

Leyes de la naturaleza y la ciencia del siglo XVII

Silvia Manzo¹

La idea de que la tarea de la ciencia consiste en dar cuenta de las leyes de la naturaleza comenzó a establecerse durante el siglo XVII mientras se estaba delineando la nueva imagen de la ciencia y de la naturaleza. Si bien distintos estudios historiográficos coinciden en situar el origen del concepto moderno de ley de la naturaleza en este siglo, sus interpretaciones son divergentes en varios sentidos. En este trabajo, me dedicaré en primer lugar a repasar brevemente y analizar en forma crítica los resultados de estos estudios historiográficos, agrupándolos en cuatro grandes líneas de lectura. En segundo lugar y a modo de conclusión a partir de lo arrojado por esos estudios, enumeraré los factores fundamentales que considero ineludibles para realizar un abordaje historiográfico satisfactorio y completo de este problema.

1. Las interpretaciones marxistas

La primera investigación sobre el concepto de ley de la naturaleza en el campo de los estudios de historia de la ciencia fue realizada a comienzos de los años '40 por Edgard Zilsel (Zilsel, 1942). El enfoque general de los trabajos de Zilsel es sociológico y se enmarca en una interpretación marxista de la historia. En la primera parte de su investigación Zilsel realiza un análisis de la cuestión en términos internos a la historia de la ciencia. Dado que el sentido moral – jurídico precedió históricamente al científico, considera que se produjo una traslación semántica del primero hacia el segundo. De modo que cierta parte del sentido jurídico se aplicó de alguna manera a la naturaleza. Por eso, Zilsel habla del “sentido metafórico” de ley de la naturaleza, o de la metáfora de la ley.

Dado este punto de partida, su investigación histórica definió los paralelos entre ambos conceptos. La norma moral supone una fuente que la legisle, sea Dios o la razón –naturaleza, a quien el hombre debe obedecer. La obediencia unánime de las normas tiene como consecuencia el ordenado y correcto funcionamiento de la sociedad, mientras que un quiebre de la ley es una excepción que subvierte el orden. De ahí que la formulación del concepto de ley de la naturaleza implica como supuesto la existencia de un legislador que establece normas a ser seguidas por todos los seres naturales. Durante el siglo XVII, momento en que se gestó el concepto de ley de la naturaleza en Occidente, tal legislador no podía ser otro que el Dios creador y omnipotente del Cristianismo. Así pues, se sostiene el sentido “metafórico” de la ley científica: las creaturas obedecen las leyes como si fueran obligaciones morales con el propósito de mantener el orden y la estabilidad de la naturaleza en su totalidad.

En la segunda parte de su trabajo, Zilsel explica por qué el concepto de ley científica tuvo su origen precisamente en el siglo XVII. Considera que tal explicación no puede basarse en razones internas, sean filosóficas o teológicas, sino que la explicación última reside en las condiciones sociológicas, o, como dice Zilsel, en las “estructuras del

1- Universidad Nacional de la Plata /CONICET, Argentina. silviamanzo@yahoo.com.ar

estado". Según la valiosa información recogida por primera vez en su estudio, el origen más remoto de la metáfora de la ley se encuentra en la Biblia. Los judíos la utilizaron tomando como base el despotismo que sus sociedades habían adoptado inspirándose en los antiguos estados orientales. Durante la Edad Media esta metáfora persistió, aunque las condiciones sociales no hicieron posible su emergencia en el campo del saber. Las leyes de la naturaleza de las que, por ejemplo, hablaba Tomás de Aquino, reflejaban las normas del poder feudal, el cual no poseía aún una rígida organización que impartiera leyes racionales para la totalidad de los individuos. El señor feudal, lejos de ser un legislador general, estaba desprovisto de un marco racional y establecía normas sólo para algunos de sus súbditos, más como si fueran excepciones que reglas generales. De ahí que la mentalidad medieval destacaba el reino de Dios más por su poder de romper el curso ordinario de la naturaleza mediante los milagros que por su imposición de una regularidad a través de las leyes.

En cambio, con la emergencia del capitalismo las nuevas condiciones de la "estructura del estado" fueron propicias para la extrapolación de la ley en su sentido jurídico-moral a la ley en sentido científico. La economía monetaria, continúa Zilsel, hizo necesaria una legislación racional, con lo cual se aumentó considerablemente el poder del gobernante. Así, surgió el absolutismo monárquico que centralizaba todo el poder legislador en una sola persona omnipotente como el Dios judeo-cristiano. Zilsel entiende que el ímpetu del experimentalismo que hizo eclosión en los siglos XVI y XVII se originó en el trabajo manual de los artesanos que recibió una valoración positiva por parte del capitalismo (Zilsel, 1947). En suma, "los artesanos experimentadores comenzaron a buscar reglas cuantitativas de operación" en la naturaleza, teniendo como trasfondo la imagen de la soberanía absoluta del monarca al que asimilaron con Dios (Zilsel, 1942: 276).

Por el hecho de ser pionero, este trabajo de Zilsel tiene gran valor en cuanto recoge un material anteriormente desatendido, relevando fuentes que más tarde se convirtieron en los puntos de partida ineludibles para cualquier estudio sobre este tema (Zilsel, 1942: 279). Sin embargo, por la misma razón, tiene las falencias características de muchos estudios que inician la investigación general de un tema, más aun teniendo en cuenta que su contribución se desarrolló en momentos en que la historia de la ciencia estaba todavía dando sus primeros pasos como disciplina independiente. El estado general de los estudios no hacía posible tener las herramientas de las que hoy disponemos. Por eso, Zilsel cae por momentos en ciertas ingenuidades y simplificaciones históricas. Por un lado, su análisis interno delimita desde el comienzo la búsqueda conceptual asumiendo ciertas conclusiones que son erróneas. El hecho de que haya una continuidad lingüística entre el concepto jurídico-moral y el concepto científico de ley, no implica necesariamente que la ley científica requiera como supuesto un concepto de Dios como legislador. Por otro lado, el conocimiento de algunos de los autores que son objeto de sus análisis es demasiado superficial como para evaluar con profundidad el sentido que el concepto de ley tenía en cada contexto, al tiempo que desconoce las discusiones filosóficas generales de cada época. Por ejemplo, la idea de Dios y del poder político en el pensamiento medieval.

Por otro lado, los resultados de su enfoque externalista, son fácilmente cuestionables. Su caracterización de la estructura feudal y capitalista como también de la organización política que inspiró a los judíos autores de la Biblia carece de la precisión necesaria para sostener su tesis. Por otro lado, no explica por qué el concepto

de ley científica no surgió en otros periodos de la historia tanto o más absolutistas que periodo el moderno.

En la década de los '50 la explicación de Zilsel, junto con sus falencias, fue seguida por un historiador tan destacado y peculiar como Joseph Needham, conocido especialmente por su monumental estudio sobre la historia de la ciencia y la civilización en China (Needham, 1951). Needham cree que la ciencia china brinda una confirmación por la negativa de la tesis de Zilsel. Con el fin de establecer una comparación entre la ciencia china y la ciencia occidental, Needham señala que el concepto chino de ley de la naturaleza no se desarrolló a partir de un concepto de ley en general. En favor de ello, ofrece una serie de razones. En primer lugar, la cultura china no era proclive a desarrollar una ley codificada abstracta y formulada con precisión. En segundo lugar, cuando China pasó de la etapa feudal a la consolidación de la etapa burocrática el sentido de ley natural que se estableció, por un lado, evitó toda formulación en términos legales y, por otro, tuvo una connotación fundamentalmente ética y humana. Por ello, no era posible trasladarlo al ámbito de la naturaleza no humana. Finalmente, y aquí la tesis de Zilsel tiene una incidencia más visible en el planteo de Needham, si bien en la cultura china la naturaleza era concebida como un todo ordenado, no existía en ella la idea de un Dios inteligente, creador y legislador que regulaba ese orden externamente. Por el contrario, sostenía que los diversos niveles que constituyen la naturaleza actúan armónicamente en conformidad con sus propios mandatos individuales. De modo que no es posible pretender una racionalidad impuesta externamente en la naturaleza y que pueda ser conocida por el hombre.

2. Del voluntarismo teológico medieval a las leyes científicas modernas

Ya en la década del 60' la investigación sobre el origen del concepto de ley de la naturaleza adquirió un nuevo rumbo, gracias a los estudios de Francis Oakley (Oakley, 1961). La interpretación de Oakley, lejos de todo intento de historia sociológica de la ciencia, se inserta en sus estudios generales sobre el concepto de ley natural en el pensamiento medieval. Luego de criticar a Zilsel y Needham, el autor toma como punto de partida una distinción conceptual que le parece esclarecedora y la aplica para investigar el surgimiento del concepto de ley científica. Se trata de la diferencia entre ley de la naturaleza en sentido inmanente y ley de la naturaleza en sentido trascendente. La primera entiende que los individuos de la naturaleza guardan conexiones entre sí en virtud de leyes que son inherentes a la estructura de la naturaleza misma. Este sería el caso del *lógos* de la filosofía estoica, y en general sería la visión de la filosofía griega. Por su parte, la ley de la naturaleza en sentido trascendente supone que las relaciones de los individuos entre sí son impuestas desde fuera. Este tipo de concepción sería característica del pensamiento semita (babilónico y judío), persistió en la Edad Media (por ejemplo, en Tomás de Aquino) y es característico de la nueva imagen del mundo que se desarrolla en el siglo XVII. Para dar un ejemplo destacado de la etapa moderna, Oakley señala que Descartes hablaba de las "leyes que Dios puso en la naturaleza" e Isaac Newton sostenía que Dios podía variarlas.

Según la reconstrucción histórica de Oakley, la concepción inmanentista de la ley fue la prevaleciente en Occidente hasta que en el siglo XVII ocupó su lugar la concepción semítica de ley trascendente. Este cambio se produce por razones internas a la filosofía y la teología, concretamente por el desarrollo de la tradición teológica

voluntarista que aparece en el campo de la teología natural hacia fines del siglo XIII con Duns Scoto (aunque su origen sería más remoto), se define con claridad en el siglo XIV con Occam, se aplica al ámbito de la moral en los siglos siguientes y es acogida en el siglo XVII para introducirse en la filosofía natural a través del concepto de ley científica. La tradición voluntarista sostiene que las leyes son impuestas al mundo por la voluntad de Dios, que solamente está limitada por el principio de no contradicción, dado que Dios no puede querer aquello que implique contradicción. Hasta el siglo XVII, esta concepción de la ley estuvo básicamente anclada en el campo teológico, ético y político, pero más tarde hizo su ingreso en la ciencia natural. Asumiendo un fuerte continuismo, Oakley señala a Descartes como el filósofo que en su concepción de la ley natural hizo explícito el traspaso de esta concepción voluntarista a la filosofía natural.

Para apreciar mejor esta línea de interpretación será conveniente adentrarnos en las definiciones de voluntarismo e intelectualismo. Se trata de corrientes teológicas surgidas en la Edad Media que, según han sostenido varios historiadores, fueron retomadas por filósofos centrales de la Modernidad y tuvieron notables consecuencias en sus concepciones de la naturaleza y de la ciencia. Entre los filósofos voluntaristas se ha contado como casos paradigmáticos a Gassendi, Boyle y Newton, mientras que entre los intelectualistas se ha incluido a More, Cudworth y Descartes, aunque, como veremos, este último caso es objeto de controversias.

Recientemente, Peter Harrison (Harrison, 2002)² ha reconstruido la tesis historiográfica que llamaremos “tesis del voluntarismo y la ciencia experimental” en los siguientes términos: para preservar la libertad de Dios se sigue la idea de que ninguno de sus actos creativos son obligatorios, de ahí se sigue que el mundo natural es contingente, a partir de lo cual se concluye que la naturaleza debe ser investigada empíricamente. Hay dos elementos conceptuales relacionados entre sí que entran en juego en el voluntarismo y el intelectualismo. El primero se relaciona con los atributos divinos; el segundo, con el poder de Dios. Para la definición tanto del voluntarismo como del intelectualismo la clave es determinar la relación de los atributos divinos entre sí, al menos en la formulación que encontramos entre sus exponentes medievales y de la segunda escolástica. Los atributos en consideración son la voluntad y el intelecto. En términos generales, según los voluntaristas medievales y tardo escolásticos (Occam, Biel, Buenaventura, etc.), la voluntad prima sobre el intelecto divino, de modo que rige al intelecto. Para el intelectualismo, cuyos exponentes más conspicuos son Tomás de Aquino y sus seguidores, la relación se da a la inversa.

Por otro lado, la historiografía de la ciencia, ha vinculado la tesis del voluntarismo y la ciencia experimental con otra distinción teológica originada en la Edad Media: la diferencia entre *potentia dei absoluta et ordinata*. Según Harrison (Harrison, 2002: 8-13),³ esta dualidad de potencias tuvo en la Edad Media una formulación “clásica”, sostenida por ejemplo por Tomás de Aquino, para quien la potencia absoluta hace referencia a las infinitas posibilidades que tiene Dios de crear distintos órdenes naturales, mientras que la potencia ordenada se refiere al poder ejercido actualmente, por el cual Dios crea un orden natural determinado que se mantiene, incluyendo en él los milagros, es decir

2- Este artículo suscitó una interesante polémica entre Harrison (Harrison, 2009) y John Henry (Henry, 2009).

3- Esta presentación de la distinción de las potencias divinas que desarrolla Harrison sigue la lectura de William Courtenay y cuestiona la lectura de Oakley.

las interrupciones ocasionales de la regularidad, interrupciones que en rigor forman parte de ese orden. Esta distinción puede entenderse en términos de potencia y acto: la potencia absoluta es puramente potencial, mientras que la potencia ordenada es la potencia actualizada.

Sin embargo, la tesis del voluntarismo y la ciencia experimental se apoya en otra formulación de la distinción de potencias, una formulación que Harrison denomina “operacional”, según la cual, la potencia absoluta es la que Dios ejerce en momentos particulares como la creación o la producción de los milagros, en los que despliega su poder ilimitado según las decisiones completamente libres de su voluntad, sin ceñirse a ningún tipo de ley u orden que condicionen previamente su acción. En cambio, la potencia ordenada se remite a la acción de Dios que mantiene el orden creado por él mismo y se expresa en el curso ordinario de la naturaleza. Según esta perspectiva, Dios es un ser omnipotente, y en eso reside parte de la supuesta defensa del voluntarismo operacional, según el cual prima la voluntad de Dios por encima de su intelecto y de su bondad. Es en tal sentido, que Dios no actúa forzado por razones previas a los decretos que son decisiones de su voluntad. Así, Dios no hace lo que es bueno, sino que algo es bueno porque Dios lo hace.

Precisamente esa es la versión del voluntarismo que Oakley describió en sus influyentes obras y que fue seguida por la mayor parte de la historiografía (Oakley 1998a y 1998b). Esa sería la concepción propia del voluntarismo teológico medieval, atribuido a Occam como su exponente más conspicuo e influyente. Dios condesciende a su obra y mantiene la regularidad elegida, actuando por su potencia ordenada, pero puede cambiar o interrumpir el orden cuando lo desee. Más tarde, la tradición teológica occamista, según la historiografía que Harrison critica, sería retomada por la teología reformista protestante que habría llegado así hasta la filosofía natural voluntarista del siglo XVII. Los historiadores alegan que no siempre se utiliza el mismo vocabulario, pero que sí se observa una continuidad conceptual. Así, a través, por ejemplo, de la distinción entre clases de providencia (especial y general) se alude a los dos tipos de potencia. Sin embargo, una de las críticas de Harrison sostiene que esa interpretación del voluntarismo que se atribuye a Occam, no se encuentra ni siquiera en ese autor. Más aun, ni siquiera está presente en los teólogos reformistas modernos que serían el puente fundamental a través del cual llegaría a buena parte de los filósofos modernos. Por ejemplo, no están en una fuente fundamental como Calvino.

Volviendo ahora al estudio de Oakley sobre los orígenes de las leyes de la naturaleza, podemos decir que su análisis muy pormenorizado significó un gran avance de la historiografía en la medida en que mostró la existencia de una innegable conexión entre ley científica en su sentido moderno y la teología. Sin embargo, su tesis sobre la influencia del voluntarismo (además de ser pasible de los cuestionamientos que le dedica Harrison) no es lo suficientemente abarcadora como para explicar, por ejemplo, por qué un autor intelectualista como Leibniz adhirió a la idea de que Dios impone leyes a la naturaleza. Por otro lado, como adelantábamos, resulta problemático que señale a Descartes como el autor que aplica la tradición voluntarista a la filosofía natural, ya que la posición de Descartes a este respecto es difícil de encasillar tanto en un voluntarismo radical como en un intelectualismo radical. Según Descartes, Dios elige con su voluntad libre las “verdades eternas” que se aplicarán a la creación, es decir, que las leyes de la naturaleza no le son impuestas desde fuera por una necesidad intelectual que obliga a su voluntad. Sin embargo, una vez creadas las leyes, Dios no puede alterarlas, dado que

Descartes subraya una y otra vez la inmutabilidad divina: Dios crea y conserva al mismo tiempo, de modo que el orden de la naturaleza se mantiene necesariamente.⁴

La interpretación de Oakley fue retomada en los años 80 por John Milton (Milton, 1981 y 1998). Milton sostiene que el modelo dominante de explicación de la naturaleza antes del siglo XVII era el aristotélico, que se basaba en las formas sustanciales y en la existencia real de las cualidades. Su tesis central sostiene que este modelo fue reemplazado por la explicación en términos de leyes de la naturaleza por dos motivos: 1) por el surgimiento del nominalismo en rechazo del realismo en el cual se basa la teoría aristotélica de la demostración y su filosofía natural; 2) por la emergencia del voluntarismo que hizo posible considerar que la naturaleza obedece leyes. Ambas corrientes tienen su representante más destacado en Occam. Milton sostiene que si bien el concepto moderno de ley de la naturaleza está centralmente marcado por una tradición teológica, una vez que se impuso fue lentamente perdiendo su contenido teológico hasta que lo perdió definitivamente a mediados del siglo XVIII⁵.

3. Los enfoques terminológicos

También en la década del 80, se publicó la investigación de Jane Ruby sobre las leyes de la naturaleza en la modernidad (Ruby: 1986). El trabajo de Ruby despliega un nuevo enfoque sobre el tema por cuanto hace una cuidadosa investigación de la terminología vinculada con el concepto de ley de la naturaleza en distintas ramas de la ciencia medieval, renacentista y moderna (la óptica, la astronomía y la matemática) campos escasamente investigados por los trabajos precedentes. Se propone refutar tanto la línea de lectura de Zilsel como la de Oakley, situando su análisis en otro contexto. A fuerza de ser sumamente detallado, termina ofreciendo un panorama donde las conclusiones generales se diluyen a favor de una recopilación de fuentes que por momentos parecen basarse tan sólo en coincidencias lexicográficas.

El supuesto no muy expresamente señalado de su tesis parece ser que el núcleo de la definición moderna de ley se reduce a la regularidad matematizable de la naturaleza, con lo cual la autora excluye la noción teológica del Dios legislador como un componente obligado de esa definición. A partir de ello, se dedica a buscar en las fuentes expresiones que puedan denotar este sentido. Su tesis mantiene que el concepto moderno de ley surgió en distintos momentos y a través de distintos procesos anteriores a 1520.

Según Ruby, se puede reconocer un concepto muy similar al concepto moderno de ley en la óptica del siglo XIII a través de la obra de Roger Bacon, el único autor de esa época que habla de ley para designar fenómenos naturales. Su noción de ley no tiene

4- La posición de Descartes a este respecto ha dado lugar a diferentes interpretaciones. Osler la considera intelectualista (Osler, 1994: 146-152), mientras que Harrison encuentra en ella un voluntarismo no radical (Harrison, 2002: 3-5; 2009; 225). Para un panorama completo de otras lecturas voluntaristas de Descartes vd. Harrison, 2002: n. 20. Por su parte, Henry (Henry, 2009: 83-85) sostiene que no se lo puede considerar ni voluntarista ni intelectualista en términos absolutos.

5- Si bien Harrison critica la tesis del voluntarismo y la ciencia experimental, su interpretación general está emparentada en términos generales con la de Oakley y Milton. Harrison considera que el surgimiento del concepto moderno de ley de la naturaleza se relaciona con interrogantes sobre la relación de Dios con el mundo (Harrison, 2008: 27-28).

un sentido metafórico y Dios no juega en ella ningún rol. Bacon concibe la ley natural como una regularidad pura y simple. Esta idea de Bacon fue muy difundida en el ámbito de la óptica y Ruby, contrariando a Zilsel, entiende que puede ser reconocida en la obra de Kepler a comienzos del siglo XVII. En cuanto a la astronomía y la matemática, Ruby destaca que el uso de “ley” como regularidad está presente en Regiomontano (s. XV) y en Copérnico (s. XVI). Ambos lo usaron sin referencia alguna a Dios y lo mismo hicieron los astrónomos destacados que los sucedieron, como Peucer y Maestlin. Tycho Brahe sería el único astrónomo importante que vincula la regularidad de las leyes celestes con el Dios omnipotente que las creó.

En suma, Ruby concluye que hay una vertiente del concepto moderno de ley que proviene directamente de las distintas ramas de la matemática griega fundamentalmente de la geometría y que se fue difundiendo a través de los siglos en las disciplinas matemáticas de la astronomía y la óptica que el aristotelismo tardío conocía como “ciencias mixtas” o “ciencias subordinadas”. Diversos autores tardo-medievales que se encuadraban en estas disciplinas desarrollaron una noción de ley de la naturaleza y es en ella donde encuentra su origen la concepción moderna de ley científica. En la noción tardo-medieval no hay una presencia relevante de Dios como legislador. Lo que sí es central es la regularidad en la naturaleza y su formulación matemática. Descartes sería el autor que introduce a la legislación divina como central en el concepto moderno de ley científica, agregándole un contenido teológico al aspecto de regularidad matemáticamente cuantificable ya recogido en la idea tardo-medieval. En el caso de Newton, la introducción de Dios en la definición de la ley sería en definitiva una herencia del cartesianismo. Sin embargo, en la idea de Newton también estaría originalmente incluido el componente cuantitativo y de regularidad proveniente de la escuela matemática griega. Esta valiosa indagación de Ruby ofrece ciertamente un panorama más abarcador de la presencia de conceptos de ley de la naturaleza en el ámbito de la ciencia premoderna, pero no llega a explicar por qué en el siglo XVII este concepto se modificó e introdujo la figura de un legislador divino. Por otro lado, parece asumir que la concepción de ley moderna incluye necesariamente el componente matemático, pero, como veremos más adelante, eso no fue así.

La línea de investigación lexicográfica seguida por Ruby es retomada y profundizada por Sophie Roux en un texto publicado en 2001. Según Roux, en la ciencia moderna el sentido de “ley” está compuesto por dos elementos. Uno de ellos recoge un sentido físico-matemático, según el cual la palabra “ley” revela una regularidad en la naturaleza que se refiere a un fenómeno abstracto y se expresa bajo la forma de una relación entre magnitudes. El otro elemento contiene un sentido metafísico según el cual las leyes se aplican sin excepción a todos los cuerpos naturales, constituyendo y determinando completamente sus comportamientos y siendo literalmente leyes impuestas a la naturaleza por un legislador divino. Después de indagar sobre las acepciones de “ley” en el ámbito científico previo al siglo XVII, Roux coincide con Ruby en señalar que estas acepciones permanecieron en el curso en el siglo XVII. Sin embargo, cree que no son suficientes para explicar el surgimiento del sentido moderno de ley. Roux concluye que el sentido moderno de ley es el resultado de una amalgama, que su novedad no es radical, sino que se liga con el pasado y lo reasume.

En el caso del sentido físico-matemático es el resultado de una amalgama de lo que Roux llama sentido específico, sentido disciplinar y sentido matemático corrientes antes del siglo XVII. En los tres casos la ley fue asociada con un campo semántico propio:

la forma (en sentido aristotélico) de los cuerpos naturales individuales o sustancias (en el caso del uso específico); la regla, la norma de acción, el canon, el principio, el postulado y el axioma (para el uso disciplinar); y la relación, la proporción y la cantidad (para el uso matemático). Los tres usos conforman una constelación alrededor del sentido físico- matemático, que se diferencia del sentido específico y resume de cierta manera el sentido disciplinar y matemático: ya no se caracteriza por tener un dominio específico propio de un cuerpo individual, sino que se aplica a un fenómeno abstracto. Es tanto la ley de una disciplina como de un proceso natural, cuya constancia se expresa matemáticamente. Los usos preexistentes contribuyeron a la formación de este sentido, diferenciándose a la vez de él.

Por otra parte, Roux distingue tres periodos en la utilización de la palabra ley en el trayecto propiamente moderno: entre 1600 y 1660, el uso es escaso en el ámbito científico, salvo por las referencias de Kepler, Francis Bacon y Descartes; entre 1660 y 1685, se verifica una presencia mayor del término, junto con otras expresiones que se toman como equivalentes: regla, principio, axioma, hipótesis, etc., particularmente en el ámbito de la Royal Society; entre 1685 y 1715, se produce un uso generalizado (del cual Newton y más aún Leibniz serían los exponentes más destacados) de la expresión “ley de la naturaleza”, donde se aúnan el sentido físico-matemático y el sentido metafísico, como poco tiempo después quedará registrado en diccionarios del siglo XVIII.

Como era de esperar, Roux se confronta con las interpretaciones de Zilsel y de Oakley. A diferencia de ellos, sostiene que si bien el vocabulario de la ley se generalizó en la ciencia hacia fines del siglo XVII, sin embargo, este vocabulario no remitía a un concepto único, claramente definido, sino a una amalgama de sentidos y usos variados, confusos, e incluso contrapuestos. De ahí señala que, si un concepto no está bien definido, difícilmente pueda ser explicable en términos de una causa bien determinada. Precisamente la polisemia de “ley de la naturaleza” en el siglo XVII hace que no sea posible reducir la explicación de su surgimiento excluyentemente a una tradición teológica (como el voluntarismo) o a determinadas condiciones socio-políticas (como el absolutismo monárquico). Roux piensa que si bien tales explicaciones no son totalmente falsas, sin embargo, son demasiado generales como para poder ser verdaderas. Extrañamente, Roux no dirige esta misma crítica a la lectura de Ruby que, a mi juicio, es objetable en el mismo sentido que las dos anteriores. Su agudo estudio tiene el gran valor de haber aportado nueva información terminológica tomando como base una vasta amplitud de fuentes, de haber expuesto mejor que nadie la diversidad que adquirió el vocabulario de la ley científica y de haber reconstruido las etapas del proceso que culminó en el uso generalizado de la expresión “leyes de la naturaleza”.

4. Intentos de superación

Finalmente, quisiera detenerme en las dos indagaciones, ya no de índole centralmente terminológica, sino principalmente conceptuales, que considero más relevantes y fructíferas hasta el momento. En primer lugar me referiré a los trabajos de Friedrich Steinle. En sintonía con Roux, Steinle muestra que en el siglo XVII existían varios conceptos de ley de la naturaleza.⁶ No obstante, concluye que todos ellos comparten los siguientes componentes: la ley expresa una regularidad relacionada con una causalidad de tipo físico, esto significa que las entidades que se mueven son

6- “Ver también Steinle (2008)”.

materiales y las leyes que las gobiernan son leyes de movimientos.

Su publicación de 1995 se concentra en Galileo, Descartes, Bacon, Boyle y Newton, en cuyas obras investiga los conceptos y usos de las leyes de la naturaleza, el rol que tienen en sus proyectos de ciencia, la relación que establecen entre leyes y causas, el modo en que se alcanza el conocimiento de las leyes, y, finalmente, si y cómo concepciones instrumentalistas y realistas juega algún rol en estos abordajes de la ley natural. Este recorrido lo lleva a distinguir tres desarrollos conceptuales en el siglo XVII. En primer lugar, un concepto que se encuentra tanto en Galileo como en Descartes y entiende a las leyes naturales como generalizaciones matematizables. Aunque Galileo no haya llamado “leyes” a sus propias teorías (como por ejemplo, lo que hoy conocemos como “ley de la caída libre”) se puede advertir en él cierto concepto muy rudimentario de ley, que sostiene que Dios rige inexorablemente la naturaleza mediante leyes. Steinle advierte que en Galileo se observa una tensión entre su idea de que existen propiedades de los cuerpos que sucederían en condiciones ideales matematizadas, la inexorabilidad de la ley impuesta por Dios en los cuerpos, y el comportamiento observable de los cuerpos en los cuales nunca se dan las condiciones ideales matemáticas.

En Descartes, en cambio, hay un vocabulario más explícito y un concepto de ley mucho más desarrollado. Las tres leyes generales del movimiento que postula como fundamento de su física son conocidas por el hombre con absoluta certeza y a priori, por cuanto se derivan de la inmutabilidad divina. Dios no sólo introdujo leyes en la naturaleza sino además nociones adecuadas en los hombres para que puedan conocerlas. Por eso Descartes no busca confirmar esas leyes del movimiento en la experiencia, las cuales, como en Galileo, expresan lo que sucede en condiciones ideales. La experiencia, en rigor, a veces puede parecer contradecirlas. Así, Steinle interpreta que Descartes no está pensando en leyes empíricas, sino en principios metafísicos, a priori y generales, que servirán con reglas inferenciales para aplicar a ciertas condiciones empíricas iniciales y derivar proposiciones de menor generalidad. Así, tanto Galileo como Descartes creen que las leyes naturales son expresables en términos matemáticos pero no el resultado de una indagación empírica. Si bien ambos asumen que la experiencia puede contradecirlas, ninguno dice muy bien cómo se puede resolver este problema.

Un segundo concepto se despliega en Bacon y en Boyle, quienes entienden a las leyes de la naturaleza como generalizaciones empíricas, sólo cognoscibles a partir de la experimentación metódica. La certeza que se alcanza en este caso está muy lejos de la certeza absoluta cartesiana, supone un proceso progresivo que va de lo más particular a lo más general, cuyo resultado siempre es pasible de ser modificada cuando la base empírica lo contradiga. Steinle afirma que en el caso de Bacon, no hay una apelación a un Dios legislador⁷. Sí hay una explícita asociación de las leyes naturales con un tipo de causas, necesarias y eternas, que son el objeto de la metafísica, y a las que Bacon denomina formas. Por otro lado, Bacon habla de leyes de menor generalidad, a las que llama “costumbres” de la naturaleza. En el mismo sentido, encontramos en Boyle leyes de mayor y menor jerarquía, algunas más generales, otras, menos (leyes “municipales”). Pero a su vez, Steinle subraya en Boyle la presencia de una visión teológica encuadrada en el voluntarismo que presenta las regularidades legaliformes de la naturaleza como resultado de la acción voluntaria y libre de Dios.

7- Cabe agregar que Bacon dice con claridad que Dios impuso leyes en la naturaleza en A confession of Faith, obra que Steinle no consultó.

Finalmente, la obra de Newton representa, en opinión de Steinle, una síntesis de esos dos conceptos anteriores, al incorporar tanto la generalización matemática como la empírica. Steinle encuentra en él tres usos del término “ley”. En primer lugar, sus tres famosos “axiomas” o leyes más generales del movimiento. En segundo lugar, leyes menos generales (por ejemplo, las leyes de la fuerza centrípeta) que sirven como hipótesis matemáticas para inferir consecuencias físicas a partir de ellas. Finalmente, Newton distingue leyes (como las leyes de los movimientos planetarios), que a diferencia de las anteriores no son consideradas como meras hipótesis sino como leyes reales de la naturaleza. Así, las leyes del segundo tipo parecen tener un carácter instrumentalista, a diferencia de las otras dos, que sin duda son obra de un Dios legislador que impone necesidad en la naturaleza, aunque su voluntad es libre y puede cambiarlas, si así lo deseara. El proyecto de Newton se propone descubrir, partiendo de los efectos observables, una escala de causas que se corresponden con una jerarquía de leyes. Su preceptiva metodológica establece que las leyes deben inferirse inductivamente de los fenómenos, aunque en la práctica en ocasiones realiza inferencias a partir de premisas metafísicas y teológicas. Precisamente por ello, su posición sobre la certeza relativa a las leyes resulta complicada e imprecisa⁸.

Vayamos ahora a los aportes de John Henry (Henry, 2004). La investigación de Henry considera que si bien hubo nociones de leyes de la naturaleza con anterioridad al siglo XVII, lo privativo del concepto moderno de ley es que se trata de una proposición precisa y específica que codifica regularidades observadas en la naturaleza pero que además denota una conexión causal subyacente, y por lo tanto puede decirse que tiene fuerza explicativa. Coincide con Steinle en que la ley moderna tiene sentido causal y que sirve para explicar un rango de fenómenos físicos.

A diferencia de Roux y Steinle, Henry no se interesa por analizar los distintos usos del término “ley” y al parecer cree que la definición que él propone es, como mínimo, el denominador común de todo el periodo moderno. Seguidamente se dedica a analizar con detalle y críticamente las lecturas de Zilsel, Oakley y Ruby (y en menor medida las de otros autores emparentados con ellas). Finalmente, se aboca a dar su propia explicación de las razones por las cuales en el siglo XVII se estableció ese concepto de ley. Si bien cree que es acertada la posición de Oakley según la cual el trasfondo del concepto moderno de ley de la naturaleza es teológico y que está vinculado con el voluntarismo, sostiene que esta lectura no llega a explicar por qué si el voluntarismo era una corriente ya vigente en la Edad Media no se produjo en ese mismo periodo la traslación a la ciencia del componente legislativo de la teología⁹.

Para Henry, la respuesta a este interrogante se debe enmarcar en la tesis de Amos Funkenstein, según la cual en el siglo XVII se produjo una secularización de la teología en virtud de la cual la teología no sólo se orientó hacia el mundo, sino que además fue practicada por pensadores laicos y para un público laico (Funkenstein,

8- La presentación del caso de Newton realizada por Steinle es mucho más compleja. Por razones de espacio no podemos exponerla aquí en toda su extensión. Para una lectura alternativa de las leyes en Newton vd. “Jalobeanu (2001) y Roux (2001)”. La cuestión de la metodología en Newton es, por otro lado, un tema muy problemático. Ver Iliffe (2004).

9- Henry encuentra deficiencias semejantes en las lecturas de Crombie, Funkenstein y Milton. Vd. “Henry (2004: 88-91)”.

1986: 4-5). Compartiendo esta constatación historiográfica de Funkenstein pero no la causa por él aducida, Henry argumenta que el principal estímulo que llevó al desarrollo de una teología secular en ese periodo fue la necesidad de justificar el concepto de leyes de la naturaleza con su supuesto de que los seres inanimados son capaces de obedecer leyes (Henry, 2004: 96).

Para Henry el protagonista en este proceso de cambio de la concepción de la ley natural es Descartes, quien edifica su física sobre las tres leyes fundamentales del movimiento a las que considera como causas explicativas de la naturaleza y no simplemente como regularidades empíricas y reglas matemáticas. La argumentación pormenorizada de Henry busca demostrar que Descartes creía que las leyes sólo podían adquirir carácter explicativo, eficacia causal, si invocaban a Dios como su creador y legislador. Más todavía, separándose de otras interpretaciones generales sobre la biografía intelectual de Descartes, Henry sostiene que el “giro” cartesiano desde la físico-matemática hacia la metafísica está directamente relacionado con esta búsqueda de fundamentar la causalidad inherente a las leyes de la naturaleza a través de los aportes que brinda la teología.

Es probable que la explicación ofrecida por Henry de la causa que produjo la secularización de la teología en el siglo XVII sea exagerada. Un fenómeno tan vasto en el que participaron autores tan disímiles como Descartes, Newton, Leibniz y Boyle (entre muchos otros) difícilmente pueda reducirse a una única explicación, y menos aún a una causa tan específica, referida a un único tema (las leyes de la naturaleza) en medio de una etapa donde se produjeron transformaciones alrededor de muchos aspectos y doctrinas de la filosofía natural tradicional. Acaso la tesis de Henry con respecto a Descartes sea acertada y sus argumentos parecen sólidos. Sin embargo, esta explicación sólo alcanza para explicar una parte del problema. La mirada de Descartes sobre las leyes naturales, por más influyente que haya sido, no fue la única que circulaba en el siglo XVII.

5. Conclusión

Más allá de sus limitaciones, todos los estudios que hemos repasado han hecho aportes sumamente relevantes para reconstruir la historia del surgimiento del sentido moderno de las leyes de la naturaleza en el siglo XVII. Creo que de ellos resulta evidente que el proceso a través del cual las leyes de la naturaleza se fueron constituyendo como centrales para la ciencia moderna fue de una gran complejidad. De ahí que considero que son varios los factores que han de tenerse presentes y son ineludibles si queremos evitar caer en explicaciones demasiado parciales o inadecuadas de este fenómeno histórico.

Uno de ellos es la multidisciplinariedad involucrada en la génesis del concepto moderno de ley natural. En efecto, la noción de ley que se gestó en el seno específico de la filosofía natural del siglo XVII en muchos casos fue influida por, se entrecruzó y estuvo ligada con, desarrollos conceptuales pertenecientes a una multiplicidad de disciplinas como la jurisprudencia, la teología, las matemáticas y la filosofía moral. De tal manera, una reconstrucción histórica de los orígenes del concepto de ley de la naturaleza que sea lo suficientemente omnicompreensivo exige dirigir la mirada a estos diferentes ámbitos disciplinares por lo menos en los casos de autores específicos donde estos tuvieron su incidencia.

Ciertamente el sentido moderno de ley de la naturaleza estuvo vinculado con desarrollos de la teología y de las matemáticas, que tuvieron su influencia en distintos

autores, como ha sido suficientemente señalado por Oakley, Ruby y otros. Sin embargo, en algunos casos (como el de Francis Bacon) hubo al parecer algún tipo de vinculación entre el concepto jurídico-moral de ley y el concepto científico de ley, que al parecer no se limita a una simple continuidad lingüística sino que remite a coincidencias semánticas. Si en términos generales se dio una interacción o influencia entre ambos sentidos en varios autores durante el siglo XVII es algo que todavía necesita ser más estudiado¹⁰.

Un segundo factor que complejizó el proceso que nos ocupa reside en la variedad terminológica empleada por los distintos actores y, además, las diferentes nociones que a veces se ligaban con los mismos términos. Por ejemplo, dada la distinción entre *nómos* y *physis*, los griegos raramente utilizaban el término *nomos* para referirse a la naturaleza. Sin embargo, puede decirse que hay una noción de ley natural en ellos por ejemplo en la doctrina estoica del *logos*, como ordenador del universo. Otra situación terminológica muy habitual fue que muchos autores, a los que en la actualidad se les atribuye el establecimiento de ciertas leyes naturales, no usaron el término “ley” para designarlas, aunque sí sostuvieron ciertas nociones de ley de la naturaleza. Por ejemplo, lo que hoy conocemos como “ley de Boyle-Mariotte”, no fue denominado “ley” por ninguno de ellos, aun cuando ambos tuvieron ciertas concepciones sobre la ley natural. Por lo tanto, es deseable que la indagación historiográfica no deje de rastrear tanto cuanto esté a su alcance una serie de términos ligados con el vocabulario de la ley (tanto en las lenguas vernáculos como en las clásicas): ley, regla, hipótesis, *ratio*, *proportio*, axioma, máxima, etc.

Directamente ligado con este punto, otro factor a tener en cuenta es la ausencia de un único concepto de ley de la naturaleza en el siglo XVII. Creo que en favor de este punto los estudios de Steinle son lo suficientemente concluyentes. Por ello, por ejemplo, la definición que propone Ruby según la cual con la expresión “ley de la naturaleza” se denotaban las regularidades inteligibles, mensurables y predecibles de la naturaleza puede ser válida sólo en algunos casos, pero no en otros (Ruby, 1986: 341). Lo mismo sucede con la definición que Sophie Roux presenta como el sentido “clásico” (i.e. moderno) de ley: la ley de la naturaleza funde la regularidad formulada matemáticamente con el mandato legislador divino (Roux, 2001: 542). El componente matemático no se puede verificar en autores como Boyle o Bacon para quienes la ley remite a una regularidad empírica observable pero no tiene relación alguna con una expresión matemática.

Lo máximo que se puede proponer el historiador es rastrear, como lo hace Steinle, lo que tienen en común todos los conceptos, más o menos rudimentarios, que circulaban particularmente antes de que el uso de la expresión “ley de la naturaleza” se generalizara y fuera tomando un sentido único (hecho que sucedió al parecer ya entrado el siglo XVIII). Retomando a Steinle podemos decir que en el siglo XVII el denominador común compartido por las diversas nociones define a las leyes como regularidades de la naturaleza con una estrecha relación con la causalidad física. Se podría agregar a ello (enmendando un error de la investigación de Steinle al agregar el componente teológico en el caso de Francis Bacon) que también es compartida la idea de que Dios es el autor de tales leyes. Esta definición común, lo sabemos, vale al menos para las figuras modernas más destacadas que hemos repasado aquí. Quizá un estudio de más autores y de científicos de “segunda línea” revele que encontrar un común denominador es simplemente imposible.

10- Los artículos que integran el volumen compilado por Daston y Stolleis (2008) se dedican precisamente a evaluar la relación entre ley jurídico-moral y ley científica.

Finalmente, creo que se debe considerar como un factor que completa este panorama la presunción de que no hubo una sino varias causas que actuaron conjuntamente para producir estas nuevas nociones de las leyes de la naturaleza en el siglo XVII. Ya hemos visto varias causas propuestas por los diversos estudios. Pero seguramente se pueden sumar otras. Por ejemplo, retomando una interesante observación de Harrison,¹¹ podría aducirse que una de las causas concurrentes es la nueva ontología de la materia desarrollada por el mecanicismo: lejos del hilemorfismo aristotélico, la materia mecanicista es informe y esto pudo haber llevado a alguno de sus partidarios (como Descartes) a entender que es necesario que intervenga un Dios legislador que sea su fuente de actividad y la organice. Como decía Roux, me parece que esta explicación no convierte a otras explicaciones en falsas, sino que puede obrar como complemento de ellas, obviamente siempre que no entren en contradicciones entre sí, siempre que no se pretende que son explicaciones válidas para todos los autores o para todos los conceptos de ley que encontramos en el siglo XVII.

Acaso lo que sucedió en ese lapso de la historia fue que, por diversas motivaciones, influencias, intereses y convicciones, diferentes autores que compartían un mismo clima intelectual y un mismo lenguaje científico consideraron que las leyes de la naturaleza debían ser el objeto de la investigación científica. La coincidencia entre ellos en principio consistió en atribuirle ese lugar a las leyes, aun cuando no necesariamente adoptaran exactamente los mismos conceptos, ni el mismo vocabulario. Como lo ha mostrado Roux, lentamente se fue consolidando un lenguaje común de la ciencia, en el que el rótulo “ley de la naturaleza” se fue generalizando. Podemos conjeturar que en el siglo XVIII ese proceso fue confluyendo y desembocando en un único sentido de ley de la naturaleza compartido por todos los actores de la nueva ciencia ya establecida en todo su vigor, aun cuando en el siglo precedente este sentido único tuvo su origen en diferentes vertientes.

Bibliografía

DASTON, Lorraine/ STOLLEIS, Michael (eds.), (2008), *Natural law and laws of nature in early modern Europe: Jurisprudence, theology, moral and natural philosophy*, Farnham, Ashgate.

FUNKENSTEIN, Amos (1986), *Theology and the Scientific Imagination: From the Middle Ages to the Seventeenth Century*, Princeton, Princeton University Press.

HARRISON, P. (2002), “Voluntarism and Early Modern Science”, *History of Science*, 40, 63-89.

HARRISON, Peter (2008), “The Development of the Concept of Law of Nature”. En WATTS, Fraser (ed.), *Creation: Law and Probability*, Aldershot, Ashgate, 13-35.

HARRISON, Peter (2009), “Voluntarism and the Origins of Modern Science: A Reply to John Henry”, *History of Science*, 47, 223-231.

HENRY, John (2004), “Metaphysics and the Origins of Modern Science: Descartes and the Importance of Laws of Nature”, *Early Science and Medicine*, 9, 73-114.

11- “Harrison (2008: 21-22)”.

_____ (2009), "Voluntarist Theology at the Origins of Modern Science: A Response to Peter Harrison", *History of Science*, 47, 79-113.

ILIFFE, Rob (2004), "Abstract considerations: disciplines and incoherence of Newton's natural philosophy", *Studies in History and Philosophy of Science*, 35A, 427-454.

JALOBEANU, Dana (2001), "Forms, laws and active principles: what happened with the laws of nature in the Scientific Revolution?", *Analele Universității de Vest din Timișoara, Seria Filosofie*, 13, 5-33.

MILTON, J. R. (1981), "The Origin and Development of the Concept of the 'Laws of Nature'", *Archives européennes de sociologie*, 22, 173-195.

_____ (1998), "Laws of Nature". En GARBBER, Daniel / AYERS, Michael (eds.), *The Cambridge History of Seventeenth Century Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. 1, 680-701.

NEEDHAM, Joseph (1951), "Human Laws and the Laws of Nature in China and the West", *Journal of the History of Ideas*, 12, 194-231.

OAKLEY, F. (1961), "Christian Theology and Newtonian Science: The Rise of the Concept of the Laws of Nature", *Church History*, 30 (4), 433-457.

_____ (1988a), "The absolute and ordained power of God in sixteenth- and seventeenth-century theology", *Journal of the History of Ideas*, 59, 437-461.

_____ (1988b), "The absolute and ordained power of God and king in the sixteenth and seventeenth centuries: Philosophy, science, politics, and law", *Journal of the History of Ideas*, 59, 669-689.

OSLER, Margaret (1994), *Divine will and the mechanical philosophy: Gassendi and Descartes on contingency and necessity in the created world*, Cambridge, Cambridge University Press.

ROUX, Sophie (2001), "Les lois de la nature à l'âge classique La question terminologique", *Revue de synthèse*, 4e sér., 2-3-4, 531-576.

RUBY, Jane (1986), "The Origins of Scientific 'Law'", *Journal of the History of Ideas*, 47 (1), 341-359.

STEINLE, Friedrich (1995), "The Amalgamation of a concept. Laws of nature in the new sciences". En WEINERT, Friedel (ed.), *Laws of nature. Essays on the Philosophical, Scientific, and Historical Dimensions*, Berlin, De Gruyter, 316-368.

_____ (2008), "Tracing 'laws of nature' in early modern France and England". En DASTON / STOLLEIS, op. cit., 215-231.

ZILSEL, Edgard (1942), "The Genesis of the Concept of Physical Law", *Philosophical Review*, 51, 245-279.

ZILSEL, Edgard (1947), "The sociological roots of Science", *The American Journal of Sociology*, 47 (4), 544-562.