

V

SEMINARIOS

PROBLEMAS FILOSÓFICOS EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA

*Acto organizado
por el Centro de Estudios Filosóficos Eugenio Pucciarelli
de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires
el 16 de julio de 2008*

EL CÁLCULO DE LA DISTANCIA DE LA TIERRA AL SOL EN LA ASTRONOMÍA PTOLEMAICA: UNA PREDICCIÓN SORPRENDENTEMENTE FALSA

Dr. CHRISTIÁN C. CARMAN

0. Resumen

El argumento más fuerte a favor del realismo científico es, sin duda, el de la mejor explicación que sostiene que la tesis realista es la mejor explicación de ciertas predicciones exitosas que realizan determinadas teorías científicas. Habitualmente se ha considerado que las predicciones sorprendentes lo son de hechos verdaderos. Si las hubiera de hechos falsos, la posición del realista científico se vería fuertemente comprometida, puesto que no sólo podrían ser realizadas por teorías falsas sino que el mismo hecho predicho lo sería. En este trabajo analizamos la triple coincidencia entre la predicción de la distancia Tierra-Sol realizada por Ptolomeo en el *Almagesto*, la realizada con otro método por él mismo en las *Hipótesis planetarias* y la proporción para la distancia Tierra-Sol y Tierra-Luna propuesta por Aristarco de Samos, como un caso de una predicción sorprendente pero falsa y mostraremos cómo este hecho singular puede arrojar luz sobre el debate del realismo científico, particularmente sobre qué es lo que el argumento realista pretende explicar.

1. Introducción

En 1981 Laudan formuló la que luego sería conocida como la meta-inducción pesimista,¹ que muchos consideran –aún hoy– el ar-

¹ Aunque la primera formulación corresponde a Putnam 1984: 145-146, traducción castellana en [1978] 1991: 36-37.

gumento más sólido contra el realismo científico.² La inducción de Laudan se propone atacar el que –a su vez– es el más persuasivo de los argumentos realistas: el argumento del no milagro o de la mejor explicación. Éste sostiene que la posición realista es la mejor o la única posible explicación del innegable éxito de la ciencia. Sería un milagro –sostienen– que las teorías exitosas no fueran verdaderas o que los términos teóricos centrales no tuvieran referencia exitosa³. El argumento ha recibido numerosas críticas, además de la inducción de Laudan. Fundamentalmente se lo acusó de caer en una petición de principio⁴ o de que el supuesto milagro que el realista pretende explicar, no es ningún milagro⁵.

Pero, sin duda, la objeción de Laudan es la que más lo ha incomodado. Ésta afirma que, si se trata de un milagro, es un milagro demasiado frecuente, puesto que la historia de la ciencia nos ofrece una gran cantidad de teorías que fueron exitosas y que hoy ya hemos abandonado por falsas. Laudan ofrece una lista de algunas de ellas y asegura que es capaz de ofrecer media docena de teorías falsas y exitosas por cada exitosa y verdadera que le ofrezca el realista⁶.

Por supuesto, hay varios intentos de refutar, bloquear, o al menos debilitar la objeción de Laudan⁷, ya al año siguiente a su publicación apareció la primera respuesta de Hardin y Ronsenberg (1982) que Laudan no tardó en contestar (Laudan 1984). Por su parte, Lewis (2001) y Lange (2002) tratan de mostrar que el argumento de Laudan cae, también, en una petición de principio aunque Saatsi (2005) lo defiende.

Algunos han acusado a la inducción pesimista de suponer una noción de éxito demasiado general,⁸ tanto que ningún realista sostendría que haya razones para suponer la verdad de una teoría exitosa

² Worrall 1982: 216; Kitcher 1993: 136 y Leplin 1997: 136 consideran que es el desafío más grande al realismo.

³ Las formulaciones clásicas de este argumento pueden encontrarse en Putnam 1984: 140-141 y Boyd 1984: 58-59.

⁴ Laudan 1981: 242-243 y Fine 1984: 84-85 y más recientemente Magnus y Callender 2004.

⁵ Matheson 1988: 273 y van Fraassen 1980: 60-61.

⁶ Laudan 1981: 35.

⁷ Ya al año siguiente apareció la primera respuesta de

⁸ La formulación de Laudan, que dice tomarla de los realistas que ataca (Putnam, Sellars y Boyd), aparece en Laudan 1981: 23. Allí mismo advierte de los peligros, para el realista, de asumir una noción más restringida de éxito (fundamentalmente, habría muy pocas teorías exitosas y lo que el realista pretende es salvar el éxito general de la ciencia). Carrier (1991: 25-26) critica la noción de éxito de Laudan.

en ese sentido. Lo cierto es que el mismo Laudan, en su famoso artículo, justificaba la elección de una noción tan amplia de éxito afirmando que era la que de hecho utilizaban los realistas que él atacaba (Putnam, Boyd y Sellars) y recordando que una noción de éxito más restringida no sería beneficiosa para la causa realista porque, en ese caso, la ciencia en su mayoría sería un fracaso y no un éxito y así no podría salvarse el realismo en la mayoría de las teorías, como pretenderían los realistas⁹. Pero la segunda generación de realistas, post-meta-inducción, han preferido optar por una noción más estricta de éxito, cediendo en sus pretensiones respecto del alcance de su argumento, en la búsqueda de un argumento más sólido.

Así, gradualmente la noción de éxito se ha ido deslizando hacia la de predicción novedosa ('novel prediction') o predicción sorprendente¹⁰. Ahora, no bastará que una teoría sea meramente exitosa para fundamentar su realismo, deberá tener predicciones sorprendentes o novedosas, agregando una nueva exigencia a la predicción para que sea relevante desde el punto de vista realista. Una caracterización precisa y útil de predicción novedosa ha ocupado a muchos realistas¹¹.

Otra de las dificultades de las que adolece el argumento de Laudan, según la segunda generación de realistas, consiste en que Laudan supone falsas teorías que, tal vez, tengan partes de verdad. Nuevamente, Laudan justifica su elección sosteniendo que sus opositores –esto es, los realistas de la primera generación– sostienen una especie de holismo confirmacional. Como para ellos una teoría exitosa está confirmada en su totalidad, basta con mostrar casos de teorías exitosas pero parcialmente falsas. Pero los realistas de la segunda generación, no pretenden con su argumento que toda la teoría quede confirmada, sino sólo aquella parte efectivamente responsable de la predicción sorprendente¹². Nuevamente, se trata de un paso atrás

⁹ Uno de los pocos realistas que lo reconoce es Kitcher ([1993] 2001: 201, nota 20).

¹⁰ Cfr. por ejemplo Worrall 1989: 101 y 114 y Leplin 1984: 205.

¹¹ Worrall 1989: 114; Lipton [1991] 2004.

¹² Cfr. Laudan 1981: 27-28, en la que ofrece una crítica *ante literam* a la estrategia de Psillos, Kitcher y Worrall, sosteniendo que el realista necesita sostener argumentos holistas para que el éxito a nivel observacional de la teoría sirva para justificar la parte teórica. Sin argumentos holistas, sólo lo observable o las teorías de bajo nivel quedarían confirmadas. Sin embargo, lo que Laudan está mostrando es que los realistas necesitan que sea legítimo el paso de lo observable a lo no-observable, no que tenga que confirmarse todo lo no observable de la teoría en bloque. De todas maneras, Laudan es más sutil y sostiene que permitir que el éxito funda-

que han dado los realistas en sus pretensiones, ahora no sólo el realismo se predicaría de unas pocas teorías (las exitosas en sentido estricto), sino sólo de alguna parte de ellas (la responsable del éxito). Así, Kitcher ([1993] 2001: 210-211), afirma que lo que el argumento de Laudan nos enseña no es que no podemos inferir la verdad (aproximada) de una teoría a partir de su éxito, sino que no podemos hacerlo de toda la teoría.

Esta línea argumental han seguido, aunque con matices distintos, Kitcher, Psillos y Worrall¹³. Ellos han tratado de desarmar el argumento mediante una estrategia que consiste en analizar con precisión quirúrgica los casos históricos que integran la lista de Laudan y mostrar que las teorías que allí aparecen no pueden ser consideradas simplemente falsas y/o que sus términos centrales no refieren. El objetivo de estos autores es mostrar que aquello responsable del éxito de esa teoría puede aún hoy ser considerado verdadero y que lo que ha sido descartado como falso no cumplía ningún papel en la inferencia de las predicciones sorprendentes.

Así, con una noción de éxito más restringida y buscando salvar sólo parte de las teorías, la lista de Laudan quedaría drásticamente reducida. Pero la estrategia seguida por Kitcher, Psillos y Worrall ha sido criticada, fundamentalmente, desde dos aspectos distintos.

Por un lado, Martin Carrier, asumiendo que los realistas tienen razón en sus nuevas restricciones, afirma que “un argumento anti-realista viable sólo puede estar basado en casos en los que aspectos equivocados de teorías equivocadas sean responsables de un éxito predictivo en sentido fuerte en esa teoría” (Carrier 1991: 29) y asegura, que él presentará dos casos de ese tipo: la teoría del flogisto y la predicción de Dalton y de Gay-Lussac respecto de la igualdad de la expansión térmica de todos los gases basada en la teoría calórica del calor. Así, la lista de Laudan es renovada con casos que atacan también el corazón del argumento del no milagro reformado.

Por otro, la estrategia de estos autores ha sido duramente criticada por Stanford (2003), quien afirma que disimula una especie de

mente el realismo de porciones de las teorías permitiría que una teoría exitosa no sea referencial en sus entidades más fundamentales. Y es cierto, pero los realistas de la segunda generación, parecen no tener problema en aceptar esta consecuencia. En resumen y como siempre, si el argumento de Laudan no es eficaz contra los realistas de hoy, es porque éstos han aprendido a no cometer los errores de los realistas anteriores, que son contra los que Laudan esgrime su argumento. Ver Kitcher [1993] 2001: 202-203, nota 22.

¹³ Cfr. Kitcher 1982, 1993 y 2001; Psillos 1996 y 1999 y Worrall 1989 y 1994. Cfr. También Devitt 1991: 162, McMullin 1984: 17-18 y Chakravarty 1998.

armonía preestablecida, ya que las dos preguntas cruciales: ¿qué parte de las teorías pasadas es verdadera? y ¿qué parte de las teorías pasadas es responsable del éxito empírico? se responden desde nuestras creencias actuales. Ahora bien –continúa Stanford– si se utiliza una y la misma teoría, actualmente aceptada, para contestar ambas preguntas, la convergencia entre las respuestas está virtualmente garantizada: no cabe duda de que las partes responsables del éxito serán verdaderas porque las responsables del éxito serán las que hoy se han conservado y las que hoy se conservan serán juzgadas verdaderas.

En todos los casos, entonces, realistas y antirrealistas aceptan que algunas teorías del pasado han realizado predicciones que aún hoy se consideran sorprendentes, sólo que los primeros sostienen que la parte responsable de dichas predicciones se conserva en las teorías actuales y ello sería un indicio de su verdad; los segundos, por su parte, presentan casos en los que no se han conservado y, en los que se han conservado, ofrecen una explicación alternativa a la realista. Siempre se trata, por lo tanto de teorías que aun hoy se consideran exitosas. En lo que sigue presentaré un ejemplo histórico muy particular que, creo, ayudará a profundizar un poco más en el planteo del argumento realista y de su respuesta antirrealista. Se trata del cálculo de la distancia Tierra-Sol realizado por Ptolomeo.

2. El cálculo de la Distancia Tierra-Sol en Ptolomeo

2.1. El cálculo de Aristarco

Aristarco de Samos es conocido por haber anticipado el sistema copernicano dos siglos antes de Cristo. Sin embargo, su influencia más importante en la historia de la astronomía se encuentra en la única obra que se ha conservado íntegramente, el *Tratado sobre el tamaño y las distancias del Sol y la Luna*¹⁴. El objetivo de la obra queda expresado con prístina claridad en el título. Siguiendo un estilo estrictamente euclidiano, Aristarco comienza enumerando las 6 hipótesis fundamentales. La cuarta sostiene que, cuando la Luna se encuentra en uno de sus cuartos, su elongación –es decir, su distancia angular respecto del Sol, medida desde la Tierra– es “menor que un cuadrante por una trigésima parte de un cuadrante”, es decir, de

¹⁴ El texto griego y la traducción al inglés se encuentra en Heath [1913] 1997: 351-411.

87°. Es éste el dato fundamental que Aristarco necesita para obtener las proporciones entre la distancia Tierra-Luna (DL) y la distancia Tierra-Sol (DS).

Como puede desprenderse con facilidad de la figura 1, en el instante en el que la Luna alcanza la cuadratura, el ángulo con centro en la Luna que une a la Tierra y el Sol es recto. Si conocemos, además, otro de los ángulos del triángulo, podremos establecer la proporción entre sus lados. Sabemos, en efecto, que el ángulo con centro en la Tierra mide 87°, por lo tanto el tercer ángulo, con base en el Sol, será de sólo 3°. El seno de este último ángulo –que llamaremos S– nos dará la razón DL/DS . Lo cual implica que $DS = DL/\text{sen}(S)$. Si consideramos a DL como la unidad, obtenemos que DS vale 19,107. Es decir, respecto de la Tierra, el Sol está 19.107 veces más lejos que la Luna.

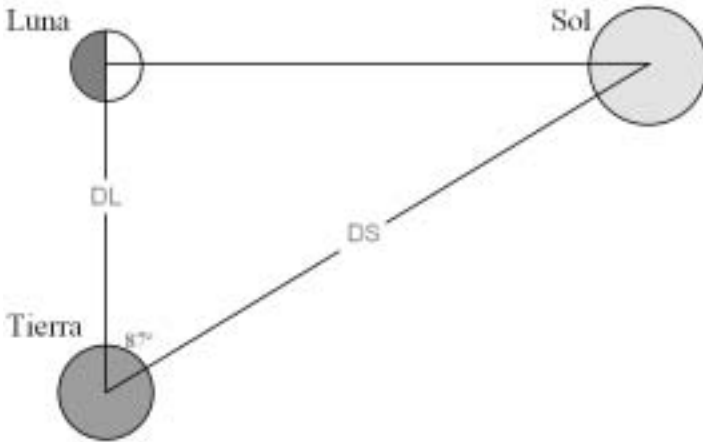


Figura 1

Pero Aristarco no era capaz de encontrar un resultado tan preciso porque en el momento en que escribió su *Tratado* aún no se había desarrollado la trigonometría. Sin embargo, con un procedimiento ingenioso pero complicado, demuestra, por un lado, que la proporción tiene que ser mayor que 18 y, por otro, menor que 20. Actualmente se sabe que la proporción es muchísimo mayor, cercana a los 200. El método utilizado por Aristarco es incuestionable, pero la elongación de la Luna en cuarto creciente es mucho más cercana a los 90° (89° 50'). La diferencia no es muy grande, teniendo en cuenta no sólo las dificultades para medir la elongación sino, sobre todo, para estable-

cer el momento exacto de la cuadratura de la Luna¹⁵. Mediante otros datos y otros cálculos, Aristarco obtiene las distancias absolutas, (no sólo las relativas) y los tamaños del Sol y de la Luna¹⁶.

2.2. El cálculo de Ptolomeo en el *Almagesto*

Algunos siglos después, en el *Almagesto*¹⁷, Ptolomeo obtiene la paralaje lunar de una manera altamente teórica. La paralaje es la diferencia en la posición angular de un cuerpo, medido desde dos lugares distintos. Si se conoce la distancia entre los lugares, puede calcularse la distancia del cuerpo. Ptolomeo calcula la posición angu-

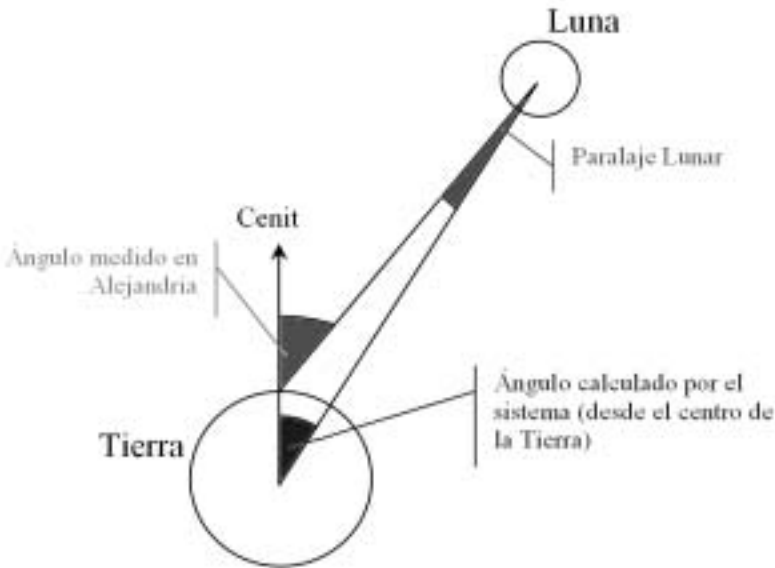
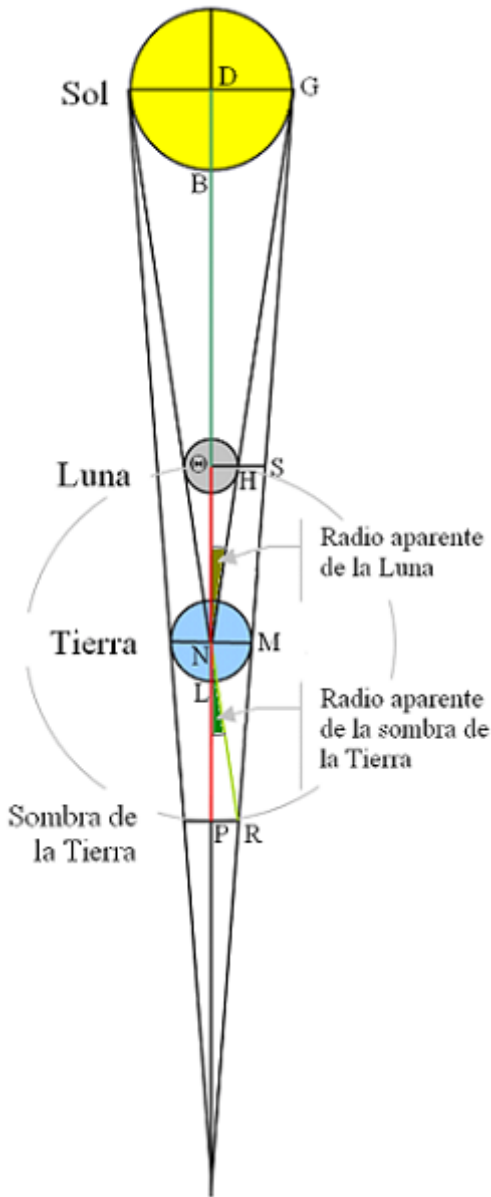


Figura 2

¹⁵ Evans (1998: 72), sin embargo, cree que Aristarco no midió, sino que calculó la elongación mediante un razonamiento.

¹⁶ Para esos cálculos confrontar, en primer lugar, a Heath [1913] 1997: 329-336; luego a Neugebauer 1975: 634-643; van Helden 1986: 5-11; Dreyer 1953: 182-184.

¹⁷ La edición griega clásica es Heiberg 1898-1903, existiendo dos traducciones al inglés, de las cuales la segunda es infinitamente mejor: Taliaferro 1952 y Toomer 1988, una al francés: Halma 1813-1816 y una al alemán: Manitius 1912-1913, además de varias al latín. Como obras introductorias al *Almagesto* sin duda la mejor (aunque no sin errores) es Pedersen 1974; también puede verse Neugebauer 1975, de mayor amplitud. Una introducción didáctica pero seria a la astronomía antigua puede encontrarse en Evans 1998.



lar de la Luna en un momento determinado desde su modelo y la compara con la que de hecho ha observado. Cómo los cálculos de su modelo deben darle los resultados vistos desde el centro de la Tierra, la diferencia entre los dos valores es, justamente, la paralaje lunar (ver figura 2). A partir de la paralaje que obtiene, Ptolomeo puede calcular que la Luna, a su máxima distancia de la Tierra, se encuentra a 64;10 radios terrestres (64^{rt}).

Luego, utiliza los datos que obtiene de dos eclipses lunares e introduciéndolos en un ingenioso gráfico que representa un eclipse lunar y otro solar (ver figura 3), encuentra para DS un valor de 1210^{rt}, cuando la Luna se encuentra a su máxima distancia. La proporción entre ambos es de 18.86, que se encuentra claramente entre los 18 y 20 que había establecido Aristarco como límites. He aquí una primera coincidencia: la proporción calculada por Ptolomeo con un método y valores absolutamente independientes de los de Aristarco, cae perfectamente dentro de los límites establecidos por éste.

2.3. El cálculo de Ptolomeo en Las hipótesis planetarias

En una obra posterior, *Las hipótesis planetarias*¹⁸, Ptolomeo intenta establecer las distancias absolutas de los planetas. Con su sistema de epiciclos y deferentes él había sido capaz en el *Almagesto* de establecer la proporción entre el radio del deferente (R) y el del epiciclo (r) y, teniendo en cuenta, además, la excéntrica (e), podía calcular la proporción entre la distancia máxima que alcanzaría un planeta y la mínima. Supone, además, que no existe el vacío y que, por lo tanto, la distancia máxima de un planeta tiene que coincidir con la mínima del planeta inmediato superior (ver figura 4). Si poseyera una distancia absoluta, podría calcular, en base a estas proporciones, la distancia máxima, media y mínima absoluta de cada planeta. Partiendo de los datos obtenidos en el *Almagesto*, Ptolomeo redondea la distancia máxima de la Luna en 64^{ra}. Coloca, por lo tanto, la distancia mínima de Mercurio en 64^{ra} y, tomando como la proporción de la distancia máxima y mínima de Mercurio el valor de $\frac{88}{34}$, calcula su distancia máxima en 166^{ra} que coincide, obviamente, con la distancia mínima del siguiente planeta, Venus. La proporción entre las distancias de Venus es $\frac{104}{16}$, por lo que la distancia máxima de Venus es 1079^{ra}. Ahora bien, la distancia media del Sol es de 1210^{ra} (según el cálculo realizado en el *Almagesto*), y teniendo en cuenta la excéntrica de la órbita solar, la mínima será de 1160^{ra}. Había varias razones para pensar que luego de Venus debía estar ubicado el Sol, por lo que la distancia máxima de

¹⁸ Con esta obra de Ptolomeo ha sucedido un hecho sumamente curioso que muestra que también la historia, como disciplina, puede tener predicciones sorprendentes. La edición clásica era la de Heiberg 1907. Pero luego de un profundo estudio de autores medievales, Hartner 1964 concluyó que las *Hipótesis* debían contener una parte que no aparecía en la edición de Heiberg ni por lo tanto –supuso Hartner– en los manuscritos árabes y griegos que los traductores de esa edición habían utilizado. En ese artículo, Hartner aseguraba que la búsqueda de la parte faltante del manuscrito en bibliotecas de Oriente y Occidente podía ser fructífera. Goldstein encontró lo que Hartner predijo en un manuscrito hebreo. Luego, revisando el manuscrito árabe que habían utilizado los traductores de Heiberg, descubrió que también en él se encontraba la parte perdida. La razón de la omisión de la edición de Heiberg –se supo después– fue que el primer traductor (L. Nix) murió durante la traducción y los nuevos traductores, Bohl y Heegard, comenzaron la traducción un poco más adelante, dejando sin traducir lo que ahora se conoce como la parte II del libro I. Justo en esa parte está el cálculo de las distancias absolutas de los planetas que aquí nos interesa. Seguiremos, por lo tanto, la publicación de Goldstein 1967 donde aparece la traducción inglesa de la parte perdida, junto con el manuscrito completo en árabe. Existe una traducción al castellano de la obra completa, editada por Pérez Sedeño 1987, pero lamentablemente tiene muchísimos errores, por lo que seguiremos siempre la edición de Goldstein.

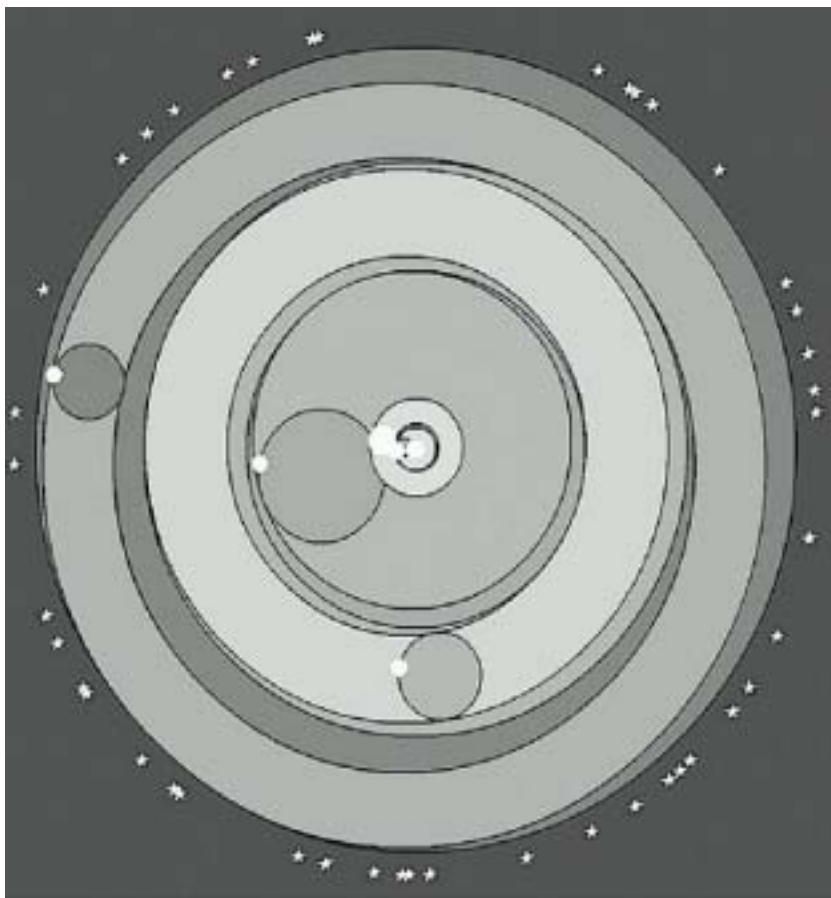


Figura 4

Venus debía coincidir con la mínima del Sol y, en efecto, la diferencia es de apenas 81^{r} , menos del 7%. Una coincidencia más que sorprendente. Pero en realidad es mucho más sorprendente si tenemos en cuenta que, si Ptolomeo no hubiera redondeado los valores obtenidos en el *Almagesto* y hubiera sido más cuidadoso con sus cálculos, la distancia máxima de Venus alcanzaría 1189^{r} y se pasaría de la mínima del Sol por apenas 29^{r} , sólo el 2,4%, una coincidencia maravillosa teniendo en cuenta las dificultades de observación y cálculo que podía tener Ptolomeo. Pero puede aún ser más asombrosa si tenemos en cuenta este último detalle. En las *Hipótesis planetarias*, Ptolomeo

corrige brevemente los parámetros de Mercurio, si se realizan los cálculos con los parámetros corregidos, se obtiene para la distancia máxima de Venus un valor de aproximadamente 1146^{rt}, con apenas 14^{rt} de diferencia, lo que representa un 1,1%. Simplemente increíble.

Ptolomeo, entonces, obtiene mediante dos cálculos sumamente cargados de teoría pero aparentemente independientes entre sí un valor impresionantemente parecido para DS. Ese valor, además, coincide perfectamente con los límites que había establecido Aristarco para la proporción entre DS y DL. Nos encontramos frente a una *triple coincidencia*. Cualquiera de los dos cálculos de Ptolomeo puede legítimamente considerarse una predicción sorprendente respecto de la proporción de Aristarco y, además, la coincidencia entre ellos es también sorprendente.

Es un caso que, entonces, a primera vista, podría ser considerado un miembro más de la lista de Laudan (o de la de Carrier)¹⁹. Se trata de tres cálculos sorprendentes (por su coincidencia entre sí), pero basados en teorías que, justamente en aquello responsable de las predicciones, son falsas. Comenzando con el cálculo de Aristarco, allí tenemos un método absolutamente válido pero con un dato sumamente relevante muy impreciso, el valor del ángulo de la elongación de la Luna. En el cálculo de las *Hipótesis planetarias* se utiliza el sistema de epiciclos y deferentes y está basado casi exclusivamente en hipótesis falsas: los radios de los deferentes, epiciclos y excéntricas y la no existencia del vacío son insostenibles actualmente. El cálculo realizado en el *Almagesto* no corre mejor suerte: los datos obtenidos a partir de los eclipses son sumamente dudosos y, además, utiliza de manera relevante la distancia de la Tierra a la Luna que está basada en una teoría de la Luna poco convincente justamente en aquello comprometido en este caso. En efecto, Ptolomeo calcula la paralaje de la Luna cuando ésta se encuentra cerca de una de sus cuadraturas. Como es bien conocido, la teoría de la Luna de Ptolomeo implicaba que ésta varía su posición respecto de la Tierra mucho más de lo que podía observarse²⁰. Particularmente cuando se encontraba cerca de las cuadraturas, la Luna se debía acercar a la Tierra tanto

¹⁹ Probablemente se trate, de hecho, del primero de la lista de Laudan “las esferas cristalinas de la astronomía antigua y medieval”. Sin embargo, Laudan sólo lo formula de esa forma general y no lo desarrolla luego. Tal vez por eso jamás ha sido tratado por los realistas.

²⁰ Por supuesto que no podía observarse la distancia de la Tierra a la Luna, lo cual debía ser calculado. Pero la cercanía o lejanía de la Luna implica un cambio en el tamaño aparente de la Luna que no se observaba.

que tendría que encontrarse casi a mitad de camino respecto de su distancia en las sicigias. La distancia máxima que obtiene está bastante cerca de los valores actualmente reconocidos, pero no su distancia mínima que es la que calcula. Así, también el cálculo de los eclipses está basado en datos e hipótesis relevantes falsos. En realidad, en muchos más de los que aquí hemos mencionado, pero éstos ya son suficientes para desalentar cualquier intento por este camino. Se trata, por lo tanto, de un candidato sumamente sólido a integrar la lista de las teorías falsas y exitosas ya que parece directamente inconcebible cualquier intento de mostrar cierta permanencia de las partes teóricas implicadas en las predicciones.

3. ¿Es exitoso?

Pero la respuesta del realista no parece difícil: aceptaría que nada de lo responsable de esas predicciones se ha conservado en las teorías actuales, pero –replicaría él– ¿por qué habría de conservarse si la predicción es falsa? El Sol no se encuentra a 1210^{rt} sino 10 veces más lejos. ¿Qué tiene de raro que las partes teóricas implicadas en la predicción sean falsas, si la predicción misma lo es? Y esta respuesta nos lleva al núcleo de la cuestión: ¿se trata de una predicción sorprendente? Para responder esta pregunta, deberíamos primero responder la siguiente: ¿puede una predicción ser sorprendente siendo falsa? Hasta ahora tanto realistas como antirrealistas han supuesto que las predicciones exitosas eran un subconjunto de las consecuencias verdaderas de las teorías. La segunda generación de realistas restringió más ese subconjunto exigiendo nuevas condiciones, pero siempre manteniéndolo dentro de las consecuencias verdaderas. Los antirrealistas aceptan que son verdaderas, pero ponen en duda la verdad de la parte teórica responsable de esas predicciones. Y se han permitido considerarlo verdadero porque –tanto realistas como antirrealistas– suponen que el carácter exitoso de cierta predicción no cambia con el tiempo. Es, de alguna manera, meta-teórico. Pero ¿es realmente así? Es decir: ¿puede una predicción que en un momento fue considerada exitosa porque, además de otros requisitos, era considerada verdadera, dejar de serlo porque luego se la consideró falsa? La respuesta a esta pregunta depende de qué consideremos sorprendente. Si lo sorprendente es que de una teoría aparentemente falsa se obtengan predicciones verdaderas, evidentemente al dejar de ser considerada verdadera la predicción, dejará de ser sorprenden-

te. Pero si lo sorprendente es que dos cálculos absolutamente independientes coincidan *sin buscarlo* en el mismo resultado, que luego ese resultado se revele incorrecto no altera su carácter de sorprendente. En realidad, las dos cosas son sorprendentes, lo que debemos preguntarnos es qué tipo de “sorpresa” utilizaremos en el argumento del no-milagro.

Dicho de otra manera, lo que estamos planteando es que hay dos posibles *explanandum* para los cuales la tesis realista se postula como *melior explanans* en el argumento de la mejor explicación. Uno es que una teoría tenga conclusiones verdaderas sorprendentes. El argumento sostiene que suponer la verdad (aproximada) de la (parte teórica de la) teoría o la existencia de sus entidades teóricas centrales, implicadas en la predicción, es la mejor explicación de ese hecho. Pero el otro posible *explanandum* es la coincidencia en los resultados de cálculos independientes, independientemente de su valor de verdad. Merece una explicación por qué tres cálculos independientes dan resultados consistentes, independientemente de que el resultado sea verdadero. Nadie puede negar que, cuando le es presentado el caso del cálculo de Ptolomeo, su primera reacción es pensar “¡esto no puede ser!; ¡algo debe estar mal!”, lo cual es reconocer que tan fuerte es la necesidad de una explicación de ese hecho que, en ausencia de ella, uno estaría dispuesto, directamente, a negar el hecho. Nuevamente la tesis realista se postula aquí como *explanans*: la tesis realista explica porqué los resultados coinciden.

Está claro que los dos hechos son sorprendentes y, por lo tanto, dignos *explananda* de una tesis realista. Lo que debemos preguntarnos es cuál de los dos le conviene tomar al realista para armar un argumento a su favor. Es una decisión pragmática. Veamos, por lo tanto, las consecuencias de cada posición.

Si el realista supone la verdad para que una predicción sea sorprendente,

a) se evita tener que explicar qué sucede con el caso de Ptolomeo y todos aquellos similares en los que hay una coincidencia sorprendente entre cálculos genuinamente independientes, pero que finalmente el mismo resultado coincidente es abandonado por ser considerado falso.

b) Pero la desventaja es que sólo podría usar como casos de éxito a su favor aquellos que fueran indiscutiblemente verdaderos. E indiscutiblemente verdaderos para el antirrealista, que es hacia quien está dirigido el argumento. Porque el antirrealista podría poner en duda la verdad de la predicción y, así haciéndolo, dejaría al realista sin *explanandum*. Pero un antirrealista podría poner en

duda, en principio, cualquier predicción que no sea de un hecho “observable”. Este argumento, entonces, quedará ligado a tener que solucionar el problema de la distinción observable/inobservable. Mientras no se establezca un límite claro de qué es indiscutiblemente observable, el antirrealista podrá ponerlo en duda. La discusión de los años 70 acerca de la distinción nos ha enseñado, por lo menos, que no es posible trazar una distinción clara. Así, seguramente permanecerán en la lista de los ejemplos de predicciones sorprendentes la predicción de la existencia, posición y masa de Urano por parte de la mecánica newtoniana, la del punto blanco en el centro de la sombra de un disco opaco de la teoría ondulatoria de Fresnel. Pero no lo será ya la medición de las radiaciones de fondo por Penzias y Wilson como una predicción de la teoría del Big Bang, la necesidad de un universo no estático seguido de la ecuación de Einstein –y bloqueado por la introducción de la constante cosmológica– o la coincidencia del origen del *homo sapiens* en África por parte de la paleontología y la biología molecular, el cálculo del número de Avogadro²¹, etc.

Si, en cambio, decide aceptar como base empírica de su argumento los casos en los que el carácter sorprendente se debe a una coincidencia entre dos o más cálculos, tendrá como clara ventaja:

a) Desprenderse del problema de distinguir los niveles aceptables de observabilidad porque la coincidencia o no de dos resultados y la independencia de los cálculos es un problema cuya solución no está determinada por la posición realista o antirrealista que se asuma (mientras que el de la observabilidad, sí). Así, todos coincidirán en el *explanandum*. Y coincidirán también en que el *explanandum* es, ciertamente, un *explanandum*, es decir, es algo que debe ser explicado: la coincidencia tiene que ser explicada tanto por realistas, como por antirrealistas.

b) Además, sin duda la base empírica del argumento realista se amplía ya que incluye todos los casos anteriores y otros que por inobservables o dudosos quedaban afuera. En este caso, no hace falta una predicción sorprendente que esté indudablemente justificada (por ser observable), sino que puede tratarse de predicciones altamente cargadas de teoría, pero provenientes de dos teorías independientes.

c) Por supuesto, como desventaja cuenta que tiene que hacerse cargo de los casos que, como en el de Ptolomeo, una predicción sorprendente resulta ser falsa.

²¹ Salmon (1984: 213-221) propone un argumento muy parecido a favor del realismo científico utilizando un bonito ejemplo sobre el cálculo del número de Avogadro.

¿Por qué debe hacerse cargo? Porque si acepta que lo asombroso es la coincidencia de los cálculos, el realista *inferirá* a partir de dicha coincidencia la verdad de la predicción y de la parte teórica responsable de dicha predicción. Si luego se revela falsa, se refuta lo que el realista suponía: que ese tipo de coincidencias sólo podían darse en predicciones verdaderas de teorías (parcialmente) verdaderas. En el argumento del no milagro tradicional –aquél que supone la verdad de la predicción e infiere la de la parte teórica responsable– como la verdad de la predicción se supone, si luego se revelara falsa, el realista se habría equivocado en el ejemplo elegido, pero el argumento no se vería significativamente debilitado.

Creo que lo más fuerte de esta segunda versión del argumento del no milagro es que vuelve indiscutible el *expanandum*: aunque el antirrealista niegue la verdad de la predicción y de la teoría que lo predice, aún resta por explicar por qué los valores han coincidido. El realista tiene una respuesta, el antirrealista tendrá que elaborar la propia. Por supuesto, asumir esta versión del argumento del no milagro, hace que el realista tenga que hacer frente al caso que hemos presentado de Ptolomeo. Yo creo que el realista tiene una respuesta, pero ya escapa a los objetivos de este trabajo²².

Por supuesto que no cualquier coincidencia en el resultado de dos teorías distintas e independientes será un caso a favor del realismo. Si así fuera, cualesquiera dos teorías rivales que compartan parte del éxito empírico –la teoría Ptolemaica y Copernicana respecto de la longitud de los planetas, por poner el ejemplo más conocido– serían un ejemplo y el realista se vería obligado a aceptar a ambas como verdaderas. Pero en ese caso no hay nada de asombroso porque, conocido primero el dato, las teorías fueron elaboradas para dar cuenta de él. La coincidencia es asombrosa cuando (a) ambas teorías llegan a esa conclusión sin conocer su resultado y, además, (b) en aquello implicado en la predicción, esas teorías son independientes.

Tampoco se pide, evidentemente, que las teorías sean absolutamente distintas, pues la inconmensurabilidad entre ellas haría imposible afirmar que realizan la misma predicción. Sólo se pide que los cálculos realizados por ellas sean independientes de tal manera que el cálculo de una no determine el de la otra.

²² En este ejemplo particular, he elaborado una respuesta que consiste, fundamentalmente, en mostrar que la coincidencia se debe a una deliberada alteración de los datos por parte de Ptolomeo para lograr la consistencia de los resultados. Si ése es el caso, evidentemente no hay nada sorprendente en la coincidencia. Ver Carman 2008.

El realista, sin embargo, no debe exigir entre los criterios que se trate de teorías compatibles, es simplemente una consecuencia de su posición: si el realista tiene razón, no deberían darse en la historia casos de dos teorías incompatibles entre sí que realicen, genuinamente, la misma predicción sorprendente. Al menos, no deberían ser incompatibles en aquello responsable de la predicción. Encontrar un caso así, sería un fuerte golpe para el realista; que no los haya, es nueva evidencia para el realista.

4. Conclusión

Hemos querido mostrar en este trabajo cómo un caso histórico puntual puede enriquecer conceptualmente el debate acerca del realismo científico, obligando a mayores precisiones respecto de qué es exactamente lo que el realista pretende que su tesis explica. Creemos que el caso de la coincidencia de los resultados de los tres cálculos de la distancia al Sol, resultados sin embargo falsos, muestra que el realismo científico puede proponerse como explicación de la coincidencia de resultados de cálculos independientes y no de las predicciones verdaderas sorprendentes. Sin duda, ello fortalecerá la posición realista, al menos, en que el *explanandum* no podrá ser discutido por los antirrealistas ya que la independencia de los cálculos y la necesidad de explicar la coincidencia de los resultados parecen no estar determinados por las posiciones realistas o antirrealistas asumidas. Por supuesto, este cambio de *explanandum* no resuelve todos los otros problemas que el argumento del no milagro posee: la falta de una caracterización clara de verdad aproximada, de referencia, etc.; la posible petición de principio al utilizar un argumento que los antirrealistas ponen en duda, etc. Pero, al menos, vuelve indiscutible el *explanandum* y permite agregar muchos más casos al *explanandum*. Ello no es poco, teniendo en cuenta que las dos movidas de los realistas para contrarrestar el argumento de Laudan han tenido como consecuencia una disminución en los casos a favor del realismo.

5. Bibliografía

Boyd, R. (1984), "The current status of Scientific Realism", en Leplin (1984): 41-82.

- Carman, C. (2008), "Rounding Numbers: Ptolemy's Calculation of the Earth-Sun Distance" (en prensa), *Archive for History of Exact Sciences*, Springer, Berlin / Heidelberg.
- Carnap, Rudolf ([1966] 1969), *Fundamentación lógica de la física*. Publicado originalmente como *Philosophical Foundation of Physics. An Introduction to the Philosophy of Science* (New York: Basic Books), Buenos Aires, Sudamericana.
- Carrier, M. (1991), "What is wrong with the Miracle Argument?", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 22, No. 1: 23-36.
- Devitt, M. (1991), *Realism and Truth*, Princeton, Princeton University Press (second edition, first edition: 1984).
- Evans, J. (1998), *The History and Practice of Ancient Astronomy*, Oxford, Oxford University Press.
- Fine, A. (1984), "The Natural Ontological Attitude" en Leplin (1984): 83-107.
- Goldstein, B. R. (1967), *The Arabic version of Ptolemy's Planetary Hypotheses*, Transactions of the American Philosophical Society, New Series, Vol. 57, part. 4.
- Halma (1813-1816), *Composition Mathématique de Claude Ptolémée*, 2 vols., Paris, Chez Henri Grand.
- Hardin, C. & A. Rosenberg (1982), "In defense of Convergent Realism", *Philosophy of Science*, 49: 604-615.
- Hartner, W. (1964), "Medieval views on Cosmic Dimensions and Ptolemy's Kitab al. Manshurat", en Koyré (1964), I: 254-282.
- Heath, Th. ([1913] 1997), *Aristarchus of Samos. The Ancient Copernicus. A History of Greek Astronomy to Aristarchus together with Aristarchus' Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon* (First edition: Oxford: Oxford University Press), Oxford: Oxford and Clarendon University Press.
- Heiberg, J. L. (ed.) (1898-1903), *Claudii Ptolemaei Opera quae existant omnia*, Vol. I, Syntaxis Mathematica, 2 vols., Leipzig, Teubner.
- Heiberg, J. L. (ed.) (1907), *Claudii Ptolemaei Opera quae existant omnia*, Vol. II, Opera Astronomica Minora, Leipzig, Teubner.
- Kitcher, P. (1982), "Genes", *British Journal for the Philosophy of Science* 33: 337-359.
- Kitcher, P. (2001), "Real Realism: The Galilean Strategy", *The Philosophical Review*, 111: 151-197.
- Kitcher, P. ([1993] 2001), "El avance de la Ciencia. Ciencia sin leyenda, objetividad sin ilusiones", traducción de Héctor Islas y Laura Manríquez. Publicado originalmente como *The Advancement of Science* (Oxford: Oxford University Press), México, D.F., UNAM.
- Lange, M. (2002), "Baseball, Pessimistic Inductions and the Turnover Fallacy", *Analysis* 62: 281-285.
- Laudan, L. (1981), "A confutation of convergent realism", en Leplin (1984) (publicado originalmente en *Philosophy of Science*, Vol. 48, No. 1, 1981).

- Laudan, L. (1984), "Realism without the Real", *Philosophy of Science* 51: 156-162.
- Leplin, J. (1984), *Scientific Realism*, Berkeley, University of California Press.
- Leplin, J. (1997), *A Novel Defense of Scientific Realism*, Oxford, Oxford University Press.
- Lewis, P. J. (2001), "Why the Pessimistic Induction is a Fallacy", *Synthese* 129: 371-380.
- Lipton, P. ([1991] 2004), *Inference to the Best Explanation*, Second Edition, London, Routledge.
- Magnus, P. D. y Callender, Craig (2004), "Realist Ennui and the Base Rate Fallacy", *Philosophy of Science* 71: 320-338.
- Manitius, K. (1912-1913), *Ptolemäus, Handbuch der Astronomie. Deutsche Übersetzung von K. Manitius*, 2 vols., Leipzig, Teubner.
- Matheson, C. (1998), "Why the no-miracles argument fails", *International Studies in the Philosophy of Science*, 12: 263-279.
- McMullin, E. (1984), "A Case for Scientific Realism", en Leplin (1984): 8-40.
- Neugebauer, O. (1975), *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences 1. 3 vols., Berlin, Springer.
- Pedersen, O. (1974), *A Survey of the Almagest*, Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium, Vol. 30, Odense, Odense University Press.
- Pérez Sedeño, E. (1987), *Las hipótesis de los planetas*, introducción y notas de E. Pérez Sedeño, traducciones de J. G. Blanco y A. Cano Ledesma, Madrid, Alianza.
- Psillos, S. (1996), "Scientific Realism and the 'Pessimistic Induction'", *Philosophy of Science* 63 (Proceedings): s306-s314.
- Psillos, S. (1999), *Scientific Realism. How science tracks truth*, London and New York, Routledge.
- Putnam, H. (1984), "What is Realism?", en Leplin (1984): 140-153. Una versión ampliada puede encontrarse en la segunda y la primera parte de la tercera conferencia de Putnam ([1978]1991).
- Saatsi, J. (2005), "On the Pessimistic Induction and the Two Fallacies", *Philosophy of Science* 72: 1088-1098.
- Salmon, W. C. (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press.
- Taliaferro, R. (1952), *The Almagest by Ptolemy*. En *Great Books of the Western World*, Chicago (Encyclopaedia Britannica), Vol. 16.
- Toomer, G. J. (1998), *Ptolemy's Almagest* (Primera edición: London, Duckworth, 1984), Princeton, Princeton University Press.
- van Fraassen, Bas C. ([1980] 1996), *La imagen científica*, traducción de Sergio Martínez, publicado originalmente como *The Scientific Image* (Oxford, Oxford University Press), México, Paidós.
- van Helden, A. (1986), *Measuring the Universe. Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley*, London, The University of Chicago Press.

- Worrall, J. (1989), "Structural Realism: The Best of Both Worlds?", *Dialectica* 43, 1-2: 99-124.
- Worrall, J. (1994), "How to Remain (Reasonably) Optimistic: Scientific Realism and the 'Luminiferous Ether'" in D. Hull, M. Forbes and R. M. Burian (eds.), PSA 1994, Vol. 1, East Lansing, MI, Philosophy of Science Association.

UNQ-CONICET
ccarman@unq.edu.ar

**LA CAUSALIDAD FINAL
EN LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA.
CONTRIBUCIONES PARA UNA RECONSTRUCCIÓN
HISTÓRICA***

Dra. SILVIA MANZO

Introducción

Entre los estudios recientes que se dirigen a revisar las interpretaciones historiográficas tradicionales sobre la Revolución Científica, se distingue un numeroso conjunto dedicado a definir con más precisión los cambios ocurridos en la concepción de la causalidad. Estos estudios giran alternativa o simultáneamente en torno a dos ejes: la causalidad final y la causalidad eficiente. Justamente es a partir de ellas que, según la mirada historiográfica tradicional, se definió el nuevo campo de la causalidad en la Modernidad en contraposición a la filosofía aristotélico-escolástica. Desde esta perspectiva, para la filosofía natural promovida a comienzos de la Modernidad todos los fenómenos debían ser explicados en términos de conceptos utilizados en la disciplina matemática de la mecánica: forma, tamaño, cantidad y movimiento. La lógica de esta clase de explicación tendía a construir una teoría muy restringida de la causalidad, en la cual sólo tenía lugar lo que se ligaba directamente con la materia y el movimiento. Los fenómenos del mundo natural eran concebidos mediante analogías con el funcionamiento y la disposición de las piezas de una máquina. Los cambios de los cuerpos se producían (y podían ser explicados) por los engranajes de los cuerpos, o como si se tratara del impacto y la transferencia del movimiento de un cuerpo hacia otro. Así, ciertos historiadores muy influyentes como Edwin

* Una versión preliminar de la segunda parte de esta exposición fue presentada en la Mesa sobre Revolución Científica de las III Jornadas de Historia Moderna y Contemporánea, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2002.

Burt y Charles Schmitt¹ concluyeron que las explicaciones de la naturaleza en términos teleológicos fueron completamente eliminadas por los líderes de la Revolución Científica: las causas finales habrían sido reemplazadas por las causas eficientes.

No obstante, numerosos estudios recientes han puesto claramente de manifiesto que esta interpretación ya no puede ser sostenida para describir adecuadamente los complejos cambios de la imagen del mundo y del conocimiento ocurridos en la Modernidad temprana². De ellos se desprende que no es posible encontrar una única definición sobre la causalidad que pueda ser aplicada universalmente, ni siquiera al reducido grupo de filósofos naturales que han sido destacados como las figuras centrales de la Revolución Científica por el canon historiográfico. Un estudio abarcador que permita arrojar conclusiones generales sólidas sobre esta problemática es sin duda una empresa necesaria, difícil y de gran envergadura. Exigiría tomar como muestra una gran cantidad de autores muy disímiles y analizar el tratamiento de la finalidad en diversas disciplinas, no diferenciadas en el siglo XVII, como la física, la metafísica, la teología y la biología, entre otras. A ello se suma que paralelamente debería considerarse el replanteo de la causalidad eficiente y del concepto de causalidad en general. Por otro lado, tal estudio debería tomar en cuenta el contexto histórico de la formación filosófica universitaria, los distintos marcos institucionales, políticos y sociales, y en especial la cuestión religiosa.

Por el momento, me conformo aquí con hacer algunos aportes que puedan servir para cumplir en parte con esta asignatura pendiente de la historiografía. Con base a lo que ofrecen los estudios más recientes, intentaré señalar algunos de los rasgos que podrían permitirnos delinear un cuadro inicial de las distintas ideas de la causalidad final y de su rol en la ciencia desarrolladas en la Modernidad temprana. Dejo de lado la biología, un campo particularmente relevante para estudiar las interpretaciones teleológicas de la naturaleza y que por tal razón exigiría un estudio mucho más amplio. Por otro lado, mi análisis no contempla a todos los autores destacados por el canon. En suma, lo que aquí expongo tiene un carácter preliminar, con la intención de localizar algunos de los principales focos conceptuales del problema.

¹ (Burt 1952, 98-99); (Schmitt 1983, 5).

² Para estudios históricos generales de la causalidad en la Modernidad y la Revolución Científica vd. (Mayr 1992); (Centore 1972); (Osler 1996); (Osler 2001); (Nadler, ed., 1993); (Clatterbaugh 1999).

Los antecedentes

Para valorar los cambios ocurridos con respecto a la causalidad final me referiré brevemente a las ideas de Aristóteles y de su recepción en la Escolástica tardía, en la medida en que fueron parte del transfondo a partir del cual se desarrolló el enfoque moderno. La causalidad final según Aristóteles es inmanente a las sustancias. Se agota en los individuos y las especies, sin tener un alcance cósmico. Es decir, en Aristóteles no hay un fin al cual tienda la naturaleza como totalidad³. Siguiendo a J. A. Van Ruler⁴, podemos llamar a esta concepción de la causalidad final “teleológica” para distinguirla de la concepción “finalista” que sería característica de la Escolástica. El finalismo escolástico tanto medieval como renacentista-moderno, acepta la teleología aristotélica pero subsume los fines de los individuos y las especies al fin trascendente dispuesto por Dios. Esta extensión de la teleología hacia el finalismo operada por los pensadores escolásticos es, en cierta medida, una profundización del concepto de causa final aristotélica.

No obstante, para los autores de la Escolástica tardía que se hacían eco de los nuevos planteos sobre la causalidad propuestos por Occam y Buridan, el sentido en que la causa final debía ser considerada una causa era problemático. Una de las dificultades más importantes, consistía en cómo argumentar que el fin buscado es causa si no tiene una existencia real anterior a la acción realizada en pos del fin. En respuesta a ello, algunos comentaristas sostuvieron que la causalidad de la causa final consistía en un movimiento metafórico, una idea que ya puede encontrarse *in nuce* en el propio Aristóteles⁵. Por otro lado, de acuerdo a la Escolástica tardía, estrictamente hablando, las causas finales pertenecían sólo a los seres dotados de

³ El lugar más específico donde Aristóteles desarrolla su teoría de la causalidad final es *Física*, II, 3-9 en Aristóteles (1936), *Aristotle's Physics*, a revised text with introduction and commentary by W. D. Ross, Oxford, Clarendon Press. Para estudios clásicos y modernos sobre el tema vd. (Mansion 1945); (Wieland 1962); (Sorabji 1980); (Balme 1987); (Cooper 1987); (Meyer 1992).

⁴ (Van Ruler 1995, 85-95 y en general cap. 2).

⁵ El *locus* de Aristóteles, está en *De Generatione et Corruptione*, I, 7, 324b 14-18. Entre los autores de la Escolástica tardía que retoman esta discusión vd. *Commentariorum Collegii Conimbricensis Societatis Jesu, in octo Libros Physicorum Aristotelis Stagiritae*, Coloniae, 1616 (Primera edición, 1592), lib. II, cap. VII, qu. XXI. Para un estudio general de estos conceptos en la Escolástica tardía vd. (Des Chene 1996, cap. 6).

intencionalidad, mientras que los seres no racionales estarían regidos por fines no deseados por los individuos mismos sino por Dios. Más allá de esta distinción terminológica, que ciertamente no fue uniforme, los escolásticos consideraban que toda acción responde a un fin, aunque no necesariamente haya intencionalidad en el sujeto que actúa en pos de él. La piedra cae con el fin de llegar a su lugar natural pero sin tener la intención de ello. En cambio, el hombre hace dieta con el fin de alcanzar la salud, actuando intencionalmente con su voluntad y su entendimiento. De este modo, la causalidad final adquiere una complejidad no prevista en su origen aristotélico, diversificándose en diversos niveles ontológicos: fines individuales, fines colectivos y fines cósmicos. Se da entre ellos una jerarquía causal, una relación de subordinación donde, en caso de conflicto, predomina siempre el fin cósmico en la medida que implica un bien superior que afecta a la totalidad de mundo de acuerdo con el plan divino. Un caso ejemplar de este conflicto se manifiesta en el “rechazo al vacío”: la naturaleza, con el fin de alcanzar la cohesión necesaria de la materia evita el vacío y para ello a veces actúa en contra de la tendencia individual de los cuerpos⁶.

Por otro lado, es digno de notar que en los manuales aristotélicos de los siglos XVI y XVII que se usaban en las universidades se puede advertir un cambio en la conceptualización de la naturaleza que se conecta con la focalización en torno a la causa eficiente que, como mostraré más adelante, fue característica de las nuevas filosofías. Los manualistas plantean una identificación de la naturaleza con el compuesto de materia y forma, más especialmente con la forma como principio activo. A partir de ello, podríamos suponer que estos autores sostuvieran que la eficacia causal de la naturaleza se reduce a la causalidad formal. Sin embargo, la mayoría de ellos asocia la causalidad de la naturaleza más con la causa eficiente que con la formal. En suma, la idea predominante en la última etapa del pensamiento escolástico (en el que se formaron los filósofos de la Modernidad) la naturaleza, en cuanto causa, es considerada más bien como una causa eficiente⁷.

Puestos a considerar el tratamiento de la causa final en la naturaleza por parte de algunas de las figuras más destacadas en la Modernidad temprana, debemos tener en cuenta tres elementos

⁶ En este punto disiento con (Des Chene 1996, 175-176) quien incluye el caso del *horror vacui* como un predominio del fin colectivo (pero no del fin cósmico) sobre el fin individual. A propósito de este punto vd. (Manzo 2003).

⁷ (Reif 1962, 192 ss.)

fundamentales que, en mi opinión, no siempre han sido claramente diferenciados por los historiadores: 1) la posición ontológica con respecto a la existencia o no de las causas finales en la naturaleza; 2) la posición epistemológica con respecto a la pertinencia de incluir las causas finales como objeto de estudio de la filosofía natural; 3) la coherencia de la “práctica científica” de cada autor con su posición ontológica y epistemológica sobre la causalidad final⁸.

Posición ontológica

En este punto es quizá donde resulta más fácil encontrar un grado alto de unanimidad. Casi todas las figuras protagónicas de la filosofía en la Modernidad temprana admiten la existencia de fines divinos en la naturaleza. No obstante, existieron excepciones, notablemente Thomas Hobbes (1588-1679) y Baruch Spinoza (1632-1677). Para Hobbes en la naturaleza sólo existen causas eficientes y materiales. Aquello que ha sido atribuido a la causa final y formal debe en realidad ser considerado obra de causas eficientes. El ámbito de los fines pertenece sólo a los seres dotados de sentido y voluntad. Estos no son tema de estudio de investigación de la filosofía natural sino de la filosofía moral⁹. Spinoza, por su parte, sostiene que todos prejuicios sobre la naturaleza de Dios se derivan de uno solo: los hombres suponen “que todas las cosas de la naturaleza actúan, al igual que ellos mismos, por razón de un fin, e incluso que Dios mismo dirige todas las cosas hacia cierto fin, pues dicen que Dios ha hecho todas las cosas con vistas al hombre, y ha creado al hombre para que le rinda culto”¹⁰. La causa de este error, según Spinoza, reside en que todas los hombres imaginan que son libres y actúan buscando su propia utilidad. De ahí, suponen que todo en la naturaleza actúa mediante fines que, al no ser establecidos por los hombres, deben haber sido establecidos por Dios. Spinoza refuta esta conclusión diciendo que sostener que Dios actúa por un fin implica suponer que apeete algo de lo que está privado. Pero ello, no es compatible con

⁸ (Clatterbaugh 1999) estructura su estudio en torno a dos problemas de la causalidad: el metafísico y el epistemológico. Su análisis se aproxima a los ejes de la investigación que yo propongo.

⁹ Hobbes, T., *De Corpore*, II. ix-x; *The elements of law*, VIII, 7. Vd. (Leijenhorst 1996a, 242-254) (Leijenhorst 1996b).

¹⁰ B. Spinoza, *Ética*, trad. Vidal Peña, Buenos Aires, Hyspamerica, 1983, libro 1, Apéndice, pp. 89-96.

su perfección, su omnipotencia y su libertad. Todo se sigue por necesidad de la naturaleza divina. Dios es *causa sui* en el mismo sentido en que es causa de todas las cosas: como causa eficiente¹¹.

Del otro lado, encontramos que Francis Bacon (1561-1626)¹², Pierre Gassendi (1592-1655)¹³, René Descartes (1596-1650)¹⁴, Robert Boyle (1627-1691)¹⁵, Isaac Newton (1642-1727)¹⁶, y Gottfried W. Leibniz (1646-1716)¹⁷, entre otros¹⁸, coinciden en que el mundo ha sido creado por un ser providente que impuso fines a su obra de acuerdo a su plan. De este modo, todos ellos conceden que no sólo en los seres inteligentes, sino también en la naturaleza, las acciones de los cuerpos se realizan conforme a fines. Ciertamente, los cuerpos naturales no están dotados de alma, ni de principio anímico alguno. Por tanto, no persiguen fines de la misma manera que lo hacen los seres inteligentes. Sin embargo, sus acciones también están regidas por fines impuestos desde fuera. El corpuscularismo en el que muchos filósofos naturales del siglo XVII confluyeron no excluye los fines del universo máquina ni implica necesariamente una incompatibilidad con ellos. Muchos filósofos mecanicistas sostuvieron el argumento del designio como prueba de la existencia de un Dios providente. En particular, para la físico-teología, que tuvo gran auge en Inglaterra, todo lo que Dios creó tiene utilidad para el hombre. Así, la investigación de los propósitos de Dios (que son los fines de la naturaleza) se

¹¹ Más allá de este punto de partida, sin embargo, algunos estudios destacan que Spinoza admite explicaciones teleológicas en el campo de la psicología humana. Vd. (Della Roca 1996).

¹² Vd. *infra*.

¹³ (Osler 2001); (Osler 2003).

¹⁴ R. Descartes, *Principia Philosophiae Naturalis*, I, 28; en *Oeuvres*, ed. Adam-Tannery, vol. 8-1. Mi inclusión de Descartes en este grupo tal vez sea la menos convincente de todas, ya que muchas veces se lo ha presentado como uno de los exponentes más decididos del “mundo sin fines” en la Modernidad (por ejemplo, Des Chene 1996, cap. 10). En la sección siguiente justificaré esta inclusión.

¹⁵ R. Boyle, *Disquisition about the Final Causes of Natural Things* (1688), en *The Works of the Honourable Robert Boyle*, ed. T. Birch, London, 1772 (red., Hildesheim, Georg Olms, 1965-66), vol. V, 392-444. Hay numerosos estudios sobre la causa final en Boyle que se cruzan con un debate entre los especialistas acerca de su posición con respecto a la eficiencia de las causas segundas. Vd. (McGuire 1972); (Shanahan 1988); (Shanahan 1994); (Lennox 1983); (Sargent 1995, 103-107); (Anstey 1999); (M. Osler 2001).

¹⁶ I. Newton, *Óptica*, Query 28; *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*, Escolio General.

¹⁷ G. W. Leibniz, *Discurso de Metafísica*, §19-22 Vd. (Carlin 2006).

¹⁸ A esta lista podríamos agregar los nombres de Sebastián Basson, Robert Hooke, Nicolás Malebranche, William Harvey y una larga lista de físico-teólogos.

convirtió en la búsqueda de la utilidad de los distintos fenómenos naturales, convalidando así la fórmula baconiana verdad = utilidad¹⁹.

Desde luego, lejos estoy de sostener que este grupo de filósofos tan heterogéneos –algunos de cuyos miembros mantuvieron directamente posiciones contrarias sobre temas centrales– mantuvo exactamente la misma idea sobre la existencia de las causas finales. Creo, no obstante, que en ellos se encuentra un elemento en común que los separa de Hobbes y de Spinoza: su crítica de las causas finales de la Escolástica no consiste en negar la existencia de los fines en la naturaleza. Otro común denominador de los filósofos considerados es su rechazo de las simpatías y poderes ocultos de la naturaleza que, según ellos, formaban parte de la cosmovisión renacentista y escolástica que querían derribar. En consonancia con ello, todo indica que aceptaron las causas finales como fines trascendentes impuestos por Dios, no ya como fines inmanentes de las cosas en el sentido más propio de Aristóteles.

Posición epistemológica

Aquellos que sostienen la existencia de fines divinos en la naturaleza disienten con respecto a la pertinencia de su estudio por parte de la filosofía natural. He aquí donde se despliega una gama de posiciones que repasaremos brevemente. Es quizá en ellas donde se encuentran los elementos de mayor ruptura con respecto al pasado.

Hay quienes creen que es de todo punto imposible para el hombre conocer los fines de Dios a través de la razón y que ninguna rama de la ciencia humana debe investigarlos, excluyendo así tanto la física como la metafísica. Descartes es el exponente más célebre de esta posición. Para Descartes los fines de Dios están ocultos en su inescrutable sabiduría. Sostener que algunas cosas de la naturaleza fueron hechas para el hombre sería más bien una conjetura. No se puede “sin temeridad” intentar descubrir “los fines impenetrables de Dios”. Del hecho de que el espíritu humano no está en condiciones de entender por qué Dios hace lo que hace, reconociendo la extrema finitud del hombre y el extremo poder de Dios, Descartes concluye que es suficiente para persuadirse de que no tiene utilidad atribuir fines a las “cosas físicas y naturales”²⁰. Pretender conocer los

¹⁹ (Harrison 2001, cap. 5).

²⁰ Descartes, *Meditaciones metafísicas*, III, A-T, IX, 44.

fines de Dios y asumirlos como una información proporcionada por la ciencia es un acto de arrogancia: “sobre las cosas naturales, no incluimos razones a partir del fin que Dios o la naturaleza se propuso al hacerlas, ya que no debemos ser tan arrogantes como para pensar que somos sus confidentes”²¹. No podemos conocer los fines de Dios, a menos que nos sean revelados por él. Aunque sea verdad que todas las cosas fueron hechas para glorificar su obra y que el Sol ha sido hecho para darnos luz, sería absurdo y pueril que el único fin de Dios al fundar el universo fuera que los hombres lo alabaran. También sería pueril y absurdo que el Sol no fuera creado con otro fin más que dar luz a los hombres²². Además, Descartes rechaza las explicaciones escolásticas realizadas en términos de finalidad porque cree que implícitamente tratan los cuerpos naturales como si fueran almas²³. En todas estas declaraciones Descartes no está negando que los cuerpos se ordenen a los fines divinos. El punto en cuestión es que estos fines, de cuya existencia no manifiesta dudas, no son accesibles al conocimiento humano. Por otro lado, esa limitación no convierte a la ciencia cartesiana en un producto deficiente y carente de perfección: las causas eficientes son suficientes para dar cuenta del mundo físico. Así pues, la oposición de Descartes al finalismo escolástico parece ser tan sólo de índole epistemológico y no se extiende al plano ontológico: los fines de Dios en la naturaleza existen pero no los podemos conocer²⁴.

La posición desarrollada por Boyle surge, al menos en parte, como respuesta a las limitaciones que se autoimpone el cartesianismo. En su *Disquisition about Final Causes*, destinada a refutar a los epicúreos y los cartesianos, Boyle parte de la premisa de que hay causas finales en las acciones de todas las cosas corpóreas, incluso las inanimadas y no inteligentes. La consideración de las causas finales no debe ser excluida de la filosofía natural (en la cual Boyle incluía tanto lo que hoy denominamos “física” como también la teología natural)²⁵ especialmente cuando no trata de “fenómenos particulares”

²¹ Descartes, *Principios de la Filosofía*, I, 2, en A-T, VIII-1, p. 15.

²² Descartes a Hyperaspites, Agosto 1641, A-T, III, 431-2. Cf. Descartes a Chanut, 6 de junio de 1647, A-T, V, 53-54.

²³ Descartes a Elizabeth, 21 de mayo de 1643, a propósito de la noción de “fuerza” utilizada en un sentido animista, en *Correspondance*, A-T, III, 365-368.

²⁴ Para una interpretación contraria cf. (Des Chene 1996, 393). Hay numerosos estudios sobre el tema de la causalidad en Descartes, aunque no particularmente sobre la causalidad final. Entre ellos se destacan (Van Ruler 1995); (Hattab 2000); (Menn 2000); (Des Chene 2000); (Hattab 2003); (Pessin 2003); (Gorham 2004).

²⁵ (M. Osler 2001, 162).

sino de “las causas primeras y generales del mundo”²⁶. No obstante, el filósofo natural no debe por ello “descuidar” el estudio de las causas eficientes, pues precisamente ellas permiten descubrir los fines de Dios, pues si, por ejemplo, alguien sólo sabe de un reloj que fue hecho para dar la hora, “entiende muy poco la naturaleza [del reloj]”²⁷. La investigación no debe presuponer los fines para luego sacar conclusiones sobre la naturaleza de los cuerpos particulares. Al contrario debe partir de las causas eficientes para llegar a los fines, siempre con precaución y sin prejuicios. Determinar a qué fines están ordenadas las acciones de los seres naturales, especialmente las de los animales, no es una arrogancia por parte nuestra como pretendía Descartes.

Otro partidario mecanicista del argumento del designio, Pierre Gassendi, en expresa oposición a Descartes mantiene que las causas finales deben ser investigadas por la filosofía. Denomina “física” (también llamada “filosofía natural”) a la ciencia que estudia la totalidad de las cosas. La principal tarea del físico es descubrir las causas eficientes, pues todas las causas formales y materiales se reducen a ella. En la naturaleza sólo hay causas eficientes, pero algunas de ellas revelan los fines de Dios. Para Gassendi resulta evidente que el mundo natural responde a un plan que se manifiesta mecánicamente a través del movimiento de corpúsculos con propiedades geométricas. Los fines no son inmanentes de acuerdo al modelo escolástico, sino que provienen de Dios y se realizan a través de las causas eficientes. Por ello, critica a los atomistas antiguos por haber eliminado los fines de la naturaleza y haberlos reemplazado por la ciega necesidad. Una física que descuidara la investigación de las causas finales sería una física incompleta²⁸.

Al igual que Boyle y Gassendi, Leibniz reacciona contra los cartesianos, en particular contra Descartes y Spinoza. Hace una decidida defensa de la utilidad del estudio de las causas finales en la física apelando al argumento del designio: “no es razonable introducir una inteligencia soberana ordenadora de las cosas, y después, en lugar de emplear su sabiduría, no servirse sino de las propiedades de la materia para explicar los fenómenos”. Conforme a su espíritu irenista, Leibniz busca unir las dos “vías” de investigación que los filósofos habitualmente han recorrido por separado como si fueran

²⁶ Boyle, *Disquisition about final causes*, V, 399.

²⁷ Boyle, *Disquisition about final causes*, V, 411. La traducción es mía.

²⁸ Sigo la interpretación de (Osler 2001, 157-160).

contrapuestas: la vía de las causas eficientes y la vía de las causas finales. La primera es “más profunda” y “en cierto modo más inmediata”, pero se hace “bastante difícil cuando se desciende al detalle”. En cambio, la otra vía es más fácil y “no deja de servir a menudo para adivinar verdades importantes y útiles” que llevaría mucho tiempo descubrir mediante las causas eficientes. Estas dos vías deben ayudarse mutuamente. Incluso ocurre que muchas veces la vía de las causas finales ilumina la de las causas eficientes. Así lo muestra el procedimiento que los antiguos usaron para investigar la catóptrica siguiendo el “método de las causas finales”: supusieron un designio en la naturaleza y de allí descubrieron la igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión²⁹.

Newton también adhiere al argumento del designio e incorpora las causas finales a la investigación de la naturaleza por parte de la filosofía natural. Tanto en la *Óptica* como en los *Principia* describe al mundo como una obra plena de medios y fines que despliegan el poder de su omnipotente autor. La tarea de la filosofía es deducir las causas a partir de los efectos, hasta llegar a la causa primera que “ciertamente no es mecánica”³⁰. En un borrador no publicado del Escolio General de los *Principia* sostiene que las causas finales “tienen un lugar en la filosofía natural”, de modo que sería legítimo investigar cuál es la finalidad del mundo, cuáles son los fines por los que fueron formados los miembros de los animales, etc.³¹.

El caso de Francis Bacon podría ser considerado una posición intermedia, ya que considera que la investigación de las causas finales debe formar parte de la metafísica pero no de la física. Cree que los filósofos que propusieron que las causas finales deben ser investigadas por la física produjeron uno de los errores más perniciosos para el avance del conocimiento. Analizaré con más detenimiento esta posición, muchas veces mal interpretada por la historiografía, en la última sección de este trabajo.

En suma, a partir de este breve repaso de algunas figuras centrales, puede concluirse que sólo Descartes consideró imposible conocer los fines de Dios por medios racionales. Con diversidad de metodologías Boyle, Gassendi, Leibniz y Newton consideraron que las causas finales debían ser estudiadas por la física, sin por ello abandonar el

²⁹ G. W. Leibniz, *Discurso de Metafísica*, § 19-22, en G. W. Leibniz, *Escritos filosóficos*, editados por E. De Olaso, Buenos Aires, Charcas, 1982.

³⁰ I. Newton, *Óptica*, Query 28.

³¹ I. Newton, *Scholium Generale*, MS Add. 3965, fols. 357-365, *apud* (Osler 1996, 402).

estudio de las causas eficientes. Algunos dan prioridad a las causas eficientes (Boyle, Gassendi, quizá Newton) y critican el abuso de explicaciones teleológicas propias de la Escolástica, mientras que Leibniz las considera igualmente relevantes, aunque le otorga a cada una distintas funciones. Bacon, en cambio, las excluye de la física pero las incorpora como objeto de estudio de la metafísica.

Observaciones finales

Este breve repaso de los filósofos más destacados de la modernidad temprana revelan rasgos dignos de consideración que expondré sólo a modo de una primera hipótesis interpretativa. La principal crítica en la que coinciden los filósofos modernos consiste en que se abusó de la causalidad final para explicar la naturaleza en la medida en que, de una manera u otra, los fenómenos naturales fueron explicados como si fueran fenómenos propios de los seres racionales. En pocas palabras, las malas explicaciones en términos de fines “antropomorfizaron” indebidamente la naturaleza. A partir de esta plataforma crítica común, unos pocos filósofos llegaron a negar *in toto* la existencia de fines en la naturaleza (Spinoza, Hobbes). Otros, la gran mayoría, aceptaron la existencia de fines en un marco ontológico semejante al escolástico, pero sin abundar en la profundización conceptual característica del modo de filosofar escolástico. No encontramos en los modernos una explicitación muy detallada de su concepción de la finalidad, de la causa final, de las clases de fines, de la relación de las causas finales con las eficientes, etc. Acaso la aceptación de la causalidad final era un componente tan fundamental de la cosmovisión asumida tácitamente en la época, que no creyeron necesario dar argumentos en favor de su existencia. Ellos asumen, como sus predecesores medievales, que hay fines. No hay necesidad de dar explicaciones sobre ello. Sus preocupaciones metafísicas se encuentran en otro plano y es allí donde profundizan sus desarrollos teóricos: la causalidad eficiente, la definición del movimiento, de la fuerza y de la materia. Se da un evidente desplazamiento del problema de la causalidad hacia la materia y el movimiento. Sin embargo, esto no significa que las causas finales hayan sido eliminadas de sus ontologías. Se produce, más bien, un cambio de foco en la ontología de la causalidad: el centro es ahora ocupado por la causalidad eficiente.

Esa re-focalización en torno a la causa eficiente que ocurre en el nivel ontológico no tiene en todos los casos un claro correlato en lo

epistemológico. Sólo en el caso de Descartes, hay un decidido rechazo de la finalidad en su epistemología. El resto de los autores acepta que los fines deben ser objeto de la ciencia. Pero aquí surgen las diferencias más importantes entre ellos. Algunos como Boyle, Gassendi y Bacon, parecen darle cierta primacía a la causa eficiente y considerar la causa final como una suerte de objetivo residual que eventualmente hasta podría no alcanzarse, de modo que tendría cierta prescindibilidad. En ellos la causa final aparece como un broche de oro de la investigación científica, como un *plus* al que puede llegar en su etapa final y que está directamente vinculado con la teología natural.

Esta situación es muy patente en Bacon, quien presenta un programa científico fuertemente operativo, en el cual muy explícitamente las causas finales son presentadas como “vírgenes estériles en obras”. De este modo, para una ciencia cuyo objetivo es prioritariamente operativo, el conocimiento de la causa final es prescindente. En las filosofías mecánicas de Boyle y Gassendi se observa una preocupación por no descuidar las causas eficientes en favor de las finales. En ese sentido, las causas eficientes serían por sí mismas suficientes para explicar el cómo de los fenómenos naturales en las leyes particulares, mientras que las finales ofrecerían el porqué a través de las leyes o principios generales de la naturaleza toda. Pero acaso de sus planteos se desprendería la idea de que existe una completud explicativa, al menos en un cierto nivel, aportada exclusivamente por la causalidad eficiente. En todos estos autores, y también en Newton, el agregado en sus epistemologías de la causa final tiene que ver con el aspecto espiritual del hombre al que la ciencia está dirigida. En ese sentido, las causas finales tienen un lugar en la ciencia en la medida en que muestran su articulación con la religión. Con ello, el problema de la causalidad final se inscribe en una cuestión clave para interpretar los sucesos intelectuales del siglo XVII, la relación entre ciencia y religión.

Esta lectura que sugiere cierta prescindencia de la causalidad final en la física de los filósofos mecánicos no parece que pueda ser válida en el campo de la biología, donde al menos Gassendi incorpora los *semina* de la tradición alquímica en la estructura mecánica de la materia corpuscular para explicar la finalidad evidente en el proceso de la generación³². Sin duda, el análisis del finalismo en la biología del siglo XVII será fundamental para completar el presente cuadro sobre la causalidad final. Con ello también deberá analizarse cómo y en qué medida la incorporación de principios activos en la

³² (Osler 2001, 159-161).

materia tiene como correlato una ontología finalista no sólo en la biología sino en la física³³.

El caso de Leibniz es peculiar porque presenta en un mismo nivel epistemológico las causas eficientes y las causas finales. No vemos en él una preocupación por priorizar la investigación de la finalidad en su función heurística para recién después descubrir las causas eficientes. Esto sería algo completamente inadmisibles, al menos en teoría, para los otros autores. En este caso, la inserción epistemológica de las causas finales parece mucho menos forzada. Leibniz destaca naturalmente la utilidad de la investigación de las causas finales, mientras que los otros filósofos parecen tener que esforzarse por justificar su necesidad en el interior del cuerpo de la ciencia.

Por otro lado, como hemos señalado, la práctica científica de los distintos autores a veces refleja que no cumplieron con sus propios mandatos epistemológicos. Analizar en términos generales las causas de estas incoherencias es acaso imposible, ya que pueden variar mucho de un caso a otro. Resulta tentador aducir que su formación en la filosofía aristotélica penetró tanto en sus reflexiones, que reprodujeron contra su propia voluntad las prácticas que tanto rechazaron de palabra. Esa es probablemente una de las explicaciones posibles, pero seguramente podrán sumarse otras más específicas al contexto de cada autor y de cada campo especulativo.

En suma, excepto por Hobbes y Spinoza, si se puede afirmar que hubo algún tipo de ruptura en la Revolución Científica con respecto al concepto de causalidad final sostenido por la escolástica tardía, esta fue de índole epistemológico más que ontológico. En lo ontológico no se advierte un cambio verdaderamente relevante en cuanto a la definición de los fines de la naturaleza. Si se advierte una focalización en la causalidad eficiente que no tiene un nítido correlato en el plano epistemológico, en el cual las posiciones de cada autor hacen imposible una definición unívoca sobre la legitimidad de la causalidad final en la “nueva ciencia” surgida en la supuesta “revolución”.

Bibliografía

Anstey, Peter, “Boyle on occasionalism: an unexamined source”, *Journal of the History of Ideas* 69 (1999): 57-81.

³³ Esa parece ser la hipótesis no explícita de (Osler 2001) donde sostiene que quienes aceptaron las causas finales afectaron el contenido de sus filosofías naturales, en particular en sus teorías de la materia.

- Balme, D. M., *Teleology and necessity*, Vol. 66 de *Philosophical issues in Aristotle's biology*, editado por Allan Gotthelf y James Lennox, 275-285, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
- Burrt, Edwin, *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, rev. ed., editado por Doubleday, New York, 1952.
- Carlin, L., "Leibniz on Final Causes", *Journal of the History of Philosophy* 44, nº 2 (2006): 217-33.
- Centore, F., "Mechanism, Teleology and the Seventeenth Century English Science", *International Phylosophical Quarterly* 12 (1972): 553-571.
- Clatterbaugh, Kenneth, "Cartesian causality, explanation, and divine concurrence", *History of Philosophical Quarterly* 12, nº 2 (1995): 195-207.
— *The Causation Debate in Modern Philosophy 1637-1739*, New York, Routledge, 1999.
- Cooper, John, "Hypothetical necessity and natural theology", en *Philosophical issues in Aristotle's biology*, editado por Allan Gotthelf y James Lennox, 243-274, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
- Della Roca, M., "Spinoza metaphysical psychology", en *The Cambridge Companion to Spinoza*, editado por Don Garrett, 192-266, Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- Des Chene, Denis, "On Laws and Ends: A Response to Hattab and Menn", *Perspectives on Science* 8, nº 2 (2000): 144-163.
— *Physiologia. Natural philosophy in Late Aristotelian and Cartesian thought*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1996.
- Gorham, Geoffrey, "Cartesian causation: continuous, instantaneous, overdetermined", *Journal of the History of Philosophy* 42 (2004): 389-423.
- Harrison, Peter, *The Bible, Protestantism and the rise of natural science*, Segunda edición, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.
- Hattab, Helen, "Conflicting causalities: The Jesuits, their opponents and Descartes on the causality of the efficient cause", *Oxford Studies in Early Modern Philosophy* (Clarendon Press), 2003.
- Hattab, Helen, "The problem of secondary causation in Descartes: A response to Des Chene", *Perspectives on Science* 8, nº 2 (2000): 93-118.
- Leijenhorst, Cees, *Hobbes and the Aristotelians*, Utrecht, Publications of the Zenon Institute of Philosophy, 1996.
- Leijenhorst, Cees, "Hobbes' theory of causality and its Aristotelian background", *The Monist* 79, nº 3 (1996): 426-447.
- Lennox, James, "Robert Boyle's Defense of Teleological Inference in Experimental Science", *Isis* 74 (1983): 38-52.
- Machamer, Peter, "Causality and explanation in Descartes' natural philosophy", en *Motion and time, space and matter: Interrelations in the history and philosophy of science*, editado por Peter Machamer y Richard Turnbull, Columbus, Ohio State University Press, 1976.
- Mansion, Augustin, *Introduction a la Physique aristotélicienne*, 12, Paris-Louvaine, Vrin, 1945.
- Mayr, Ernst, "The idea of teleology", *Journal of the History of Ideas* 53 (1992): 117-135.

- McGuire, Jerry, "Boyle's Conception of Nature", *Journal of the History of Ideas* 33 (1972): 523-542.
- Menn, Stephen, "On Dennis Des Chene's Physiologia", *Perspectives on Science* 8, nº 2 (2000): 119-143.
- Meyer, Susan Sauve, "Aristotle, teleology, and reduction", *The Philosophical Review* 101 (1992): 791-825.
- Nadler, Steven, ed., *Causation in Early Modern Philosophy. Cartesianism, Occasionalism and Preestablished Harmony*, Pennsylvania, Pennsylvania University Press, 1993.
- Osler, Margaret, "From Immanent Natures to Nature as Artifice: the Reinterpretation of Final Causes in Seventeenth-Century Natural Philosophy", *The Monist* 79, nº 3 (1996): 388-407.
- Osler, Margaret, "Gassendi on Final Causes", en *Humanism and early modern Philosophy*, editado por Jill Kayre y M. W. F. Stone, 193-208, 2003.
- Osler, Margareth, "Whose Ends? Teleology in Early Modern Natural Philosophy", *Osiris* 16 (2001): 151-168.
- Pessin, Andrew, "Descartes' nomic concurrentism: finite causation and divine concurrence", *Journal of the History of Philosophy* 41, nº 1 (2003): 25-49.
- Reif, Patricia, *Natural Philosophy in Some Early Seventeenth Century Scholastic Manuals, Ph. D. Diss.*, St. Louis University, 1962.
- Sargent, Rose-Mary, *The diffident naturalist. Robert Boyle and the philosophy of experiment*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 1995.
- Schmitt, Charles, *Aristotle in the Renaissance*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1983.
- Shanahan, Timothy. «God and nature in the thought of Robert Boyle.» *Journal of the History of Philosophy* 26 (1988): 547-569.
- Shanahan, Timothy, "Teleological reasoning in Boyle's Disquisition about final causes", en *Robert Boyle reconsidered*, editado por Michael Hunter, 177-192, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- Sorabji, Richard, *Necessity, cause and blame*, Ithaca, 1980.
- Van Ruler, J. A., *The Crisis of Causality. Voetius and Descartes on God, Nature and Change*, Leiden, Brill, 1995.
- Weinberger, Jerry, *Science, Faith and Politics. Francis Bacon and the utopian roots of modern age. A commentary on Bacon's Advancement of Learning*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1985.
- Wieland, Wolfgang, *Die Aristotelische Physik*, Göttingen, 1962.

Universidad Nacional de La Plata
 Consejo Nacional de Investigaciones
 Científicas y Técnicas

LA RELACIÓN ENTRE METAFÍSICA, DINÁMICA Y TÉCNICA EN LA ÉPOCA DE G. W. LEIBNIZ

Prof. Dr. ALBERTO GUILLERMO RANEA

En un borrador de una carta fechado en Berlín, el 4 de febrero de 1707, y cuya primera versión se remonta a diciembre de 1796, Leibniz escribió a Denis Papin, por entonces aún en Kassel: “Je suis bien distrait icy, et cela m’empêche de considerer avec attention ce que vous dites Monsieur pag. 93. contre l’estime de la force des corps par la hauteur ou ils peuvent monter. Mais je m’imagine que vous le prenés d’une maniere qui ne sera point contraire à ce que je crois avoir établi, et qui a esté assez debattu autres fois entre nous”¹.

La página que Leibniz cita pertenece a la última obra publicada por Papin, *Ars nova ad aquam ignis adminiculo efficacissime elevandam*. Dos copias de este libro se encuentran entre los manuscritos de la correspondencia que intercambiaron Leibniz y Papin². Si bien se trata de dos ejemplares de la misma edición, uno de ellos aparece editado en Frankfurt am Main en 1707, el otro en Kassel, pero sin indicación de año. Otros ejemplares de la misma edición tienen a Leipzig como su lugar de publicación. Simultáneamente, la misma imprenta de Kassel editaba una versión francesa en la que se omiten los teoremas que aparecen en la edición latina. En este pequeño libro, Denis Papin describe una máquina que acababa de inventar y que tenía en el vapor a alta presión como su fuerza motriz. Se trata del último esfuerzo que Papin hizo por convencer a su patrón, el Landgrave Karl von Hessen-Rheinfels, de las ventajas de su invento luego de las fracasadas demostraciones públicas que se llevaron a cabo en junio de 1706 en la Corte del Landgrave en Kassel.

En el borrador del 4 de febrero de 1707 de su carta a Papin, Leibniz alude a un extenso debate que ambos habían mantenido en

¹ Niedersächsische-Landesbibliothek Hannover, Leibniz-Briefe, LBr 714 280r.

² Uno de los ejemplares fue publicado en Kassel, sin editor, 1707. El otro en Frankfurt am Main, Matthias Groot, 1707.

el pasado, con más precisión entre 1689 y 1700. Se trata de un episodio de la llamada “controversia por las fuerzas vivas” que ha despertado poco interés entre filósofos e historiadores de la filosofía y de la ciencia. La escasa importancia relativa que se le ha dado se debe, sin duda, a que la correspondencia permanece aún hoy en gran parte inédita. Pero ¿por qué estos documentos no han merecido una edición completa que resalte su valor intelectual? Cuando quince años atrás anuncié en el Leibniz-Archiv de Hannover mi interés por descifrar y estudiar este epistolario, los especialistas del lugar me aconsejaron que desistiera de mi intento puesto que se trataba de una larga y tediosa repetición de los mismos argumentos de un lado y otro. Luego de haberle dedicado los mejores años de mi vida intelectual al epistolario entre Leibniz y Papin no puedo menos que reconocer que estaban en lo cierto. La fama de pésimo teorizador, de inventor a ciegas que rodea al nombre de Papin justificaba la advertencia de los colegas hanoverianos. Pocos años atrás, durante un almuerzo en la Royal Society of London, Michael Hunter, editor de Robert Boyle, comentó que yo intentaba mostrar que Denis Papin había sido un filósofo, a lo que los otros comensales asintieron con miradas de incredulidad. Hasta ahora no he podido mostrar que ellos también estaban equivocados.

Quisiera sugerir que motivos algo diferentes, tal vez más profundos, conspiran para que se deje a un lado este importante debate al que Leibniz menciona en su carta de 1707. No se trata simplemente de que se desprece a Papin por ser un mero inventor, ni tampoco que se le atribuya a la invención de máquinas un escaso interés para la especulación filosófica. Creo que la manera en que experimentamos la innovación tecnológica en el presente ha acentuado estas tendencias, les ha dado un giro inesperado y más difícil de superar.

La estrecha familiaridad con la novedad tecnológica ha ejercido una influencia decisiva sobre gran parte de la cultura moderna, tal como especialistas en diferentes campos han señalado desde hace mucho tiempo. Quisiera concentrarme ahora en la manera profunda en que la innovación tecnológica afecta nuestra percepción del tiempo. Resulta difícil recordar cómo eran nuestras vidas antes, por ejemplo, del e-mail o de la telefonía celular. Como en el caso de dolores sufridos en el pasado, sólo tenemos una memoria intelectual de cómo experimentábamos nuestras existencias en contextos tecnológicos del pasado. Tan alejadas parecen de nuestra identidad actual que a menudo hablamos de ellas como si pertenecieran a una cultura extraña y ya desaparecida.

Una influencia análoga de nuestra estrecha relación con novedades tecnológicas se detecta en nuestra percepción de la historia de la filosofía y de la técnica, en particular cuando se trata de la relación que pudo haber existido entre concepciones metafísicas y el desarrollo de la tecnología. Pero a diferencia de la memoria de nuestra vida pasada, en este caso ni siquiera tenemos la oportunidad de recurrir a la memoria intelectual de dicha relación. Aun para filósofos o científicos sociales que poseen un sutil sentido histórico resulta difícil comprender un contexto pasado en el que no existían relaciones tan estrechas entre la gente y las innovaciones tecnológicas. Así, por ejemplo, se han dedicado denodados esfuerzos para tratar de explicar por qué no se dio una revolución industrial en Alejandría o en Siracusa en los siglos IV y III antes de Cristo, como si fuera difícil de creer que se haya preferido vivir en condiciones que la aplicación de las propiedades motrices del vapor hubieran mejorado substancialmente.

A modo de ejemplo quisiera señalar un caso en el que nuestras relaciones actuales con la tecnología pudieron haber afectado el trabajo de quienes estudian el presente y el pasado de las relaciones entre tecnología, ciencia y política. Se trata de una de las teorías más celebradas en las últimas dos décadas, propuesta por el sociólogo francés Bruno Latour³. De acuerdo con Latour, sujetos humanos y no humanos, dotados de *status* igualitarios, constituyen en un primigenio *in illo tempore* asociaciones mixtas originarias a través de procesos de negociaciones y alianzas entre sí⁴. Estos “colectivos” sólo tardíamente aparecerían como mutuamente independientes bajo los nombres de “sociedad”, “naturaleza” y “técnica”, pero en los momentos fundacionales cuando se establecen las alianzas tales diferencias serían invisibles e irrelevantes. El proceso que va de alianzas entre “actantes” humanos y no humanos a la constitución de colectivos puramente humanos o puramente no humanos es, a juicio de Latour, un rasgo universal de la configuración de toda asociación. Latour defiende esta universalidad con referencias a narraciones sobre la invención técnica que provienen del mundo griego clásico⁵. No se trata simplemente de citas eruditas superfluas; cuando aparecen mezcladas con investigaciones dedicadas a desarrollos actuales de la *high-tech*, las citas de fuentes griegas o latinas dan un aroma de con-

³ Latour, Bruno, *We have never been modern*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1993.

⁴ Latour, Bruno, *We have never...*, 108.

⁵ Latour, Bruno, *We have never...*, 108-110. Ver también 10-11.

tinuidad entre aquellos tiempos y nuestro presente. En el caso que aquí recordamos, Latour ilustra el impacto de las asociaciones entre tecnologías y humanos en el tiempo actual con la referencia a un hecho del pasado remoto, el cual adquiere así una inesperada actualidad. Se trata del episodio que narra Plutarco en el que Arquímedes colabora en la defensa de Siracusa ante el ataque de la flota romana comandada por Marcello. Según Plutarco, Arquímedes dejó atónito a Herón I, rey de Siracusa, cuando sin esfuerzo alguno y mediante un sistema compuesto de poleas trajo un navío mercante de tres mástiles hasta el puerto. De acuerdo con Latour, la nueva relación entre el poder político y las poleas constituye un colectivo mayor que aquel en el que el rey Herón I actuaba políticamente sin ellas. Dice Plutarco: “sorprendido por esto, y comprendiendo el poder de esta técnica, el rey persuadió a Arquímedes que prepare para él artefactos de defensa y de ataque para usarlos en todo tipo de guerra de asedio”⁶.

Latour concluye que los tiempos modernos se diferencian de los años en los que vivían Arquímedes y Marcello por el hecho de que los colectivos o asociaciones modernos incluyen un número mayor de asociados. Por ejemplo, los tiempos modernos habrían visto la incorporación de nuevas alianzas entre humanos y no humanos, como la bomba de vacío o los microbios, pero sólo se trataría de versiones ampliadas del drama arquimedeano. La diferencia entre el episodio alejandrino y el moderno sería solamente de tamaño: la tecnología y la ciencia modernas se caracterizarían pues sólo porque “agregan más híbridos para recomponer el nexo social y extender su escala. No sólo la bomba de vacío sino también microbios, electricidad, átomos, estrellas, ecuaciones de segundo grado, robots, microbios, molinos y pistones, el inconsciente y los neurotransmisores”⁷.

Creo que una concepción como ésta es el retoño de una época –la nuestra– en la que la vida humana está estrechamente ligada con sus invenciones tecnológicas. Resulta difícil imaginar sin embargo que una postura similar hubiera podido aparecer en el pasado bajo circunstancias diferentes de las actuales. La sospecha crece cuando se advierte que hay algo más que una mera diferencia de tamaño entre los colectivos griegos y los modernos, algo que se escapa al análisis de Latour a pesar de su agudeza y profundidad. El texto de Plutarco recuerda que el asombro de Herón I ante la inventiva de Arquímedes (*ekplageis oûn ho basileûs*) así como sus reflexiones acerca del

⁶ Plutarch, *Vidas paralelas*, “Vida de Marcelo”, XIV, 7-9.

⁷ Latour, Bruno, *We have never...*, 109.

poder tecnológico (*sunnoésas tês técnas tèn dúnamin*) fueron los motivos de la decisión de Herón de pedirle ayuda a Arquímedes. El asombro por lo que la tecnología podría agregar al poder político no es propio de los dirigentes de nuestro tiempo, quienes no necesitan una reflexión muy sesuda sobre el tema para estar convencidos de cómo tecnología como la televisión o Internet agrega poder a su poder político. Los colectivos helenísticos son pues cualitativamente diferentes de los actuales.

Este caso podría tal vez sugerir que algo similar sucedería en el caso del debate entre Leibniz y Denis Papin con el que hemos comenzado. Nuestra familiaridad con la manera en que se innova en tecnología nos impediría ver que las circunstancias en el pasado difieren de las actuales –aun cuando tengamos la precaución de evitar el “presentismo” que Herbert Butterfield denunciara como mal endémico de muchas historias de Inglaterra⁸. La controversia entre Leibniz y Papin tiene en su centro mismo la cuestión de cómo hacer funcionar sin fricciones ni pérdidas de energía, máquinas con las que se busca la transmisión del movimiento en campos diferentes de aplicación. El “frottement” (palabra que a finales del siglo XVII abarca sin diferenciarlos fenómenos diferentes) es la preocupación principal de los técnicos y científicos de la *Académie Royale des Sciences de Paris*, fundada en 1666 por Luis XIV a instancias de su ministro Colbert. A pesar de la importancia del asunto, en las más conocidas e influyentes interpretaciones de la disputa entre Leibniz y Papin se presta atención casi exclusivamente al problema teórico y conceptual de la medición y conservación de la *force motrice* o de la *actio motrix*, y de la justificación de los principios físicos con los que se trata de resolverlo. El aspecto técnico, ingenieril queda relegado a un segundo plano, en el mejor de los casos, o es lisa y llanamente ignorado. En este contexto, Leibniz aparece como la mente que teoriza y logra comprender así el funcionamiento de las máquinas, y Papin como el teórico mediocre cuya habilidad radicaría exclusivamente en estrategias de ensayo y error propios del inventor.

Joachim Otto Fleckenstein expuso de manera precisa una visión muy difundida acerca del trabajo del ingeniero inventor en el Barroco europeo y de la actitud de los filósofos. Sostiene que el Barroco fue testigo de la realización del ideal renacentista del *uomo universale*, es decir, del filósofo-ingeniero: “En el caso de casi todos los grandes investigadores del barroco se encuentra en mayor o menor medida la

⁸ Butterfield, Herbert, *The Whig Interpretation of History*, London, Bell, 1931.

voluntad no sólo de investigar los fundamentos metafísicos últimos de su ciencia sino también ilustrarlos mediante aparatos técnicos". Descartes, Pascal, Leibniz, Galileo y Newton son los personajes sobresalientes en su lista, quienes "realizan personalmente la unidad de técnica, investigación científica y filosofía"⁹.

Pero, ¿hubo en el Barroco quienes pudieran ser considerados, tanto entonces como ahora, como genuina y eminentemente inventores? En caso afirmativo, ¿han dejado algún testimonio escrito acerca de sus inventos? ¿Han recurrido a ideas metafísicas para lograr una mejor comprensión de sus actividades? ¿Consideraban sus invenciones como meras ilustraciones de concepciones generales acerca del conocimiento o de la realidad? No es mi intención responder satisfactoriamente a todas estas cuestiones. Pero si volvemos a Denis Papin y logramos quitarnos encima la influencia de la tecnología actual sobre nuestra visión del pasado, tal vez podríamos señalar un camino posible de acercamiento. Papin, como ya dije, es calificado habitualmente como un teórico mediocre. Sobre la base de una pequeña parte de la evidencia documental accesible, ha sido descrito en un ensayo de gran difusión e influencia en el mundo angloparlante, como un "mero técnico" que asistió a Robert Boyle en sus experiencias¹⁰.

Una lectura atenta de su extensa correspondencia con Leibniz entre 1692 y 1707 muestra un retrato muy diferente de Papin, como la declaración de Leibniz en su carta de comienzos de 1707 sugiere. Por desgracia los textos de este epistolario que llegaron a nuestros días siguen en su mayoría desconocidos a pesar de sus ediciones de finales del siglo XIX. La primera edición fue hecha por Ernst Gerland, un historiador de la física y de la técnica, en 1881. Sus prejuicios intelectuales le hicieron dejar sin publicar dos tercios de las cartas, porque, afirmaba Gerland, sólo atañían a la controversia acerca de la conservación de la *vis viva*, es decir, a una controversia de índole metafísica según sus criterios¹¹.

La segunda edición de los documentos pertenecientes al epistolario entre Leibniz y Papin fue más completa, pero erizada de fallas.

⁹ Fleckenstein, Joachim Otto, "Die Einheit von Technik, Forschung und Philosophie im Wissenschaftsideal des Barock", *Technikgeschichte*, Bd. 32, 1/4, 1965, 22 y 19.

¹⁰ Shapin, Steven, "The Invisible Technician", *American Scientist*, Vol. 77, N° 6, 1989, 554-563.

¹¹ Gerland, Ernst (ed.), *Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin*, Berlin, Ferd. Dümmler, 1881.

Las transcripciones son increíblemente malas, las cartas están publicadas en un orden caprichoso¹². Para colmo de males su editor, Louis de Belenet, atribuye a Papin el célebre texto de Leibniz con el que se inicia públicamente la querrela acerca de la medición y conservación de la fuerza motriz, la “Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii”¹³. El destino le ha sido desfavorable a esta segunda edición. Sólo pocas copias son accesibles hoy, y las más importantes bibliotecas del mundo no la tienen. Asimismo, Emile Ravier no la menciona entre las ediciones de la obra de Leibniz¹⁴. Hay cierta justicia en el olvido y casi desaparición de esta pésima edición.

El debate entre Leibniz y Papin comienza de manera directa en 1689 cuando éste publicó en las *Actas Eruditorum*, de Leipzig, un extenso ensayo titulado “De gravitatis causa et proprietatibus observationes”¹⁵. En un extenso apéndice, Papin propone mejoras en el rendimiento de una máquina inventada por Charles Perrault para arrojar proyectiles, y descrita en las páginas finales del libro de François Blondel, *L’art de jeter les bombes*¹⁶. Para apoyar su propuesta técnica, Papin tuvo que enfrentar uno de los problemas más arduos para un inventor de su tiempo: cómo medir el rendimiento de una máquina antes de su realización. Sus cálculos –erróneos, por otra parte, como su antiguo patrón Christiaan Huygens le escribe a Leibniz– dependían de una teoría altamente conjetural acerca de cómo medir la acción de la materia que causa la gravedad sobre la superficie de la Tierra. El punto de partida de Papin es lo que él llama “el primer principio de la teoría de la causa de la gravedad de Huygens: [...] la potencia causada por la gravedad tiene una velocidad infinita en comparación con las velocidades de caída de los cuerpos que podemos observar sobre la tierra”. Por tanto, la acción de la materia que causa la gravedad tiene una velocidad infinita en comparación con la caída de cualquier cuerpo sobre la superficie de la tierra. Por este motivo, dicha *materia gravifica* imprime la misma cantidad de movimiento en cada unidad sucesiva de tiempo, con independencia de las distancias que el cuerpo atraviesa al caer.

¹² *La vie et les ouvrages de Denis Papin*, par M. de La Saussaye ... et A. Péan, terminé par L. de Belenet, Blois, Imprimerie G. Migault, 1893 (1894), Tome Septième et Huitième.

¹³ *La vie et les ouvrages de Denis Papin*, par M. de La Saussaye ... et A. Péan, terminé par L. de Belenet, Blois, Imprimerie G. Migault, 1893 (1894), tome quatrième, 175-178.

¹⁴ Ravier, Emile, *Bibliographie des oeuvres de Leibniz*, Paris, F. Alcan, 1937.

¹⁵ *Acta eruditorum*, abril 1689, 183-188.

¹⁶ Paris, 1683.

Papin agrega al final de su ensayo y de manera aparentemente incidental una crítica a la medición de la fuerza motriz que propuso Leibniz en la “Brevis demonstratio” en 1686. Dado que la *potentia* ha de ser medida por la resistencia a ser superada, y dado también que esta resistencia resulta de la acción de la causa de la gravedad por unidad de tiempo, entonces las *vires motrices* están en proporción directa de los tiempos, no del espacio recorrido. Papin señala además una excepción a ese criterio: elevar cuatro libras a un pie equivale a elevar una libra a cuatro pies solamente en las máquinas simples, en las que el tiempo disminuye por igual tanto para la *potentia* como para la *resistentia*. Por tanto, en ese caso el tiempo puede ser ignorado.

Papin acepta de esta manera que sólo en los movimientos uniformes de los desplazamientos virtuales en las máquinas simples hay proporcionalidad directa entre fuerzas motrices y distancias recorridas. Leibniz le responde en 1690 que la única manera de relacionar la *potentia* con el tiempo es cuando la misma *potentia* es capaz de producir un efecto mayor si se ejerce durante un tiempo mayor. Por tanto, una esfera con una velocidad uniforme dada, tiene el poder de transferir su propio peso sobre un plano horizontal por un espacio dado en un tiempo dado sin consumir su *potentia*. Pero Papin rechaza este giro de la cuestión: no podemos medir la *potentia* mediante efecto horizontales porque éstos no son efectos reales del ejercicio de la *potentia*, dado que no hay una resistencia a vencer.

Durante 1692 ambos intercambian cartas y ensayos acerca de la cuestión de cómo medir el efecto de una máquina que no sea una de las llamadas máquinas simples. Durante 1693 y 1694 el epistolario se interrumpe, pero en julio de 1695 renace con una intensidad que no decrece hasta finales de 1700. El motivo que desencadena este renacimiento de la discusión es la publicación en julio de 1695 de un texto de Papin titulado *Fasciculus dissertationum de novis quibusdam machinis*¹⁷. En él Papin recoge sus trabajos principales acerca de nuevas máquinas, algunas originales, otras mejoras de máquinas ya existentes. Resulta muy sugestivo que en medio de descripciones de cómo fabricar una prensa hidráulica o cómo transportar agua a largas distancias mediante tubos de su creación, Papin publica un resumen de su discusión con Leibniz, entre 1689 y 1692, acerca de la medición de la fuerza motriz. Papin repite los fundamentos de su posición a lo largo de la controversia: si se trata de cuerpos que son elevados hasta cierta altura por un movimiento adquirido a través de

¹⁷ Kassel, 1695.

un descenso previo desde esa misma altura, no podemos suponer que las fuerzas motrices sean proporcionales a dicha altura. Esto se debe, según Papin, a que las fuerzas motrices son disminuidas por las resistencias que el cuerpo debe vencer y no por las distancias a recorrer. Pero este no es el caso del movimiento en un plano horizontal, en el que un móvil es capaz de atravesar cualquier distancia imaginable sin sufrir disminución alguna de su capacidad motriz dado que no encuentra en ese plano resistencias a vencer.

Los problemas relacionados con la evaluación de la acción de una máquina sobre trayectorias horizontales se vuelven el tema central de la controversia entre Leibniz y Papin entre 1695 y 1700, en gran parte aún inédita. Dado que el movimiento horizontal es considerado como un caso ideal, abstracto, sus argumentos se vuelven paulatinamente más abstracto, y aunque ni Leibniz ni Papin pierden de vista el significado tecnológico de la discusión, en ese contexto la controversia por las fuerzas vivas aparece como un debate teórico acerca de los fundamentos mismos de la mecánica y la dinámica. No debe sorprendernos pues, que en un punto de su discusión aparezcan términos metafísicos mezclados con temas de mecánica. “Acciones” y “efectos” tienen en este contexto un significado diferente del que le daban mecánicos e inventores de la época. De acuerdo con Leibniz, esas categorías, y otras asociadas con ellas, están enraizadas en la acción de las sustancias y de las entelequias. Por su parte, Papin se niega a entrar en esa dimensión metafísica, en parte por considerarla una pérdida de tiempo para un inventor como él, pero principalmente porque no veía de qué manera la distinción leibniziana entre *vis viva et vis mortua* podría contribuir a obtener mediciones más precisas y máquinas más eficientes. Leibniz de alguna manera advirtió la dificultad y trató de superarla a través de una serie de complejas y frustradas demostraciones *a priori* de la conservación de la cantidad de acción motriz en el universo.

El concepto de “acción formal” que propone Leibniz en sus argumentos *a priori* pertenece al plano de los fundamentos teórico-metafísicos de la mecánica. Se trata de acciones en las que no hay de hecho ningún efecto, no hay *apotélesma* en el ejercicio esencial o formal de la fuerza en el tiempo: en este ejercicio formal no hay un *poiéin* sino un *prátein*¹⁸. Por su parte, Papin profetiza que Leibniz nunca logrará conectar la acción formal, “intime à la force” de los argumentos *a priori* con las acciones reales en las que la gravedad y el peso consumen la fuerza motriz. A su vez Leibniz le señala a Papin que sus má-

¹⁸ Niedersächsische-Landesbibliothek Hannover, Leibniz-Briefe, LBr 714 161v.

quinas no funcionarán adecuadamente si rechaza el teorema de las fuerzas vivas y sus justificaciones metafísicas. Como resume Jean-Pierre Sérís, “en este diálogo entre un metafísico y un ingeniero, el metafísico razona acerca de la evaluación de las fuerzas motrices, y el ingeniero queda a menudo prisionero de presupuestos metafísicos”¹⁹, tales como causas ocasionales, definiciones reales y entelequias.

Filósofos preocupados por la eficiencia de máquinas frente al problema del roce y la fricción, ingenieros que discuten sobre causas y substancias. Un mundo perdido, no sólo por el tiempo que ha transcurrido hasta hoy, sino también porque difícilmente logremos verlo aunque esté frente a nuestros ojos. Un último detalle podría mostrarnos cuánto ganaríamos en nuestras visiones del pasado si lográramos desentendernos por un instante de nuestra familiaridad con la innovación tecnológica del presente. Para Denis Papin la construcción de una máquina tuvo siempre prioridad ante cualquier consideración teórica. Así, cuando “la théorie” y “la pratique” entraban en conflicto, sin dudar Papin optaba por la segunda. Sin embargo, sería por completo injusto criticarlo por no saber cómo conectar teoría y práctica en el diseño y fabricación de sus inventos. Incluso los logros teóricos más celebrados de su tiempo, como el “moulin à feu” de Amontons, nunca pudieron ser construidos²⁰. Asimismo, la diferencia radical entre teoría y práctica era abiertamente aceptada por la Académie Royale de Sciences de Paris, cuyas actividades constituyen el contexto en el que discuten Leibniz y Papin. Acerca de esto, Papin le escribió a Leibniz el 6 de marzo de 1704: “hace alrededor de treinta años que tuve esta idea y se la propuse en Paris a Mr. Huygens, a Perrault y a otros miembros de la academia de ciencias: la invención fue aprobada en cuanto a la teoría; pero se creyó que no sería posible ejecutarla: solo trabajando con ahínco sobre cosas diferentes me vinieron a la mente las ideas para superar las dificultades de la práctica”²¹.

Los motivos de Papin para preferir la práctica no son siempre los mismos. El 22 de septiembre de 1704 le envía a Leibniz sus observaciones sobre el mencionado invento de Amontons. Sus críticas son categóricas: “Amontons parece ser un genio inventivo y penetrante

¹⁹ Jean Pierre Sérís, *Machine et communication. Du théâtre des machines à la mécanique industrielle*, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1987, 249.

²⁰ Amontons, Guillaume, “Moyen de substituer commodément l’action du feu à la force des homes et des chevaux pour mouvoir les machines. 20 juin 1699”, in: *Histoire de l’Académie Royale des Sciences*, 1699, Troisième édition, Paris, 1732, 112-126.

²¹ Ernst Gerland, *Leibnizens...*, 282; *La vie et les ouvrages de Denis Papin*, tome huitième, 144.

para descubrir las circunstancias que hace falta examinar para determinar las ventajas que se puede esperar de un invento: pero creo que tiene escaso conocimiento de la práctica. La máquina con las dimensiones que él describe es totalmente impracticable”²².

Es cierto que con entusiasmo mantuvo un largo debate con Leibniz acerca de la medición conservación de la fuerza motriz entre 1692 y 1700; es probable también que nunca haya entendido el criterio de Leibniz para lograr esa medición de las fuerzas motrices mediante desplazamientos verticales. Pero sus razones no provienen de falta de agudeza ni de ignorancia teórica. Cuando adopta una teoría –por ejemplo, sobre la causa de la gravedad o de la elasticidad del aire– lo hace con el propósito de evaluar las acciones de máquinas concretas. Por eso no duda en traicionar al mismísimo Descartes al sostener que no se debe considerar por separado a la velocidad y a la dirección de un movimiento. Además, Papin rechaza la concepción leibniziana del efecto violento como medida correcta de la fuerza motriz no por una falta de habilidad teórica sino sobre la base de su vasta y amarga experiencia con gastos exorbitantes y pérdidas de prestigio en la construcción de máquinas reales.

La especulación teórica se vuelve en los escritos de Papin una *ancilla artis*. Se sitúa así en las antípodas de quienes representan típicamente el ideal barroco de la unidad de metafísica, ciencia y técnica, pero no por negar toda conexión entre ellas, sino por el acento puesto sobre la técnica. Como tal, es un habitante tan auténtico como Leibniz del barroco europeo. Cuando rechaza las especulaciones de Leibniz acerca de entelequias y *vis viva et mortua*, le comenta: “pero decir que la materia en movimiento resiste continuamente a la Entelequia que la mueve es, me parece, dotar de inclinación a cosas que carecen de ella, y multiplicar los entes sin necesidad”²³. No parece ser éste un comentario de un técnico sin capacidad metafísica, sino el de un pensador que, aunque más interesado en la realización de sus invenciones técnicas, reconoce la importancia de adoptar una postura metafísica aun en casos prácticos. El rescatar esta dimensión de la actividad de Papin y de Leibniz tal vez nos ayude a aceptar que también nuestro universo tecnológico está cargado de teorías metafísicas para las que tal vez estemos provisoriamente ciegos.

Universidad T. Di Tella

²² Ernst Gerland, *Leibnizens*, 331; *La vie et les ouvrages de Denis Papin*, tome huitième, 210.

²³ Niedersächsische-Landesbibliothek Hannover, Leibniz-Briefe, LBr 714 314v.