiempos en que estaba desarrollando sus ideas más revolucionarias. Debe aclararse que Galileo publicó sus dos obras fundamentales cuando tenía 68 y 74 años de edad, respectivamente, y que la segunda la escribió cuando estaba ya casi ciego y recluido (formalmente

preso) en su quinta de Arcetri. En otros escritos, como *El Mensajero sideral*, *El ensayador*, y la *Carta a la duquesa Cristina*, también existen párrafos enteros dedicados a varios aspectos del método científico.

En sus trabajos científicos, Galileo se enfrenta a problemas relativamente simples y uno por uno, en lugar de intentar contestar preguntas grandiosas y complejas, concentra su atención en unos cuantos hechos, específicamente los que pueden describirse en términos matemáticos. Se ha discutido mucho si Galileo iniciaba su investigación con una teoría sobre el fenómeno que iba a investigar, o si esta teoría era consecuencia de sus experimentos y observaciones. Citaré dos párrafos de la correspondencia de Galileo, tomados cada uno de sendas cartas escritas (más bien dictadas) al final de su vida, cuando ya estaba ciego. La primera carta, de 1637, está dirigida a Calcavv en París y contiene la respuesta de Galileo a una consulta que le hacía el famoso matemático francés Pierre Fermat:

Yo discuto *ex suppositione*, imaginándome un movimiento hacia un punto alejado de los demás, que se va acelerando, aumentando su velocidad en la misma proporción en que aumenta el tiempo, y a partir de este movimiento demuestro en forma concluyente muchas propiedades. Agrego que si la experiencia mostrara que tales propiedades se verifican en el movimiento de cuerpos pesados cayendo naturalmente, podemos afirmar sin error que se trata del mismo movimiento que yo definí y supuse; y si no fuera así, mis demostraciones, basadas en mi suposición, no pierden nada de su fuerza ni de su conclusividad. . . Pero ha ocurrido que en el caso del movimiento supuesto por mí, todas las propiedades que he demostrado se han verificado en el movimiento de los cuerpos pesados que caen en forma natural.

Dos años más tarde, en 1639, Galileo le escribe a su buen amigo y corresponsal Giovanni Battista Baliani, para agradecerle el envío de su libro *De motu...*, y dice:

Pero regresando a mi tratado sobre el movimiento, yo discuto *ex suppositione* sobre el movimiento definido como mencionamos antes, de modo que si las consecuencias (deducidas) no corresponden a los acontecimientos del movimiento natural en la caída de objetos pesados, me afectaría muy poco, de la misma manera que no afecta en ninguna forma a las demostraciones de Arquímedes el hecho de que no se encuentre en la naturaleza un objeto móvil que se mueva en espirales. Pero en esto yo he sido, por decirlo así, afortunado (*avventurato*) en vista de que el movimiento de los objetos pesados y sus acontecimientos corresponden puntualmente a los demostrados por mí en el movimiento definido por mí.

Debe señalarse que, en contra de los entusiastas partidarios del método hipotético-deductivo (véase capítulo VII, pp. 155-174), que estarían

encantados de contar con Galileo en sus filas, el término *ex suppositione* no significa lo mismo que *ex hypothesi*. En los escritos de Tomás de Aquino y en toda la tradición escolástica, quiere decir razonar de los efectos conocidos a las causas desconocidas, o sea “razonar hacia atrás”. En el lenguaje lógico contemporáneo esto se expresa como

$$\begin{array}{l} \text{Si } p, \text{ entonces } q \\ p, \\ \hline q \end{array}$$

En donde p se refiere a observaciones o resultados experimentales, mientras que q identifica explicaciones teóricas o causas; los escolásticos lo conocían como el argumento *modus ponens*. Como veremos posteriormente, el salto de los efectos a las causas no tiene ningún valor lógico, o mejor dicho, sólo es válido cuando ya sabemos que los efectos en cuestión son producidos por una sola causa, en cuyo caso se vuelve trivial. Pero Galileo parece haberlo abrazado no sólo por convicción filosófica (según sus primeros libros de notas, era un tomista convencido) sino también con gran éxito, gracias a que se limitó a problemas que pueden expresarse matemáticamente. Galileo supuso que para cuerpos con movimiento uniformemente acelerado (definido por él como velocidad aumentada uniformemente con el tiempo), la distancia cubierta en un momento dado es proporcional al cuadrado del tiempo transcurrido. La relación entre aceleración y la proporción tiempo-distancia es matemática y absoluta; ningún experimento puede refutarla. Sin embargo, uno puede preguntarse legítimamente si esta relación teórica describe de manera adecuada la caída de cuerpos pesados en la superficie de la tierra; la respuesta de Galileo a esta pregunta fue positiva.

Uno de los párrafos más citados de Galileo ocurre al principio de su libro *El ensayador*, una polémica dirigida en contra de la dialéctica de los jesuitas, identificados en el volumen con el personaje Sarsi, pero realmente representados por el padre Horacio Grassi, profesor de matemática del Collegio Romano. Galileo dice:

Signor Sarsi, las cosas no son así. La filosofía está escrita en este gran volumen —me refiero al universo— que se mantiene continuamente abierto a nuestra inspección, pero que no puede comprenderse a menos que uno aprenda primero a entender el idioma y a interpretar los signos en que está escrito. Está escrito en el idioma de las matemáticas y sus signos son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las que es humanamente imposible entender una sola palabra; sin ellas, uno camina en un oscuro laberinto.

Pero Galileo no es un matemático teórico, no hace sus formulaciones numéricas y geométricas de fenómenos naturales y se detiene ahí, sino que procede a diseñar y realizar experimentos con objeto de establecer si la naturaleza está de acuerdo con sus cálculos, en vista de que, como él mismo dice:

(el experimento) es común y necesario en las ciencias que aplican demostraciones matemáticas a sus conclusiones físicas

Un ejemplo de los experimentos realizados por Galileo para resolver una cuestión específica es la famosa observación de la caída de objetos de distinto peso “desde una torre”. Es seguro que las descripciones de una confrontación pública de Galileo con los aristotélicos en la torre inclinada de Pisa son puro cuento, pero en sus cuadernos de notas están registrados experimentos diseñados para explorar la idea generalmente aceptada entonces (y, entre el público menos sofisticado, todavía aceptada hoy) de que la velocidad de la caída libre de los cuerpos es proporcional a sus pesos respectivos. Los resultados de sus experimentos señalan claramente que eso no es así, aunque los cuerpos más pesados sí tocan el suelo ligeramente antes que los más livianos; sin embargo, Galileo atribuye esta pequeña diferencia a la fricción del aire y a la distinta capacidad de los cuerpos pesados y ligeros para superar tal resistencia. En el vacío, que sería la situación ideal, todos los cuerpos caerían con idéntica velocidad. En relación con otra hipótesis matemática sobre el movimiento, que la velocidad a la que caen los cuerpos es uniformemente acelerada, Galileo no podía (ni nadie puede hoy con las facilidades técnicas accesibles a Galileo) diseñar un experimento para ponerla a prueba directamente, pero en cambio Galileo decide examinar experimentalmente si otra hipótesis, que es una consecuencia lógica de la primera (que es que la distancia es proporcional al cuadrado del tiempo) corresponde a la realidad. Pero como esta segunda hipótesis también está más allá de sus posibilidades técnicas, en vista de que los cuerpos caen con demasiada rapidez para hacer cualquier tipo de mediciones, Galileo opta por “diluir” la gravedad (como él mismo dice) y hace sus experimentos en un plano inclinado.

Galileo no sólo hacía experimentos para poner a prueba conclusiones teóricas matemáticas sino también para explorar fenómenos, o sea para aumentar el número de datos que podía incluir en sus cálculos teóricos. Pero además, Cohen señala lo siguiente:

Las numerosas observaciones astronómicas y experimentos de Galileo encierran dos características revolucionarias de su filosofía científica (aclaradas para mí en correspondencia con Stillman Drake). Una es la creencia declarada por Galileo de que las experiencias sensoriales y las demostraciones necesarias tiene precedente no sólo sobre los dogmas filosóficos sino también sobre los teológicos. Muy probablemente, no fue si no hasta el siglo XIX que “la mayoría de los científicos adoptó posiciones como la suya. Un segundo y relacionado aspecto de la postura de Galileo (que Drake dice ser el principal innovador de su ciencia y mencionado por Galileo en muchos sitios”) es “la falta de valor de la autoridad para decidir sobre cuestiones científicas”. *En cuerpos en el agua*, Galileo se atrevió a comentar “que la autoridad de Arquímedes no era de mayor importancia que la de Aristóteles: Arquímedes tuvo razón porque sus conclusiones estuvieron de acuerdo con el experimento”. Drake duda de que “Galileo consideró algo más en su ciencia como nuevo que sus descubrimientos que hablaban por sí mismos”.

Entre las muchas cosas que se han dicho de Galileo es que es una de las mayores figuras trágicas de la humanidad, lo que es cierto, pero en más de un sentido. Galileo es uno de los más grandes talentos en la historia del mundo occidental, uno de los creadores de nuestra cultura, uno de nuestros mejores científicos, que al mismo tiempo porta con orgullo el manto de mártir en aras de la libertad del espíritu. Todo eso es cierto. Pero Galileo es todavía algo más, quizás menos bombástico y fluorescente, pero de mayor igual importancia para la comunidad científica internacional: él es ya uno de los nuestros; en oposición a los antiguos, sus intereses y problemas tienen una estructura moderna y un sabor actual, en sus interminables polémicas aparece como el portador del estandarte de la modernidad, de lo que nosotros somos hoy.

Galileo fue acusado de platonista por Koyre y sus seguidores. Éste no es el sitio para examinar objetivamente los detalles de tal acusación; sin embargo, voy a terminar mi análisis de las ideas de Galileo sobre el método científico citando el último párrafo del excelente artículo de Girillo sobre el tema:

En las páginas anteriores hemos examinado críticamente la idea de que Galileo era un discípulo de Platón porque usaba matemáticas y deducción, el concepto de que su método hipotético-deductivo era primariamente platónico, y la idea de que los términos abstractos de sus teorías lo comprometían con un platonismo pitagórico. El mantenimiento de estos errores hace a Galileo un racionalista dogmático, cuando en realidad, tanto por sus escritos, principalmente, por sus trabajos, dirigió un ataque intelectual en contra del

racionalismo dogmático y del empirismo dogmático, ofreciendo un prototipo del equilibrio pragmático moderno entre la razón y los sentidos de la ciencia.

Aquí termina nuestro primer contacto con Galileo, pero volveremos a encontrarnos con él varias veces, incluso al final de esta páginas.

Perez, R. (1998). ¿Existe el método científico? Los científicos de la revolución científica. Fondo de cultura económica, pp 31 – 36. México.