

Descartes y la emergencia de las leyes de la naturaleza: una carta de viaje para el debate actual

CRISTIÁN SOTO

§1. Introducción

LA EXPRESIÓN *ley de la naturaleza* se ha convertido en una fuente fértil para la investigación en historia y filosofía de las ciencias. En el período de esplendor de la filosofía natural, entre la publicación en 1543 del libro *Sobre la Revolución de los Cuerpos Celestes* de Copérnico (Copérnico 1999) y la publicación de la tercera edición de los *Principia Mathematica Philosophia Naturalis* de Newton en 1726 (Newton 1999), las leyes de la naturaleza llegaron a constituir un elemento clave para el nuevo mecanicismo de la época. Tal como ellas fueron concebidas en filosofía natural, las leyes de la naturaleza no formaron parte de la visión de mundo de los clásicos griegos, ni tampoco de la filosofía medieval. Aunque se ha argumentado que la expresión tiene lugar en Platón en el siglo IV A.C. (Torretti 1999, p. 405) y con más claridad en Rogerio Bacon en el siglo XII (Ruby 1986, p. 343), la formulación de leyes de la naturaleza se consolidó en los trabajos de Descartes, Boyle, Newton, Leibniz y Berkeley, entre otros. En lo que sigue, prestaremos atención a los dos primeros.

La investigación que combina historia y filosofía sobre leyes de la naturaleza ha crecido exponencialmente en las últimas décadas. Los trabajos de Milton (1998), Chalmers (1999), Steinle (2002), Dorato (2005), Daston y Stolleis (2008), Ott (2009), Roux (2011), Wootton (2015), Hattab (2018) y Psillos (2018) son solo algunas de las contribuciones orientadas a esclarecer las motivaciones que condujeron a la postulación de leyes. La literatura disponible sienta un desafío para cualquier intento de contribución original. Sin embargo, al recorrer las reconstrucciones filosóficas e historiográficas resulta evidente

C. Soto (✉)
Universidad de Chile, Chile
British Academy, LSE, Inglaterra
e-mail: cssotto@uchile.cl – C.Soto1@lse.ac.uk

Disputatio. Philosophical Research Bulletin
Vol. 12, No. 24, Mar. 2023, pp. 53–81
ISSN: 2254-0601 | [SP] | ARTÍCULO

que no contamos con un acuerdo cabal acerca del origen exacto de las leyes de la naturaleza. Quizás la resolución de tal enigma sea dispensable. Por lo pronto, el objetivo del presente artículo es doble: por un lado, examinaremos la emergencia y consolidación de las leyes de la naturaleza en los trabajos de Descartes, que se oponen a la ontología aristotélico-escolástica tardía; y por otro, argumentaremos que, aunque el racionalismo nómico cartesiano fue acogido con escepticismo en la tradición experimentalista de Boyle, este logró exitosamente establecer una carta de viaje para los problemas que siguen ocupando un lugar central en los debates en torno a leyes de la naturaleza en metafísica y filosofía de las ciencias. Las investigaciones historiográficas y filosóficas irán de la mano en las páginas siguientes, evidenciando que, a poco andar en la literatura, resulta incuestionable que la emergencia de las leyes de la naturaleza en la filosofía natural temprana contribuyó a la conformación de una concepción de mundo que en gran medida sigue siendo aquella que comparten la filosofía y las ciencias contemporáneas.

Luego de esbozar el trasfondo aristotélico-escolástico que motiva el debate sobre leyes en la filosofía natural temprana (sección 2), examinaremos la formulación cartesiana de las leyes de la naturaleza en 1630 en *El Mundo* (sección 3) y en 1644 en los *Principios de la Filosofía* (sección 4).¹ Procederemos, a continuación, a revisar dos críticas inmediatas que suscitó la expresión *ley de la naturaleza* en *A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature* (en adelante, *Free Enquiry*) de Boyle publicado en 1686 (Boyle 1996), a saber: si cabe distinguir entre leyes fundamentales y leyes fenomenológicas (sección 5); y si contamos con una explicación para el problema acerca de cómo las leyes de la naturaleza gobiernan el mundo físico (sección 6). Nuestra investigación nos conducirá a delinear la carta de viaje cartesiana, que descansa en tres estrategias argumentativas relativas al (i) carácter, (ii) la fuente de modalidad, y (iii) la estructura ontológica que se requieren para la emergencia de las leyes, estrategias que, aunque con modificaciones, han sobrevivido hasta nuestros días (sección 7). Mostraremos que, aun cuando el debate sobre leyes de la naturaleza ha progresado en diversas direcciones, la investigación actual continúa intentando resolver asuntos que heredamos de la primera etapa de la biografía de las leyes de la naturaleza.

¹ Para la obra de Descartes, empleamos la edición de Cottingham, Stoothoff y Murdoch (Descartes CSM), volúmenes I-III.

§2. El trasfondo aristotélico escolástico

La ontología aristotélica constituye el trasfondo sobre el cual se desarrolla el debate acerca de leyes de la naturaleza en la filosofía natural de los siglos XVII y XVIII (Ott 2009). Esta incluye sustancias y accidentes, además de la teoría de las causas formales (o esenciales), materiales, finales y eficientes, junto a la postulación del primer motor que influye sobre el curso de los fenómenos naturales. La caracterización de las sustancias resulta crucial en la ontología aristotélica, puesto que con ella se establecen los roles que juegan los poderes causales que posee una sustancia, así como el rango de procesos causales en los que cada sustancia participa dada su naturaleza. El fuego posee, por su naturaleza, la capacidad de quemar, de modo tal que, para la ontología aristotélica, la proposición *el fuego quema* expresa una verdad analítica, que se deriva del significado del concepto de clase natural y que se confirma rutinariamente por la observación.

La posesión de poderes causales contribuye a definir la identidad de una sustancia y su interacción con otras sustancias, en tanto que tales poderes causales determinan la conducta causal de las mismas. Un objeto grave sobre la faz de la tierra tiende a caer por su propia naturaleza, en donde la caída es concebida como la acción a través de la cual un objeto grave vuelve a su lugar natural. Ott refiere a Tomás de Aquino:

Aquino escribe que ‘en un cuerpo pesado se encuentra una inclinación y un orden hacia el centro del universo; y en consecuencia existe en el cuerpo pesado una cierta relación con respecto al centro, y lo mismo se aplica a otras cosas’ (*ST I* q. 28 a. 1). La inclinación no es reducible a algún aspecto ulterior del cuerpo, tales como su tamaño y forma. Es un aspecto real del cuerpo pesado mismo. (Ott 2009, p. 28).

Aunque la interpretación escolástica de la ontología aristotélica reconoce las sustancias y sus poderes causales, no se limita a ellas. En cambio, se identifica al primer motor aristotélico con el Dios del judeocristianismo que añade su agencia al entramado causal. Dios crea las entidades materiales e inmateriales, racionales y no racionales, que constituyen la realidad. La estructura ontológica se torna compleja, surgiendo una de las dificultades que enfrentó el aristotelismo escolástico que precedió a la filosofía natural, a saber, la sobredeterminación causal, dado que tanto las sustancias particulares como Dios cuentan con capacidad de acción causal sobre fenómenos específicos. La omnipotencia causal de la voluntad divina y los poderes causales de las sustancias podrían ser redundantemente responsables de los fenómenos que

observamos. Y se trata de *sobredeterminación causal* en tanto que contamos con dos causas que podrían separadamente suficientes para la producción de un mismo efecto. Tiene, pues, que ofrecerse una historia acerca de la manera en la cual cada una de ellas contribuye al devenir causal sin incurrir en sobredeterminación (y para el escolasticismo, quizás más importantemente, sin sentar un límite para la voluntad divina).

El escolasticismo tardío ofreció tres salidas para dar cuenta de la participación divina en la estructura causal del mundo natural, a saber, el concurrentismo, el conservacionismo, y el ocasionalismo, la tercera de las cuales, como veremos, acaba por romper con la ontología aristotélica en las manos de Descartes y del nuevo mecanicismo. Primero, el *concurrentismo*, que es la posición dominante tanto en Suárez como en Aquino, sostiene que un efecto puede tener como causa la concurrencia de Dios y de los poderes causales de las sustancias. «Dios, como causa primaria, es responsable del *esse* [ser] de los seres individuales; las criaturas, como causas secundarias, son responsables de las propiedades de aquellos seres» (Ott, 2009, p. 21). Caracterizando el concurrentismo, Aquino sostiene:

El orden de los efectos va de acuerdo con el orden de las causas. Ahora, el primero de todos los efectos es ser, porque todos los otros son determinaciones del ser. Por ende, ser es el efecto propio del primer agente, y todos los otros agentes lo producen por el poder del primer agente. Más aún, los agentes secundarios, que, por así decirlo, particularizan y determinan la acción del primer agente, producen, como sus propios efectos, las otras perfecciones que determinan el ser. (SCG 66, 119; véase Ott 2009, p. 21).

Una segunda alternativa es el *conservacionismo*. Mientras que el concurrentismo sostiene que la participación divina opera a través de los objetos que crea y mantiene en su existencia, el conservacionismo sugiere que, luego de crear las cosas, Dios permite que los poderes causales de las sustancias actúen con independencia de la agencia divina. La causa divina se limita a crearlas y mantenerlas en su ser, pero la voluntad de Dios no interviene en el devenir causal de estas. El conservacionismo separa, pues, la agencia causal divina, que se manifiesta en la creación, y la agencia causal de las sustancias particulares, que se manifiesta en los procesos causales del mundo natural. La acción causal de ambas partes tiene lugar en momentos diferentes.

Todavía una tercera opción es el *ocasionalismo*, que se acerca a la visión de mundo que defenderá el mecanicismo naciente en la época. Defendido por Descartes y Malebranche, el ocasionalismo sostiene que Dios es la única causa real de la existencia de los fenómenos y de los diversos movimientos a los que

están sujetos. Oponiéndose al concurrentismo y al conservacionismo, el ocasionalismo concibe que las sustancias no tienen poderes causales que determinen el curso de los eventos naturales. Por el contrario, Dios sería la causa tanto de la existencia como de los movimientos de las cosas.

El ocasionalismo evita la sobredeterminación causal al negar la realidad de los poderes causales, pero plantea un problema diferente relativo a la forma que puede tomar la acción divina sobre el mundo mecánico. Con ello, el ocasionalismo abre espacio para la ontología incipiente de la filosofía natural que introducirá las leyes de la naturaleza. El ocasionalismo divisó una estrategia ontológica para el problema de la sobredeterminación causal que fue adoptada por quienes fundaron la concepción mecanicista de la realidad. Si Dios crea una realidad física que carece de poderes causales aristotélicos, entonces, ¿qué explica el movimiento de las cosas? ¿Y qué explica la regularidad aparente que observamos en ellas? La respuesta a tales preguntas es: las leyes de la naturaleza, las cuales se postulan en filosofía natural para situarlas entre la naturaleza divina y el mundo físico: Dios impone las leyes de la naturaleza sobre el mundo mecánico desprovisto de poderes causales aristotélicos, imprimiendo movimientos regulares en los fenómenos. Con su imposición, las leyes especifican las determinaciones de las sustancias en las relaciones causales en las que participan.

El interés de la filosofía natural por deshacerse de los poderes causales aristotélicos va más allá de la sola postulación de leyes de la naturaleza, enmarcándose en la crítica más amplia a la doctrina de las cualidades ocultas. Recuérdese a Moliere (1622-1673) en *El Enfermo Imaginario*: «Me pregunta el doctor erudito la causa y razón de por qué el opio causa quedarse dormido. A lo cual yo respondo, porque este tiene una *virtus dormitiva*, cuya naturaleza calma los sentidos para dormir». Uno de los problemas que suponía aceptar poderes causales dice relación con la posibilidad de explicar estos últimos sin apelar a cualidades ocultas. El fuego quema y los cuerpos graves caen porque el primero tiene la cualidad oculta de ser caliente y el segundo la de ser grave. Las cualidades ocultas se identifican por contraposición a las cualidades que se manifiestan a los sentidos. En la medida en que se le otorga prioridad explicativa a las cualidades que se manifiestan a nuestra observación, pierden relevancia las cualidades ocultas en la investigación de la naturaleza. Aunque el raciocinio podría abstraer aquellas cualidades generales que se nos presentan a los sentidos, este encontraría su límite en el alcance de los sentidos. Podemos suponer que el cuerpo grave cae debido al poder causal que le imparte la posesión de cierta masa. Sin embargo, lo que observamos es que el cuerpo grave cae, pero no observamos el poder causal de la masa impartiendo la

acción. La crítica cartesiana sigue el camino de la crítica al lenguaje aristotélico de *potencia* y *acto*, que se aplica a las actualizaciones de cualidades ocultas potenciales: en las *Reglas para la Dirección del Espíritu*, Descartes afirma: «De hecho, ¿no parece que cualquiera [...] que diga que el *movimiento*, una cosa conocida para todos, es *la actualidad de una cosa en potencia en la medida en que es potencia* está ocupando palabras mágicas? ¿Quién entiende estas palabras?» (CSM I, p. 49). El escepticismo cartesiano acerca de las cualidades ocultas sienta un trasfondo apropiado para la ontología mecanicista que busca eliminar los poderes causales e introducir las leyes de la naturaleza.

Ott sostiene que «una cualidad oculta es una que (a) no es sensible, y por esta misma razón (b) es ininteligible; y es así (c) un fin (*terminus*) de la investigación puesto que, *ex hypothesi*, el intelecto no puede ir más allá en la exploración» (Ott 2009, p. 30). Las características (a), (b) y (c) no representan por igual un problema para el mecanicismo naciente. Que una cualidad no sea sensible no necesariamente impone una restricción para su postulación. Descartes socava la experiencia sensorial como fuente de información acerca del mundo, dados los errores a los que nos conduce la confianza epistémica en los sentidos; y acepta, en cambio, la teorización acerca de dominios inobservables de la realidad. Los problemas comienzan con (b), la ininteligibilidad de las cualidades ocultas, y continúan con (c), el hecho de que ellas representen un término de la investigación. En las secciones siguientes veremos que, para Descartes, la realidad tiene que ser caracterizada en términos de tamaño, forma y movimiento, que escapan a las características (b) y (c).

Este es el trasfondo que motiva la concepción mecanicista de la realidad que da lugar a la emergencia y consolidación de leyes de la naturaleza. En la transición desde la concepción de mundo aristotélico-escolástica hacia la concepción de mundo mecanicista de la filosofía natural tienen lugar transformaciones radicales en ontología. ¿Podría irse más atrás en la historia? Por cierto, y así lo ha hecho parte de la literatura que ha indagado rastros de las leyes de la naturaleza en autores clásicos griegos, medievales y renacentistas (Daston y Stolleis 2008). No es difícil encontrar rastros de supuestos y expresiones que se acercan a las leyes de la naturaleza. Considérense las siguientes líneas de Aquino: «si fuéramos a entrar a una casa bien ordenada, inferiríamos la noción de un gobernador a partir del orden manifiesto en la casa» (*ST*, 1, q. 103, a. 1). Los conceptos de *orden* y *gobierno* parecen ser aquellos que hereda el mecanicismo temprano bajo la forma de leyes de la naturaleza. En otro pasaje, Aquino añade: «la misma noción del gobierno de las cosas en Dios, el legislador del universo, tiene la naturaleza de una ley» (*ST*, 1, q. 91, a. 1). La semejanza es más clara, puesto que el *gobierno* de Dios sobre la

naturaleza tiene la forma de una *ley*. Tales pasajes muestran concordancia con los supuestos que sustentan la añoranza metafísica por un orden de la naturaleza en tanto creación de un arquitecto divino, que posteriormente encuentra eco en las leyes de la naturaleza.

Aunque tal añoranza metafísica se mantendrá viva en las ideas del mecanicismo temprano, ello no basta para afirmar que los medievales contaron con una formulación clara de las leyes de la naturaleza, ni mucho menos que les hayan asignado los roles y características que fueron diseñados y debatidos por la filosofía natural. El problema hermenéutico es claro: tales semejanzas se tornan superficiales en la medida en que el aristotelismo escolástico y el mecanicismo de la filosofía natural elaboran concepciones radicalmente diferentes de la ontología: el primero postulando una ontología de poderes causales para las sustancias, mientras que el segundo concibiendo la naturaleza en términos de *res extensa* inerte regida por leyes. En lo que sigue, dejaremos las semejanzas pretéritas a un lado con el objetivo de mostrar que las leyes de la naturaleza, tal como las concebimos hoy en día, lograron su consolidación en el debate que tuvo lugar entre 1630 y 1686. Examinaremos las obras de Descartes y Boyle para trazar la carta de viaje que estableció la propuesta cartesiana sobre leyes de la naturaleza. De hecho, el racionalismo nómico cartesiano tuvo una recepción inicial crítica en la tradición experimentalista de Boyle: ¿cómo puede la agencia divina imprimir movimientos sobre la naturaleza mecánica? Esta pregunta es una instancia de la pregunta cartesiana general: ¿cómo puede la *res cogitans* interactuar causalmente con la *res extensa*? Tales asuntos, argumentaremos, no solo son de interés historiográfico, sino que también sistemático, al menos en tanto que, en las manos de Descartes, trazaron la carta de viaje que ha seguido la discusión posterior sobre leyes de la naturaleza en al menos tres direcciones: primero, la caracterización de las leyes de la naturaleza; segundo, la fuente de modalidad para las leyes de la naturaleza; y tercero, la estructura ontológica que se requiere para la introducción de leyes en nuestra visión de mundo.

§3. El nuevo mundo de Descartes

Usualmente se reconoce que «la idea moderna de leyes de la naturaleza es un derivado de la filosofía de Descartes, quien fuera la primera persona en tratar las leyes de la naturaleza como aquello acerca de lo cual versa el conocimiento de la naturaleza» (Wootton 2015, p. 367). La exposición de las leyes de la naturaleza en los trabajos de Descartes responde a la confluencia de diversas tradiciones intelectuales provenientes del aristotelismo, las prácticas de la nueva

filosofía natural y la teología judeocristiana. Las fuentes literarias principales son el manuscrito *El Mundo, o Tratado sobre la Luz*, cuya redacción Descartes comenzó en 1629, pero dejó inconclusa, y los *Principios de la Filosofía* publicados 1644. Aunque los *Principios* contienen la concepción mecanicista madura de Descartes, incluiremos en nuestro análisis *El Mundo*, que constituye un documento historiográfico irremplazable para el estudio del mecanicismo temprano.

En *El Mundo* Descartes elabora una ontología que sienta las bases para el mecanicismo, aparentemente estando consciente del carácter revolucionario de las ideas de la nueva filosofía natural. Su capítulo 6 se titula *Descripción del nuevo mundo; y las cualidades de la materia de la que está compuesto*. En este se nos pide que le permitamos «al pensamiento que se extienda más allá de este mundo para concebir otro mundo completamente nuevo» (Descartes, CSM I, p. 90), que se invoca en espacios imaginarios. Aunque se trata de espacios imaginarios, Descartes señala que su análisis trata acerca de la naturaleza, y no de una deidad o de otra clase de poder. La expresión *naturaleza* refiere a la materia que es, para Descartes, equivalente a la extensión. Y los objetos que la componen pueden ser completamente descritos en términos del análisis geométrico. En esta ontología, Dios preserva la naturaleza de la misma manera que la creó. Pero para que la naturaleza no permanezca siempre en el mismo estado y para que podamos explicar los cambios que observamos, se introducen las leyes de la naturaleza, que corresponden a las reglas impuestas por Dios según las cuales tienen lugar los cambios en los fenómenos.²

La concepción cartesiana de la naturaleza física constituye una instancia del proyecto de desencantamiento del mundo.³ El mundo que investiga la filosofía natural no se encuentra habitado por cualidades ocultas aristotélicas; se torna abstracto y ajeno al sentido común, abandonando explicaciones de los

² Además de la equivalencia entre materia y extensión, que es fundamental en el mecanicismo cartesiano, en *El Mundo* Descartes rechaza el vacío y el atomismo, y defiende la causalidad directa y la posibilidad de teorizar acerca de lo inobservable. Por lo pronto, no desarrollaremos estas ideas en detalle. Cabe, no obstante, destacar que Descartes afirma sobre el vacío: «aquellos espacios, en donde no percibimos nada, están llenos de la misma materia, y contienen al menos tanta materia como aquellos que están ocupados por cuerpos que percibimos. Así, cuando un navío está lleno de oro o plomo, por ejemplo, no contiene más materia que cuando pensamos que está vacío» (Descartes, CSM I, p. 87). Y continúa Descartes en el mismo pasaje: esto «solo podría parecer extraño a aquellas personas cuyo razonamiento no se extiende más allá de la punta de sus dedos, y que piensan que no hay nada en el mundo aparte de lo que pueden tocar». Con ello, el mecanicismo cartesiano se distancia una vez más de la ontología aristotélica de sentido común.

³ Tomo la expresión *desencantamiento del mundo* de Wooton (2015, p. 449), quien la aplica a Descartes, tomada a su vez de Weber (2008, p. 35) en su conferencia de 1917 *Ciencia como Vocación*.

fenómenos en términos del fuego, del aire, del agua y de la tierra, así como de sus correspondientes cualidades aristotélicas de calor, frío, humedad y sequedad. Descartes construye un mundo recurriendo al razonamiento geométrico, según el cual todas las propiedades observables en las cosas tienen que ser explicadas en términos de tamaño, forma y movimiento, junto a los diversos arreglos de sus partes según determinen las leyes de la naturaleza.

La primera formulación de las leyes de la naturaleza en *El Mundo* es la siguiente:

- Primera ley: cada parte individual de la materia continua siempre en el mismo estado en la medida en que la colisión con otros cuerpos no la fuerza a cambiar de estado;
- Segunda ley: cuando un cuerpo empuja a otro, el primero no puede conferirle movimiento alguno al segundo a menos que pierda la misma cantidad de su movimiento al mismo tiempo; ni puede recibir movimiento del otro a menos que su propio movimiento incremente igualmente;
- Tercera ley: cuando un cuerpo se mueve, aun cuando su movimiento tenga lugar en gran parte en una curva y no pueda llevar a cabo ningún movimiento que no sea de algún modo circular, cada una de sus partes siempre tiende individualmente a continuar moviéndose en línea recta (Descartes, CSM I, pp. 93-96.)

Estas tres leyes cartesianas constituyen una primera formulación de las leyes que describen el movimiento de las cosas. Ellas ofrecen tres generalizaciones que podrían ser llamadas ley de la inercia, ley de la acción y reacción, y ley del movimiento rectilíneo uniforme. Los nombres, sin embargo, no debieran confundirnos haciéndonos pensar que la formulación cartesiana de las leyes es la que preservamos hoy en día bajo una nomenclatura similar. Por el contrario, las leyes cartesianas ofrecen formulaciones seminales de la inercia, de la acción y la reacción, y del movimiento rectilíneo uniforme, pero su formulación fue sometida a cambios relevantes por el mismo Descartes en los *Principios* de 1644 (véase la sección 4). Sea como fuere, aun cuando la formulación cartesiana original de tales leyes no se encuentra hoy en día incluida literalmente entre las leyes de la física dadas las numerosas transformaciones durante casi cuatrocientos años de historia, ellas sientan un paradigma que logró orientar la investigación del mundo físico en los siglos inmediatamente posteriores.

Ante la pregunta por el fundamento y origen de las leyes del movimiento, Descartes recurre a la teología. Ello no sorprende si se consideran las prácticas aceptadas de la filosofía natural en el siglo XVII, que difieren de nuestras prácticas actuales en ciencias y filosofía. La filosofía natural convoca a la teología, la física y la metafísica por igual, y a ellas añade la astronomía, la geometría y la lógica, entre otras disciplinas. Recurriendo a los fundamentos teológicos, Descartes sostiene que las tres leyes del movimiento se siguen manifiestamente a partir de la inmutabilidad de la voluntad de Dios, la cual permitiría garantizar dos cosas: primero, que Dios crea la naturaleza y la conserva en su existencia; y segundo, que Dios «siempre produce el mismo efecto» y que conserva «todo a través de una acción continua» (Descartes, CSM I, p. 96), explicando así las regularidades que observamos en la naturaleza. Este último punto ha sido llamado *el principio cartesiano de conservación* (Garber 1992, pp. 204 y ss.), que recurre a la inmutabilidad de la naturaleza divina para garantizar, según la primera ley de *El Mundo*, que cada parte de la materia siempre continúa en el mismo estado y que una vez que ellas se han comenzado a mover, siempre continuarán con la misma fuerza. Igualmente, el principio de conservación permite asumir en la segunda ley que, en el caso de las colisiones, un primer cuerpo transmite a un segundo cuerpo la misma cantidad de movimiento que pierde en la colisión, conservándose la misma cantidad de movimiento en los fenómenos en su conjunto.

En la nueva ontología mecanicista de *El Mundo*, las causas del movimiento son dos: Dios y las leyes de la naturaleza (a diferencia de las causas del movimiento en la ontología aristotélico-escolástica, en la que también son dos: Dios y los poderes causales de las sustancias). Descartes llama a Dios *causa primaria*, que asegura la existencia de las cosas, mientras que las leyes de la naturaleza, en tanto *causas secundarias*, son las responsables de las diversas determinaciones de las cosas tal como las observamos en la experiencia. Según Descartes, «a partir del momento en que [los cuerpos] comienzan a moverse, también comienzan a cambiar y a diversificar sus movimientos chocando unos con otros» (Descartes, CSM I, p. 93). Dios preservaría las cosas en su existencia tal como las creó, aunque no las conserva en el mismo estado. Los diversos estados incluyen el reposo y el movimiento, pero también otros relativos a las determinaciones que pueden afectar a cuerpos particulares en su tamaño y forma. Así, aunque Dios «siempre actúa de la misma manera y consecuentemente siempre produce sustancialmente el mismo efecto, ocurren muchas diferencias en este efecto, como si fuera por accidente» (Ibíd.).

La ontología mecanicista no alcanza su esplendor en *El Mundo*. Por el contrario, la organización ontológica de Dios y las leyes de la naturaleza

determinando la existencia y devenir causal de la naturaleza mecánica presenta al menos dos dificultades principales. Una es esta: se sostiene que las tres leyes de la naturaleza derivan de la inmutabilidad de la voluntad divina, sin que quede claro cómo pueda distinguirse entre las leyes y la inmutabilidad de la voluntad de Dios, sobre todo en la tradición voluntarista en teología según la cual las leyes de la naturaleza son voliciones divinas. Descartes sostiene que Dios mantiene las cosas en su existencia y que las leyes de la naturaleza imponen determinaciones particulares en su tamaño, forma y movimiento. Cabe, pues, preguntarse si tales leyes, en tanto causas secundarias, son realmente diferentes de la inmutabilidad de la naturaleza divina, en tanto causa primaria.

La segunda dificultad se deriva del anterior, y ha sido mencionada más arriba: sea como fuere que se responda al primer problema, resta todavía elucidar de qué manera la inmutabilidad de la voluntad divina determina la conducta causal del mundo, esta vez a través de las leyes de la naturaleza. A este respecto, no basta, sin más, con afirmar que las leyes de la naturaleza gobiernan la conducta causal de las cosas, sino que es preciso dar cuenta de cómo tiene lugar esa determinación. Este es un punto crítico en la ontología cartesiana temprana, que muestra un límite de la propuesta que encontramos en *El Mundo*: las leyes son responsables del movimiento y de las determinaciones del cambio en las cosas, pero estas mismas leyes son actos de la agencia divina, por lo cual ellas debieran heredar su inmutabilidad y su carácter, que difiere de la *res extensa*. ¿Cómo tiene lugar la interacción entre las leyes de la naturaleza, vinculadas a la inmutabilidad de la voluntad divina, y los fenómenos cuyos movimientos ellas determinan?

La brecha que traza el mecanicismo cartesiano entre la naturaleza de Dios y la naturaleza mecánica suscita un problema. Si las leyes derivan de la inmutabilidad de la voluntad divina, ellas debieran heredar su inmutabilidad, y esta es una de las supuestas verdades conceptuales acerca de las leyes de la naturaleza que ha prevalecido en la literatura: las leyes de la naturaleza no pueden cambiar.⁴ Sin embargo, no solo encontramos necesidad en el mundo, sino también contingencia. Ante ello, Descartes observa que Dios, a través de las leyes de la naturaleza, es el autor de todos los movimientos en el mundo en tanto que existen y son rectos, pero que «son las diversas disposiciones de la materia las que hacen que los movimientos sean irregulares y curvos» (Descartes, CSM I, p. 97). Tales disposiciones introducen resabios del concurrentismo o del conservacionismo que se resisten a abandonar el

⁴ Nótese que la discusión contemporánea en historia y filosofía de las leyes de la naturaleza ha puesto en entredicho esta supuesta verdad conceptual de las leyes. Véase Sartenaer, Guay y Humphreys (2021).

aristotelismo escolástico de poderes causales. Intentaremos esclarecer estos puntos a continuación en línea con los *Principios* de 1644.

§4. Las leyes en los *Principios*

Revisemos a continuación la formulación de las leyes de la naturaleza en los *Principios*:

- Primera ley: todas las cosas, en la medida en que pueden, continúan siempre en el mismo estado [de movimiento o reposo]; y así, lo que se encuentra en movimiento siempre continuará moviéndose.
- Segunda ley: todo movimiento es en sí mismo rectilíneo; y, en consecuencia, cualquier cuerpo que se mueve en círculo, siempre tiende a alejarse del centro del círculo que describe.
- Tercera ley: si un cuerpo colisiona con otro cuerpo que es más fuerte que sí mismo, no pierde nada de su movimiento; pero si choca con un cuerpo más débil, pierde una cantidad de movimiento igual a la que le imparte al otro cuerpo (Descartes, CSM I, pp. 241-242).

Existen varias diferencias entre esta formulación de las tres leyes con la formulación inicial de *El Mundo*. En los *Principios*, la primera ley recoge la formulación de la primera ley de *El Mundo*, pero esta vez precisando la caracterización galileana del movimiento uniforme rectilíneo, según la cual un cuerpo continuará moviéndose indefinidamente trazando una línea recta a menos que experimente alguna fuerza que modifique su estado. La segunda ley de los *Principios* recoge la tercera ley de *El Mundo*, manteniendo en pie el supuesto dinámico que sostiene que el movimiento natural de los cuerpos es en línea recta a través de un plano. Y la tercera ley de los *Principios* reformula la segunda ley de *El Mundo*, describiendo lo que se observa en la colisión de dos cuerpos con diversas masas; su formulación es más precisa, puesto que, mientras que *El Mundo* habla de conferir y recibir (perder y aumentar) movimiento, los *Principios* remiten a cuerpos débiles y fuertes, dependiendo de sus masas respectivas, añadiendo siete reglas que detallan lo que cabe esperar que tenga lugar en las colisiones de dos cuerpos.

La estructura ontológica que soporta la formulación de las leyes de la naturaleza en los *Principios* es similar a la descrita en *El Mundo*. Se asume que tenemos experiencia de la materia que se extiende a lo largo, a lo ancho y en profundidad, cuyo tamaño, forma y movimiento son las causas de nuestras

experiencias sensoriales. Se rechaza nuevamente que los cuerpos estén constituidos por su peso, dureza y color (así como por el calor, el frío, la sequedad y la humedad). Descartes expresa su compromiso con la tesis de que el espacio está lleno de materia, aún cuando sea materia que no percibamos, sosteniendo que la diferencia entre la cantidad y la extensión de la substancia es meramente conceptual: donde sea que haya extensión tiene que haber alguna cantidad de materia. Por lo mismo, no puede trazarse una distinción entre el lugar que ocupa un cuerpo, que Descartes llama espacio interno, y su extensión. Y se defiende que en el espacio no encontramos puntos fijos y absolutos de referencia: nada en el universo tiene un lugar permanente, sino solo en tanto que nosotros se lo atribuimos en referencia a otras cosas.

Según Descartes, la identidad entre el espacio y la *res extensa* conduce al rechazo del atomismo. Nuestro pensamiento puede dividir el espacio euclidiano en espacios cada vez más pequeños, haciendo concebible la división indefinida de la materia. Y así como la división en lo pequeño es indefinida, Descartes también sostiene que la extensión del universo es igualmente indefinida. Donde sea que nos imaginemos los límites espaciales del universo, podemos imaginarnos todavía que hay regiones que se extienden más allá.⁵

Un último elemento que nos permite sopesar el alcance de las leyes de la naturaleza en la ontología cartesiana es el movimiento. Descartes ofrece dos acepciones para el movimiento. Primero, en su sentido ordinario, el movimiento «es simplemente la acción por la cual un cuerpo viaja [*migrat*] de un lugar a otro» (Descartes, CSM I, p. 233). Este sería el movimiento local de los cuerpos. Pero, en segundo lugar, el movimiento en sentido estricto refiere a «la transferencia [*translatio*]⁶ de una pieza de materia, o de un cuerpo, desde la vecindad de los otros cuerpos, con los que está en contacto inmediato y que se los considera en reposo, hacia la vecindad de otros cuerpos» (Ibíd.). La segunda definición hace patente la relatividad del movimiento: un cuerpo se mueve siempre en relación con la posición de otros cuerpos en su vecindad. En el experimento mental de Galileo Galilei (2001[1632]), el marinero que va en el barco en movimiento (asumamos, movimiento continuo, sin fricción) no tendría percepción del movimiento en la medida en que, desde su perspectiva,

⁵ Garber (1992, p. 121) observa que el rechazo del atomismo en los *Principios* difiere de la concepción corpuscular que Descartes sostuvo en sus trabajos tempranos en *Dióptrica* y en *El Mundo*, en donde la ley de la refracción es modelada en términos de pequeñas pelotas que colisionan con diversas superficies. Ello pone de relieve la relevancia que cobra el análisis geométrico de la realidad física en la ontología cartesiana, en línea con la matematización creciente de la realidad en la filosofía natural.

⁶ Garber (1992, pp. 159-160) emplea las expresiones inglesas *passes* y *transference* para las expresiones latinas *migrat* y *translatio*, respectivamente.

los cuerpos en su vecindad inmediata parecen en reposo; solamente mirando, digamos, a través de la ventana podría el marinero detectar que él junto al barco en que se encuentra se mueven si se toma como punto de referencia, por ejemplo, la costa que tienen a la vista. Descartes (CSM I, p. 233) tiene presente este ejemplo. Pues bien, se emplea la expresión *transferencia* en lugar de *fuerza* o *acción* para señalar que el movimiento está siempre en el cuerpo que se mueve y no en aquello que es causa del movimiento. El movimiento no residiría en la sola fuerza que impele a un cuerpo a moverse, sino en el entramado de fuerzas que determinan que un cuerpo se mantenga en reposo mientras que otro se traslade, puesto que, concluye Descartes, en realidad no se requiere más acción para el movimiento que para el reposo.

La noción relativa de movimiento en los *Principios* no permite una distinción clara entre movimiento y reposo. En diversas ocasiones se ha argumentado que se trata de una concepción de movimiento que es inane para la física cartesiana y que Descartes la introdujo para mantenerse a salvo de las potenciales represalias de la inquisición imperante en sus años, que se aferraba a la idea de que la tierra no se mueve. Koyré es enfático al respecto:

El copernicanismo que había estado manifiestamente a la vista en *El Mundo* desapareció de los *Principios*, o más bien fue escondido detrás de una teoría incómoda y peculiar del movimiento [...] El ultra-relativismo de su idea de movimiento no era original de Descartes. Es nuestra opinión que él solamente la adoptó para ser capaz de reconciliar la astronomía copernicana, o más simplemente la movilidad de la tierra, que estaba manifiestamente implicada por su física, con la doctrina oficial de la iglesia. (Koyré 1978, pp. 261, 265; véase Garber 1992, p. 186)

Más allá de la oscuridad de la concepción cartesiana del movimiento en 1644, ¿qué roles juegan las leyes en la ontología cartesiana de los *Principios*? Podemos responder a esta pregunta destacando un punto crucial en el que difieren *El Mundo* y los *Principios*. En 1633 Descartes manifestó ambiguamente su distanciamiento de las concepciones concurrentistas y conservacionistas del aristotelismo escolasticismo, en donde apeló a disposiciones de las cosas que podrían actuar como causas de la contingencia observable en los fenómenos. Esto desaparece en los *Principios* de la mano de un ocasionalismo que lleva a su plenitud la ontología mecanicista de sustancias materiales sin poderes causales. Las cosas en la naturaleza no son la causa de sus movimientos; tal causa se encuentra en las tres leyes descritas, las cuales ofrecen generalizaciones que permiten explicar los fenómenos en la naturaleza que instancian relaciones causales que aparentan no tener excepción. Pero una vez más, ¿cuál es el

fundamento de tales leyes? La respuesta cartesiana sigue siendo la inmutabilidad de la voluntad divina de *El Mundo*: «Dios es la causa primaria del movimiento; y él siempre preserva la misma cantidad de movimiento en la materia» (Descartes, CSM I, p. 240). En breve, el mundo de los *Principios* consiste en una vasta extensión material inerte cuya causa primaria de su existencia es Dios y cuya causa secundaria de sus determinaciones de tamaño, forma y movimiento son las leyes de la naturaleza.

§5. El experimentalismo de Boyle

En *Free Enquiry*, Boyle presenta al menos dos observaciones críticas con respecto a la concepción de leyes que aparece en los trabajos de Descartes. La primera dice relación con una posible distinción sugerida entre *leyes fundamentales* y *leyes fenomenológicas*.⁷ Las primeras se aplican en todo tiempo y lugar, carecen de excepciones y nos informan acerca de propiedades o aspectos ubicuos del universo. En cambio, las segundas poseen un dominio de aplicación que se restringe a regiones específicas del mundo físico. Las leyes de la naturaleza del mecanicismo cartesiano corresponden al primer tipo, en tanto que ellas pretenden describir la dinámica de los fenómenos en general. Sin poner en cuestión los cimientos de las leyes fundamentales, Boyle destaca la viabilidad de las leyes fenomenológicas que se obtienen en ambientes experimentales, las cuales, a pesar de ofrecer generalizaciones restringidas espaciotemporalmente, gozan de un carácter nómico que satisface lo que esperamos de una ley referida a ciertos dominios físicos:

En ocasiones sería útil distinguir entre la Ley de la Naturaleza, más propiamente llamada así, y la Costumbre de la Naturaleza, o, si le parece bien, entre las Constituciones Fundamentales y Generales de las cosas corporales, y las Leyes Municipales (si pudiera llamarlas así) que pertenecen a esta o aquella clase particular de cuerpos (Boyle 1996 [1686], pp. 256-257. Uso de mayúsculas en el original).

La ley de la naturaleza corresponde a las constituciones fundamentales y generales de los dominios físicos, entre cuyos ejemplos encontramos las tres leyes de Descartes. No sin ambigüedad, las leyes fenomenológicas corresponden a lo que Boyle llama la costumbre de la naturaleza o a las leyes municipales cuya fuerza modal se restringe a ciertos dominios físicos. La distinción de Boyle

⁷ Empleamos la nomenclatura de Cartwright (1983) para facilitar una mejor comprensión de las distinciones que traza Boyle en su recepción de las leyes cartesianas.

representa una primera reacción a la concepción cartesiana de las leyes. Se ha reconocido ampliamente que las leyes de la naturaleza de Descartes se acercan más al racionalismo especulativo que al experimentalismo (Darrigol 2014). Boyle, en cambio, otorga preponderancia al espíritu experimentalista en filosofía natural, añadiendo generalizaciones físicas restringidas al catálogo de leyes de la naturaleza. Entre ellas se encuentra aquella que la posteridad ha llamado bajo el nombre del mismo Boyle, que describe la correlación entre la presión de un gas y el volumen que ocupa en aquello que lo contiene. La presión absoluta que ejerce una masa dada de un gas ideal es inversamente proporcional al volumen que ocupa, si la temperatura y la cantidad de gas permanecen sin cambiar dentro de un sistema cerrado. Por cierto, esta no es la formulación original de Boyle, sino la formulación que puede obtenerse a partir de la introducción de la teoría de gases ideales:

$$PV = k$$

en donde P es la presión del gas, V es el volumen del gas, y k es una cierta constante. A diferencia del carácter irrestricto de las tres leyes cartesianas, la llamada ley de Boyle se remite solamente a la conducta de los gases y puede ser obtenida a partir de la observación de escenarios experimentales locales en los que la correlación se mantiene.

§6. Boyle contra la metáfora cartesiana

El segundo problema que plantea Boyle cuestiona la metáfora a la que recurre la expresión *ley de la naturaleza*, que nos dice que estas leyes gobiernan la conducta causal de las cosas:

Hablando propiamente, siendo una ley no más que una regla conceptual [*notional*] de actuar de acuerdo con la voluntad declarada de un superior, es claro que nada sino un ser inteligente puede ser capaz de recibir una ley y actuar de acuerdo con ella. Porque si algo no tiene entendimiento, no puede saber cuál es la voluntad del legislador; no puede tener intención alguna de llevarla a cabo, ni puede actuar con respecto a ella, o saber si, cuando lo hace, al actuar, actúa de acuerdo con ella o se desvía de ella. (Boyle 1996 [1686], p. 181)

La trama de trasfondo es clara: la expresión *ley de la naturaleza* hereda su alcance de la expresión *ley natural*, que le antecede y que tiene lugar en las ciencias jurídicas de la época medieval tardía y renacentista. La ley natural, en

el derecho natural, gobierna la conducta de comunidades humanas, esperándose que quienes las conforman cuenten con las capacidades intelectuales para comprender sus mandatos y ajustar su comportamiento a ella. El problema resulta evidente cuando se trata de las leyes de la naturaleza. Según la estructura metafísica del mecanicismo cartesiano, Dios impone las leyes de la naturaleza para gobernar el mundo físico; ahora bien, ¿cómo podrían los objetos físicos, que carecen de habilidades intelectuales, ajustar su comportamiento a las leyes impuestas por la divinidad? Al presente, la pregunta sigue siendo objeto de debate, especialmente entre quienes intentan dispensar de las leyes en la interpretación filosófica de la práctica científica (van Fraassen 1989, p. 2).⁸

Sin embargo, la inquietud de Boyle va más allá. No solamente se trata de que los cuerpos mecánicos carezcan de habilidades cognitivas para comprender leyes que son mandato divino. Se trata, todavía más, de la interacción que se asume que tiene lugar entre tales leyes, que son manifestaciones de la agencia divina, y el mundo físico que gobiernan. Como hemos anticipado, en este punto el mecanicismo cartesiano encuentra uno de sus límites. Dada la distinción cartesiana entre *res cogitans* y *res extensa*, y dado que las leyes son producto de la voluntad divina y por ende debieran heredar las características de la *res cogitans*, no es claro cómo ellas pueden interactuar causalmente con los dominios de la *res extensa* que gobiernan. Los escritos de Descartes no ofrecen opciones claras. Si las leyes de la naturaleza comparten la naturaleza de la *res cogitans* divina, surge el problema acerca de cómo ellas imprimen movimiento sobre los cuerpos físicos. El fundamento teológico de la metafísica cartesiana sostiene que Dios crea la realidad y la pone en movimiento, sin aclarar de qué manera las leyes determinan causalmente las particularidades conceptuales de los fenómenos. Ahora bien, la opción opuesta consiste en sostener que las leyes de la naturaleza poseen la naturaleza de la *res extensa*, adoptando con ello una forma de primitivismo nómico que sostiene que las leyes son aspectos primitivos de este mundo y que no aceptan ni requieren explicación ulterior. Aunque esta propuesta ha cobrado fuerza en años recientes (Maudlin 2007), ella no se encuentra disponible para el mecanicismo cartesiano: la *res extensa* es inerte y carece de cualquier poder causal para ponerse en movimiento.

⁸ En otros trabajos, Boyle parece aceptar el ocasionalismo mecanicista cartesiano, con sus motivaciones teológicas, al sostener que «las leyes del movimiento [...] no surgieron necesariamente de la naturaleza de la materia, sino que dependieron de la voluntad del autor divino de las cosas» (Boyle 1772 [1690], p. 521; véase Chalmers 1999, p. 4).

La regularidad de los movimientos descritos por las tres leyes de la naturaleza solamente puede ser impartida sobre los cuerpos desde fuera, por así decirlo. Por cierto, una tercera opción metafísica es la siguiente: las leyes de la naturaleza son un eslabón intermedio, que comparte características de la *res cogitans* en tanto son mandatos de la voluntad divina, así como características de la *res extensa* en tanto operan sobre los cuerpos físicos. Su naturaleza sería híbrida, localizándose entre los dos dominios ontológicos que permite la estructura metafísica cartesiana. Sea como fuere, carecemos de evidencia textual para sostener que Descartes haya concebido esta posibilidad, y en consecuencia la preocupación de Boyle resulta acertada, en tanto que la primera opción, que es la que suscita el problema, resulta más afín al mecanicismo cartesiano.

§7. La carta de viaje cartesiana

Las consecuencias que se derivan de la investigación llevada a cabo en las secciones anteriores no se limitan a las solas consideraciones históricas, sino que resultan relevantes para entender elementos centrales de la discusión posterior en filosofía de las leyes de la naturaleza. Los textos de Descartes y Boyle logran trazar una carta de viaje para el desarrollo posterior de las leyes de la naturaleza en ciencias y filosofía. Tal carta de viaje traza al menos tres direcciones que posteriormente ha seguido el debate contemporáneo en torno a leyes de la naturaleza: (i) el carácter (es decir, la naturaleza) de las leyes de la naturaleza; (ii) la fuente de modalidad nómica; y (iii) la estructura metafísica que tales leyes involucran.

(i) El carácter de las leyes de la naturaleza. Desde Descartes, parte importante de la filosofía natural de los siglos XVII y XVIII concibió que las leyes de la naturaleza son necesarias y universales, además de verdaderas y objetivas. Si algo es una ley de la naturaleza, entonces esta gobierna necesaria y universalmente su dominio de cuantificación; y si un enunciado expresa una ley de la naturaleza, entonces tal enunciado es verdadero en tanto que refiere exitosamente a una ley cuya existencia objetiva forma parte de la realidad física. Este es el discurso estándar que a preponderado en la metafísica nomológica (Armstrong 1983 y Ellis 2001, entre otros).

Estas cuatro características de necesidad, universalidad, verdad y objetividad aparecen de diversas maneras en Descartes. La necesidad de las leyes, según Descartes, deriva de la inmutabilidad de la voluntad divina. Las leyes son voliciones de una deidad. Si asumimos que Dios es inmutable, la agencia divina

imprime siempre los mismos movimientos de necesaria y universalmente sobre los dominios físicos. Igualmente, la formulación cartesiana de las leyes es verdadera en la medida en que capta las voliciones genuinas que Dios ha impuesto sobre el mundo mecánico. Las leyes no son, en este contexto, convenciones culturales o resultados parciales dependientes de las restricciones propias de la investigación; ellas son un hecho objetivo de la estructura ontológica del mecanicismo.

En estas líneas hemos asumido que, dada la inmutabilidad de la voluntad divina, de ella se derivan leyes que gobiernan necesaria y universalmente la realidad física. Una línea diferente de reflexión podría sugerir que, aun cuando la voluntad divina sea inmutable, Dios podría haber creado una naturaleza aleatoria e intrínsecamente indeterminista. Después de todo, se asume que Dios no enfrenta restricciones al decidir la naturaleza de su creación. La oposición entre ambas interpretaciones descansa en concepciones teológicas acerca de la naturaleza divina que no pretendemos abordar en detalle en este libro. Solamente cabe destacar que la concepción de mundo mecanicista en la época de Descartes no cuenta con herramientas conceptuales para acomodar el indeterminismo o la naturaleza falible de las leyes, que son intuiciones que solamente comenzarán a consolidarse en el siglo XIX con el desarrollo de teorías tan disímiles como la mecánica estadística y la teoría darwiniana de la evolución.

Dejando a un lado la motivación teológica, parte de la literatura contemporánea sobre leyes de la naturaleza ha reconocido esta concepción de leyes universales, necesarias, verdaderas y objetivas como una caracterización prototípica de las mismas. Este es el caso en las formas de metafísica nomológica que fundamentan la fuerza modal de las leyes no en la voluntad divina, sino en la postulación de propiedades universales o disposicionales. Para tomar solamente el caso de la teoría de universales, las leyes se conciben como universales relacionales de segundo orden que gobiernan la relación entre universales de primer orden, a la vez que estos últimos son instanciados por propiedades categóricas a las que accedemos a través de diversos escenarios experimentales. Si bien en la propuesta de universales dejamos a un lado los supuestos teológicos, la caracterización general de las leyes es cartesiana en la medida en que mantiene en pie las características de universalidad, necesidad, verdad y objetividad.

En oposición a ello, otra parte de la literatura reciente ha seguido el camino del experimentalismo de Boyle. No todas las leyes tienen que ser universales y necesarias. Algunas leyes, como las fenomenológicas (la misma llamada ley de

Boyle), se aplican de manera restringida a ciertos dominios físicos, e incluso se sostienen solo en la medida en que se obtienen determinadas condiciones ambientales que permiten asegurar que se instancie la relación que describe la ley. Concepciones de leyes de la naturaleza más cercanas a la práctica científica en áreas diferentes a las de la física fundamental han puesto estos asuntos de relieve: por un lado, las leyes fundamentales tienden a descansar en numerosas abstracciones e idealizaciones, y difícilmente ofrecen descripciones directas de fenómenos físicos específicos. Por otro lado, las leyes fenomenológicas pueden ser necesarias, pero solo para ciertos dominios y solo si se obtienen ciertas condiciones. La tradición experimentalista en leyes de la naturaleza (Chalmers 1999, Cartwright 1999), que sigue la línea de Boyle, argumentará que las leyes cartesianas expresan generalizaciones que descansan en abstracciones e idealizaciones, pero que no representan sistemas físicos específicos; mientras que las leyes que antes llamamos fenomenológicas (y que Boyle denomina costumbres de la naturaleza o leyes municipales) nos informan acerca de correlaciones causales que tienen lugar en sistemas físicos específicos.

Los idearios de leyes de la naturaleza que encontramos en el racionalismo cartesiano y en el experimentalismo boyleano han permeado el debate reciente, ofreciendo respuestas diferentes a la pregunta por el carácter de las leyes de la naturaleza. Si bien la concepción cartesiana ha predominado en la consolidación de las leyes de la naturaleza, la aproximación experimentalista boyleana ha logrado abrir un espacio para generalizaciones físicas locales cuya relevancia teórica y práctica resulta relevante en numerosos dominios.

(ii) *La fuente de modalidad nómica.* En su formulación de las leyes de la naturaleza, tanto en *El Mundo* como en los *Principios*, Descartes plantea una pregunta que sigue ocupando un lugar central en el debate: ¿cuál es la fuente de modalidad para las leyes de la naturaleza? Si comenzamos con la consideración de los dominios físicos que constituyen la *res extensa*, entonces la primera pregunta que emerge es, ¿qué es aquello que nos permitiría explicar la regularidad de los fenómenos? La respuesta inicial es: las leyes de la naturaleza. Pero todavía acá, atendiendo a los supuestos ontológicos cartesianos, tenemos que preguntarnos: ¿cuál es la fuente de modalidad para las leyes de la naturaleza? Como hemos visto, según la concepción cartesiana, la inmutabilidad de la agencia divina es la fuente última de modalidad nómica que gobierna los fenómenos.

El hecho de que Descartes recurra a la inmutabilidad de la agencia divina para fundamentar la modalidad nómica puede resultar desalentador para el

naturalismo secular que domina la reflexión contemporánea. Lo interesante, sin embargo, consiste en señalar que Descartes tenía presente que, una vez que nos deshacemos de las naturalezas aristotélicas, tenemos que explicar la regularidad que observamos en la naturaleza física. Cabe recordar que la fuente de modalidad en la ontología aristotélica estaba asegurada por la postulación de los poderes causales de las sustancias. Pero el cartesianismo abandona la ontología de poderes causales, y requiere de la postulación de una fuente diferente de modalidad. Para Descartes, no basta con explicar la regularidad observable de los fenómenos en términos de generalizaciones inductivas que solamente nos informarían de recolecciones de regularidades observadas. Se requiere, pues, un argumento acerca del fundamento de tales regularidades con el propósito de explicarlas, incluyendo instancias futuras no observadas y potencialmente dominios inobservables. En vistas de ello, Descartes fundamenta la modalidad nómica en el supuesto teológico de la inmutabilidad de la voluntad divina.

Los problemas en cuestión se trasladan al debate contemporáneo con naturalidad. La relevancia de las leyes de la naturaleza en nuestras prácticas científicas consiste en que ellas no solamente nos informan acerca de conjuntos de regularidades observadas que han sido el caso, sino en que ellas nos informan acerca de lo que puede o necesariamente tiene que ser el caso si se dan tales o cuales circunstancias. Lo último introduce las cláusulas modales de posibilidad y necesidad, que refieren a otras tantas posibilidades y necesidades que Descartes ha aceptado en su ontología al postular leyes de la naturaleza cuyo estatus modal descansa en la inmutabilidad de la voluntad divina.

El racionalismo nómico cartesiano se distancia de lo que la posteridad conocerá bajo el nombre de concepciones humeanas (Lewis 1986, 1994). Para Hume, las llamadas leyes de la naturaleza no serían más que la expresión de las mejores generalizaciones físicas elaboradas inductivamente a partir de las regularidades que ostentan mayor estabilidad en la naturaleza. Para el neo-humeanismo lewisiano, las leyes serían aquellos enunciados que ocupan el lugar de axiomas en un sistema teórico y que resultan de la mejor negociación entre simplicidad sintáctica y robustez informacional, permitiéndonos explicar deductivamente los fenómenos. En cualquiera de sus formas estándares, el humeanismo nómico se deshace del carácter modal de la naturaleza y reduce la modalidad nómica, si la hay, a una mera característica de los enunciados que expresan las mejores generalizaciones físicas (Soto 2021).

La metafísica nomológica cartesiana se opone a las estrategias humeanas. Las leyes de la naturaleza gobiernan la realidad impartiendo necesidad sobre

ella, e informándonos además de posibles estados físicos futuros de la realidad. El argumento cartesiano introduce además la metáfora de la fuente de modalidad: postulamos las leyes, pero para que ellas no sean meros sumarios de regularidades, fundamentos su alcance modal en la inmutabilidad de la voluntad divina. La estrategia argumentativa cartesiana resulta sorprendentemente cercana a la metafísica nomológica contemporánea, la cual, en sus diversas formas, no solamente busca defender el carácter modal de las leyes, sino que también intenta fundamentar tal carácter modal en algo todavía más fundamental. La metáfora de la fuente de modalidad se mantiene, aunque los términos que la componen han variado: para la metafísica nomológica, el carácter modal de las leyes descansa en la postulación de teorías de propiedades universales o disposicionales, o en la postulación de otros estratos ontológicos. Solamente para ilustrar la historia, puede observarse que diversas propuestas filosóficas han seguido la estrategia argumentativa introducida por la metáfora de la fuente de modalidad. Marc Lange fundamenta la modalidad nómica en hechos nómicos, contrafácticos o constreñimientos matemáticos (Lange 2001, 2009 y 2017, respectivamente). Diversas formas de estructuralismo ontológico fundamentan la modalidad nómica en la postulación de la estructura modal fundamental de la realidad (French 2014; Berenstain y Ladyman 2012). Y así sucesivamente. Lo que nos interesa, por ahora, es solamente la estrategia argumentativa cartesiana: queremos explicar las regularidades fenoménicas, y para ello postulamos las leyes; pero una vez que las hemos postulado, ya no basta con ellas, sino que postulamos todavía algo adicional para fundamentarlas a su vez.

(iii) *Estructuras metafísicas top down y bottom up.* La teoría cartesiana de leyes consolida el quiebre entre la ontología aristotélico-escolástica y la ontología de la filosofía natural con su diseño de una nueva estructura metafísica para el mecanicismo. Para el aristotelismo escolástico los poderes causales de las sustancias son fuente de modalidad, siendo el motivo determinante de la conducta causal de los fenómenos. En cambio, para la filosofía natural cartesiana, las leyes de la naturaleza imparten modalidad en el mundo físico. Las metáforas ontológicas son claras: la explicación de la estructura metafísica aristotélico-escolástica es *bottom up*, hablando figurativamente, puesto que los cimientos de la ontología radican en los poderes causales de las cosas a partir de los cuales emergen los procesos físicos que observamos. Por el contrario, la estructura metafísica del mecanicismo cartesiano es *top down*, puesto que los cimientos de la ontología descansan en las leyes de la naturaleza que se

imponen sobre las cosas a partir de la voluntad divina (desde arriba hacia abajo, diríamos en el presente caso).

Aunque los términos del debate han evolucionado, la literatura contemporánea ha tenido que dirimir entre las estructuras ontológicas *bottom up* y *top down*, vale decir, entre ontologías que sostienen que los poderes causales son fundamentales y ontologías que sostienen que las leyes de la naturaleza son fundamentales. Una vez más, la correlación entre propuestas es clara, en tanto que algunas versiones representativas de la metafísica nomológica replican la estructura metafísica *top down* del mecanicismo cartesiano. La metáfora se ha encarnado en el imaginario metafísico que deriva de la teología judeocristiana, según la cual la divinidad se encuentra arriba (en el cielo) gobernando los eventos que tienen lugar abajo en el mundo físico (la superficie de la tierra). Este vestigio anquilosado de dualismo teológico resulta incómodo para la investigación en ciencias y en metafísica cuando se trata de las leyes de la naturaleza. Pero aun cuando ese sea el caso, diversas concepciones naturalizadas en metafísica nomológica han apelado a estas estructuras ontológicas al defender concepciones de leyes que gobiernan la realidad. Para la antes mencionada teoría de leyes basada en universales (Armstrong 1983), las leyes, que son fuente de modalidad, gobiernan la realidad física desde fuera, en donde los universales relacionales de segundo orden determinan causalmente a las propiedades universales de primer orden y por medio de ello a los particulares.

Otras aproximaciones en metafísica nomológica se han opuesto a la estructura metafísica *top down* cartesiana, reviviendo una imagen aristotélica de la ontología, que sugiere que la estructura óptima para una teoría de leyes de la naturaleza es *bottom up*: la fuente de modalidad proviene de las propiedades de los particulares, en tanto que la posesión de tales propiedades le otorga poderes causales a los particulares que las poseen. El esencialismo disposicional (Bird 2007) desarrolla esta alternativa: los particulares poseen propiedades que son concebidas como esencias disposicionales. La posesión de esencias disposicionales confiere a los particulares poderes causales que determinan el espacio modal de posibilidad y necesidad para su conducta causal. Igualmente, la posesión de esencias disposicionales permite clasificar a los particulares en clases naturales, siendo así que el conjunto L de leyes de la naturaleza (si existe tal conjunto) depende asimétricamente de la naturaleza de las esencias disposicionales que poseen los particulares (Soto y Rodríguez 2019). El imaginario de esta estructura metafísica se desmarca de la concepción cartesiana, abrazando la ontología aristotélica, pero no sin problemas en tanto

que ahora tiene que acomodar el supuesto ontológico de las leyes de la naturaleza.

El debate no se encuentra cerrado, aunque Mumford (2004) ha mostrado que las opciones no son muchas. El esencialismo disposicional puede sostener principalmente dos cosas: que, dada una ontología de esencias disposicionales, las leyes de la naturaleza son meros enunciados que describen las relaciones causales cuyo fundamento modal radica en las propiedades que poseen los particulares. Ello, sin embargo, obliga al disposicionalista a eliminar las leyes de nuestra ontología, que es lo que termina por sugerir Mumford. La otra opción busca mantener vivas en nuestra ontología tanto las esencias disposicionales como las leyes de la naturaleza; pero ello conduce inevitablemente a una serie de problemas relativos a la sobredeterminación causal (esta vez confluyendo esencias disposicionales y leyes de la naturaleza) o a la estricta redundancia ontológica de alguno de los dos elementos.

§8. Conclusión

En este artículo hemos mostrado que la formulación inicial de las leyes de la naturaleza en el mecanicismo cartesiano no solamente contribuyó al abandono de la ontología aristotélico-escolástica y al desarrollo de la filosofía natural, sino que permitió la emergencia y la consolidación de algunos de los aspectos centrales de las leyes de la naturaleza, que trazaron una carta de viaje para la investigación posterior. La formulación de tres leyes de la naturaleza en *El Mundo* y en los *Principios* de Descartes no estuvo exenta de problemas. La recepción inmediata por parte de Boyle fue, al menos en parte, negativa en la medida en que todavía podía distinguirse entre leyes fundamentales y leyes fenomenológicas, y en tanto que no resultaba evidente la manera en la cual tales leyes podían gobernar el mundo físico dados los supuestos de la metafísica cartesiana. Aunque estos problemas no encontraron respuesta definitiva en los trabajos de Descartes y Boyle, ellos permitieron delinear algunas de las cuestiones centrales de la filosofía de las leyes de la naturaleza en vistas de su carácter, la fuente de modalidad y la estructura metafísica en la que ellas pueden tener lugar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el respaldo del proyecto FONDECYT Regular 1210570, ANID, Chile; y de la British Academy a través de su programa de Newton International Fellowships para realizar investigación postdoctoral en el Centre for the

Philosophy of Natural and Social Sciences, LSE, Londres, Inglaterra. Agradezco igualmente a Franco Menares, Francisco Navarro, Gabriel Sandoval y Nicolás Silva por sus comentarios a versiones previas del manuscrito, así como también a las/os evaluadores de *Disputatio*.

REFERENCIAS

- AQUINO, Tomás de. (SCG [1945]). «Summa Contra Gentiles». En: *Basic Writings*, editado por Anton Pegis, 2 volúmenes. New York: Random House.
- AQUINO, Tomás de. (ST [1945]). «Summa Theologica». En: *Basic Writings*, editado por Anton Pegis, 2 volúmenes. New York: Random House.
- ARMSTRONG, David. (1983). *What is a Law of Nature?* Cambridge: Cambridge University Press.
- BERENSTAIN, Nora and LADYMAN, James. (2012). «Ontic Structural Realism and Modality». En: *Structural Realism: Structure, Object, and Causality*, editado por Elaine M. Landry and Dean P. Rickles. Dordrecht: Springer, pp.149-168.
- BIRD, Alexander. (2007). *Nature's Metaphysics. Laws ad Properties*. Oxford: Oxford University Press.
- BOYLE, Robert. (1772 [1690]). «Christian Virtuoso». En: *The Works of the Honourable Robert Boyle, volumen V*. Londres: J. y F. Rivington, pp. 508-540.
- BOYLE, Robert. (1996 [1686]). *A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CARTWRIGHT, Nancy. (1983). *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press.
- CARTWRIGHT, Nancy. (1999). *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CHALMERS, Alan. (1999). «Making Sense of the Laws of Physics». En: *Causation and Laws of Nature*, editado por Howard Sankey. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-16.
- COPÉRNICO, Nicolas. (1996 [1543]). *On the Revolutions of Heavenly Spheres*. Amherst, U.S.A.: Prometheus Books.
- DARRIGOL, Olivier. (2014). *Physics and Necessity. Rationalist Pursuits from the Cartesian Past to the Quantum Present*. Oxford: Oxford University Press.
- DASTON, Lorraine y STOLLEIS, Michael. (2008). «Introduction: Nature, Law and Natural Law in Early Modern Europe». En: *Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe: Jurisprudence, Theology, Moral and Natural Philosophy*, editado por Lorraine Daston y Michael Stolleis. Surrey: Ashgate Publishing Limited, pp. 1-12.

- DESCARTES, Rene. (CSM). *The Philosophical Writings of Descartes*, volúmenes I-III. Traducción y edición por John Cottingham, Robert Stoothoff y Dugald Murdoch, 1984-1991. Cambridge: Cambridge University Press.
- DORATO, Mauro. (2005). *The Software of the Universe. An Introduction to the History and Philosophy of Laws of Nature*. Aldershot: Ashgate.
- ELLIS, Brian. (2001). *Scientific Essentialism*. Oxford: Oxford University Press.
- FRENCH, Steven. (2014). *The Structure of the World: Metaphysics & Representation*. Oxford: Oxford University Press.
- GALILEI, Galileo. (2001 [1632]). *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*. New York: The Modern Library.
- GARBER, Daniel. (1992) *Descartes' Metaphysical Physics*. Chicago y Londres: Chicago University Press.
- HATTAB, Helen. (2018). «Early Modern Roots of the Philosophical Concept of a Law of Nature». En: *Laws of Nature*, editado por Walter Ott y Lydia Patton. Oxford: Oxford University Press, pp. 18-41.
- KOYRÉ, Alexandre. (1978). *Galileo Studies*. Atlantic Highlands, N.J: Humanities Press.
- LANGE, Marc. (2000). *Natural Laws in Scientific Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- LANGE, Marc. (2009). *Laws and Lawmakers: Science, Metaphysics, and the Laws of Nature*. Oxford: Oxford University Press.
- LANGE, Marc. (2017). *Because without Cause. Non-Causal Explanations in Science and Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- LEWIS, David. (1986). *Philosophical Papers, Volume II*. New York: Oxford University Press.
- LEWIS, David. (1994). «Humean Supervenience Debugged». *Mind*, 103 (412): pp. 473-490.
- MAUDLIN, Tim. (2007). *The Metaphysics within Physics*. Oxford: Oxford University Press.
- MILTON, John R. (1998). «Laws of Nature». En: *The Cambridge History of Seventeenth-Century Philosophy*, editado por Daniel Garber y Michael Ayers. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 680-701.
- MUMFORD, Stephen. (2004). *Laws in Nature*. London and New York: Routledge.
- NEWTON, Isaac. (1999). *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Edición y traducción de I. Bernard Cohen y Anne Whitman,

- con la asistencia de Julia Budenz. California: The University of California Press.
- OTT, Walter. (2009). *Causation and Laws of Nature in Early Modern Philosophy*. Oxford: Oxford University Press.
- PSILLOS, Stathis. (2018). «Laws and Powers in the Frame of Nature». En: *Laws of Nature*, editado por Walter Ott y Lydia Patton. Oxford: Oxford University Press, pp. 80-107.
- ROUX, Sophie. (2011). «Le Lois de la Nature à l'âge Classique: la Question Terminologique». *Revue de Synthèse*, 4: pp. 531-576.
- RUBY, Jane. (1986). «The Origins of Science Law». *Journal of the History of Ideas*, 47 (3): pp. 341-359.
- SARTENAER, Olivier; GUAY, Alexandre; and HUMPHREYS, Paul. (2021). «What Price Changing Laws of Nature». *European Journal for Philosophy of Science*, 11 (12): pp. 11-19.
- SOTO, Cristian. (2021). «Humeanismo y Leyes de la Naturaleza: Alcance y Límites». *Revista de Humanidades de Valparaíso*, 17: pp. 145-167.
- SOTO, Cristian y RODRÍGUEZ, Pascal. (2019). «Capacidades y leyes fenomenológicas: el disposicionalismo experimental». *Revista de Filosofía*, 76: pp. 185-201.
- STEINLE, Friedrich. (2002). «Negotiating Experiment, Reason, and Theology: The Concept of Law of Nature in the Early Royal Society». En: *Wissensideale und Wissenskulturen in der frühen Neuzeit*, editado por Wolfgang Detel y Claus Zittel. Berlin: Akademie Verlag, pp. 197-2012.
- TORRETTI, Roberto. (1999). *The Philosophy of Physics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- VAN FRAASSEN, Bas. (1989). *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press.
- WEBER, Max. (2008). *Max Weber's Complete Writings on Academic and Political Vocations*. New York: Algora Publishing.
- WOOTON, David. (2015). *The Invention of Science: A New History of the Scientific Revolution*. New York: Harper Collins Publishers.



Descartes y la emergencia de las leyes de la naturaleza: una carta de viaje para el debate actual

Descartes es ampliamente reconocido como uno de los actores centrales en la emergencia y consolidación de las leyes de la naturaleza en la filosofía natural del siglo XVII. En este artículo, tras mostrar el trasfondo aristotélico-escolástico al que se opone la ontología cartesiana, examinaremos su formulación de las leyes de la naturaleza en *El Mundo* y en los *Principios*. Argumentaremos que, aunque suscitó una recepción crítica en la tradición experimentalista de Boyle, el racionalismo nómico cartesiano logró trazar, sin embargo, una carta de viaje para algunos de los problemas que siguen ocupando un lugar central en la discusión en torno a leyes de la naturaleza.

Palabras Clave: Racionalismo nómico · Cartesianismo · Aristóteles · Boyle · Ontología.

Descartes and the emergence of the laws of nature: a chart to the current debate

Descartes is widely recognized as a key figure in the emergence and consolidation of laws of nature in 17th century natural philosophy. In this article, after outlining the Aristotle-inspired scholastic ontology, we examine Descartes' formulation of the laws of nature in both *The World* and the *Principles*. We argue that, although it faced a critical reception in Boyle's experimental tradition, the cartesian nomic rationalism successfully draw a chart for some of the issues that continue to occupy a central place in current debates about laws of nature.

Keywords: Nomic rationalism · Cartesianism · Aristotle · Boyle · Ontology.

CRISTIÁN SOTO es profesor asociado del Departamento de Filosofía de la Universidad de Chile (Santiago, Chile), y Newton International Fellow de la British Academy, basado en el Centre for the Philosophy of Natural and Social Sciences, London School of Economics (Londres, Inglaterra). Doctor en Filosofía [≈ PhD] por la University of Melbourne, Australia. Sus áreas de investigación son metafísica y filosofía de las ciencias, con especial énfasis en historia y filosofía de las leyes de la naturaleza. Ha publicado en revistas tales como *Foundations of Science*, *Journal for General Philosophy of Science*, *Metascience*, *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, entre otras; y es editor del libro *Current Debates in Philosophy of Science: in Honor of Roberto Torretti* (Synthese Library Series, 2023). **Contacto:** Departamento de Filosofía, Universidad de Chile, Av. Capitán Ignacio Carrera Pinto 1025, Nunoa, RM, Chile. / Centre for Philosophy of Natural and Social Sciences, London School of Economics and Political Science, Lakatos Building, Houghton St., London WC2A 2AE, UK. e-mail (✉): cssotto@uchile.cl — C.Soto1@lse.ac.uk · [iD: https://orcid.org/0000-0001-5675-8943](https://orcid.org/0000-0001-5675-8943).

HISTORIA DEL ARTÍCULO | ARTICLE HISTORY

Recibido/Received: 28–July–2022; Aceptado/Accepted: 17–October–2022; Published Online: 21–Feb–2023

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO | HOW TO CITE THIS ARTICLE

Soto, Cristian (2023). «Descartes y la emergencia de las leyes de la naturaleza». *Disputatio. Philosophical Research Bulletin* 12, no. 24: pp. 53–81.

© Studia Humanitatis – Universidad de Salamanca 2023