

Llamando a las puertas del universo

Knocking at universe's doors

Fernando Miguel Pérez Herranz

Universidad de Alicante

Resumen

Juan Arana ha escrito un bello libro en el que cuenta su viaje a los «sótanos del universo». Su lectura me ha inspirado algunos comentarios que escribo sentado en el porche de ese universo paradójico que por una parte nos envuelve y que, por otra, le envolvemos nosotros a él.

Palabras clave

Causa, ley, determinismo / indeterminismo, azar, complejidad.

Abstract

Juan Arana has written a beautiful book where he tells his trip to the «universe's basement». Its reading has inspired me some comments that I write, sitting in the porch of that paradoxal universe which at the same time involves us and is been envolved by us.

Keyword

Cause, law, determinism / indeterminism, hazard, complexity.

Llamando a las puertas del universo

Knocking at universe's doors

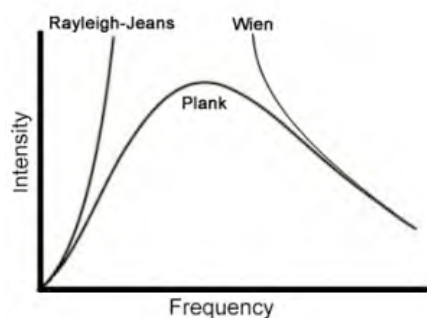
Fernando Miguel Pérez Herranz

Universidad de Alicante

En física existe un fenómeno conocido como *catástrofe ultravioleta*. A finales del siglo XIX, los físicos trataban de entender el comportamiento de la radiación, y querían saber cómo se distribuye la energía de un cuerpo caliente a una determinada temperatura. Era bien conocido que todos los cuerpos emiten luz según ciertas temperaturas y que, a la vez, tienen la capacidad de absorberla. Un hecho, muy conocido por los trabajadores de los altos hornos, mostraba que con el cambio de temperatura varía el color de la radiación; así, a los 600°C el hierro pasa de gris a rojo y a los 6000°C, de rojo a blanco. Gustav Kirchhoff (1824-1887) demostró que la relación entre el poder emisor y absorbente de un cuerpo es una función que *no* depende de la naturaleza del cuerpo y es igual a la densidad de la radiación: a medida que el cuerpo emite más energía y absorbe menos, mayor será la radiación existente en los alrededores del cuerpo. En resumen, la energía radiante es directamente proporcional a la emisión e inversamente proporcional a la absorción. Es válida, entonces, la fórmula:

$$W_{\lambda} (\text{energía}) = \varepsilon (\text{emisión}) / \alpha (\text{absorción})$$

Pero supóngase —como experimento ideal— que un cuerpo, conocido como «cuerpo negro» absorbe *toda* la radiación que recibe sin emitir ni reflejar nada. ¿Por qué ocurre esto? Wilhelm Wien (1864-1928) demostró que la longitud de onda correspondiente al máximo de energía disminuye al aumentar la temperatura. Esta ley concuerda muy bien con las menores longitudes de onda (zona del ultravioleta) y bajas temperaturas hasta llegar al infrarrojo. El fenómeno de discontinuidad entre ambos resultados se llamó «catástrofe infrarroja». Lord Rayleigh —John William Strutt— (1842-1919) y Sir James H. Jeans (1877-1946) propusieron, por su parte, una fórmula que se adaptaba exactamente a las mayores longitudes de onda y a las altas temperaturas, pero cuando se llegaba al ultravioleta ¡sorprendentemente! la curva volvía a decrecer. El fenómeno de discontinuidad se llamó «catástrofe ultravioleta».



Cuadro I. Catástrofes ultravioleta e infrarroja

Max Planck (1858-1947) supo acoger las dos leyes de Wien y Rayleigh-Jeans como casos límites, según la fórmula en la que incluía una constante —«la constante de Planck»— que introducía la *discontinuidad cuántica*, lo que, en unos pocos años, cambiaría radicalmente el panorama de la física [Cuadro I].

I

Este acontecimiento científico significó para la física moderna lo que otro acontecimiento filosófico había significado un siglo antes para la metafísica. David Hume (1711-1776) y los empiristas, por un lado, y René Descartes (1596-1650) y los racionalistas, por otro, habían colocado a la filosofía dividida en dos ramas que no sabían encontrarse, aunque procedían del mismo ámbito del conocimiento. Los primeros partían de las *percepciones* y los segundos, de las *evidencias y cadenas de razonamientos lógicos*, con necesidad apodíctica. Immanuel Kant (1724-1804) propuso una solución para tratar de resolver esa discontinuidad metodológica: situó la *necesidad* en el orden gnoseológico y se la retiró al orden ontológico. La «constante de Kant» que salvaba la discontinuidad se definía ahora no como psicología, sino como el trazo de las *condiciones necesarias de la misma posibilidad de la experiencia*. La discontinuidad en filosofía no era cuántica, sino *trascendental*, y consuma el triunfo del **nominalismo** y la justificación conceptual de la modernidad: la necesidad del orden de las representaciones exige la retirada de la necesidad ontológica. El antiguo orden del mundo se disuelve en un mundo de infinita potencia —*potentia absoluta dei*— del que solo podemos dar cuenta mediante experimentación, ensayo / error, correspondencias funcionales entre *inputs* y *outputs*. Hume había resumido con claridad y precisión ese programa nominalista: “Ningún objeto revela por las cualidades que aparecen a los sentidos, ni las causas que lo produjeron, ni los efectos que surgen de él, ni puede nuestra razón, sin la asistencia de la experiencia, sacar inferencia alguna de la existencia real y de las cuestiones de hecho”.¹ El sentido del mundo se limitará al esfuerzo para sobrevivir en él, o para alcanzar un consenso más o menos general. Kant colocó al Ego trascendental como fuente de sentido, y aun como la fuente del mismo mundo material.

Después de Kant, claro está, ya nada fue igual para la filosofía. La disciplina reina de los saberes —la metafísica— quedó segregada en dos partes disyuntas, según se habitase en la tierra firme que procura una isla o en el océano borrascoso que la rodea.² La ciencia es la roca fuerte y la filosofía las nubes que conviene disolver. ¿Cómo resolver la *catástrofe racional-empirista* y aceptar la *discontinuidad trascendental*? La ciencia se despreocupó del problema; pero la filosofía se ha encontrado con la necesidad de cerrar la brecha, y los filósofos han combatido —y aún lo hacen— por ocupar el prestigioso lugar que le concedería ser el «Planck de la filosofía», el filósofo capaz de recomponer mediante alguna constante inmanente, no trascendental, la unión de esas dos líneas que tenazmente se resisten a vincularse. Ninguno de los intentos, excusado es decirlo, han ofrecido una solución clara y rotunda. La superación del momento kantiano está llena de dificultades y solo algunos grandes, como Husserl o Heidegger, han fabricado herramientas a la altura del problema, pero por caminos que sorteaban la

¹ D. Hume, *Investigación sobre el conocimiento humano*, Alianza, Madrid, 1981, p. 50.

² I. Kant, *Crítica de la razón pura*, Alfaguara, Madrid, 1978 (B 295/A 236).

ciencia, o la hacían responsable de provocar crisis o destruir la presencia del ser. Y quienes, por el otro lado, salvaban la ciencia dejaban a un lado la filosofía. La manera más cómoda de clausurar la discontinuidad es asumir la ruptura kantiana entre ciencia y filosofía y entonces la elección no es dicotómica, sino tetrádica: O filosofía sin ciencia; o ciencia sin filosofía; o ciencia que asume la filosofía; o filosofía que asume la ciencia. A estas alturas del desarrollo científico, si se separan internamente las posiciones desde las distintas ciencias —física, biología, sociología...— y las distintas filosofías —realistas, idealistas, lingüísticas...—, el paisaje se hace tan abigarrado como insufrible.

¿Cómo orientarse por esta dispersión de posiciones, escuelas o intereses? Preguntemos a los clásicos y, entre todos ellos, a nadie mejor que a Aristóteles y a la filosofía de la *physis* que lo acompaña. ¿Acaso no es la crítica a su filosofía lo que conduce a la discontinuidad racional-empirista? Algunos programas de investigación han recurrido a Aristóteles no ya como neoaristotélicos —algo que no tendría sentido tras las revoluciones newtoniana, einsteniana, cuántica y de sistemas no lineales—, sino como punto de reorganización conceptual. Así podrían valorarse los programas de la *nueva alianza* de Prigogine, la naturalización de la fenomenología de Petitot, la filosofía de la naturaleza de R. Thom... e incluso el mismo Círculo de Filosofía de la Naturaleza desde el que escribimos: los estudios de *estabilidad estructural* de Claude Paul Bruter, los *sistemas dinámicos* de Eric Bois, la *morfodinámica* de Luciano Boi o la *Filosofía de la naturaleza integral* de Miguel Espinoza. Y creo no andar demasiado errado si añado los estudios de Juan Arana ejemplarmente expuestos en su reciente libro *Los sótanos del universo*.³

Arana recorre los múltiples vericuetos que conducen al taller en el que se trabaja para «superar a Kant», una obra todavía pendiente. Cerrada la vía de la metafísica —las Ideas de Mundo, Alma o Dios—, por tratarse de conceptos de imposible validación empírica—, el teutón abre el camino para que pulularan a su antojo desde los más ciegos neopositivismos a los más vacuos nihilismos. El nominalismo triunfante dejaba expedito el camino al Capital, cuyo único criterio de veracidad es el mercado, primer analogado de la experimentación pura, del ensayo/error en las ciencias. El mundo no tiene ningún sentido más allá del propio éxito de la supervivencia o del consenso (casi siempre, *manu militarii*: el consenso impuesto por una pura voluntad de poder, sin límites y sin orientaciones. Por eso, la filosofía de la naturaleza debía convertirse en filosofía de la ciencia o permanecer como residuo metafísico).

Hubo resistencias, no cabe duda. Las primeras procedían de su enemigo político y económico, el catolicismo romano de la contrarreforma de cuño jesuítico;⁴ las últimas, del comunismo soviético. Pero ninguna pudo con el capitalismo ni con su espíritu.⁵ En todo caso, la *kantianización* no es una ideología, es una filosofía. Por un lado, los juicios (los enunciados, las máximas...) han de estar basadas en la experiencia; se parte de la ciencia,

³ J. Arana, *Los sótanos del universo*, Biblioteca Nueva, Madrid, 2012.

⁴ “Los teólogos católicos de los siglos XVI y XVII sabían que la estabilidad de nuestro mundo y la suerte de la misma religión pasaban por la necesidad de rebajar la potencia de Dios” (A. Rivera, “La secularización después de Blumenberg”, *Res publica*, nº 11-12, 2003, p. 134). Rivera da mayor importancia a la Reforma que al nominalismo, p. 130). En el catolicismo, las instituciones humanas se hacen más *estables*, más seguras, pero *no más modernas*, más autónomas. Por eso denunciará siempre la modernidad y la desmedida autoafirmación de la razón humana.

⁵ Si hacemos caso a la obra de Max Weber, *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, prólogo de J. L. Villacañas, Istmo, Madrid, 1998.

de los juicios científicos de la física de Newton y la ontología es subsumida en la Analítica;⁶ por otro, los juicios morales, asignados a la razón práctica, segregada de la razón pura; y, en tercera instancia, la razón estética vinculada a la finalidad o al arte. Una razón que es travesada por el Ego trascendental, subjetividad sin límites. Pero una filosofía de la naturaleza ha de apelar de alguna manera a la finitud del sujeto (de ahí su reconciliación a través de Spinoza).⁷ Arana apela a la prudencia, a ese mundo más seguro, que defendían también nuestros escolásticos del siglo XVI, pero que como Antonio Rivera advierte, no pertenecía ya a la modernidad organizada por el Capital, administrada por positivismos y pragmatismos y fundamentada en la Subjetividad. Arana también se reconcilia con la finitud, pero de otra manera, me parece, a través de Leibniz, que es el más semejante a nuestros escolásticos hispanos escandalizados ante la presencia del nihilismo y de un Sujeto voluntad sin límites.

Así que la confrontación con Newton se modula con la sombra de Leibniz. ¿Qué se esconde en este punto de partida? La decisión de Newton de aferrarse a los fenómenos y de desechar las hipótesis tiene consecuencias decisivas. Arana muestra la trampa del razonamiento que hoy nos persigue por todos lados: cátedras e ideologías: resulta que lo que sabemos con certeza incontrovertible es que el mundo está causalmente determinado, cuestión extremadamente lejana e imposible de confirmar; y en los asuntos locales, hemos de conformarnos con probabilidades. Y, entonces, la *divinidad* que se había eliminado a fuerza de alejarla del mundo ordinario — *potentia ordinata*—, vuelve a asomarse ahora como *divinidad determinística*. ¡No está mal la jugada! El nominalismo había retirado el Dios aristotélico-tomista y colocado en su lugar el Dios determinista de una Voluntad y de un Poder descomunemente poderoso y oculto. Esa es la gran apuesta del mundo protestante-capitalista: “Dios envía moscas a las heridas que habría de curar” resume un personaje de *El árbol de la vida* de Terrence Malik. ¿Es suficiente la razón práctica kantiana?

Quizá ante este reto, Arana (en el sentir del Círculo de la Naturaleza) muestra que entre el rigor formalista sin materia que tratar y el invento de jergas lógicas *ad hoc*, (lógica modal, temporal...), la filosofía necesita de nuevas fuerzas renovadas. La filosofía se hace en los problemas que plantean las ciencias, naturalmente, ya lo hemos defendido en otras ocasiones (y en eso nos separamos de los programas existencialistas, vitalistas...). Pero las ciencias no se resumen en la física de Newton; y mucho menos en la idea que Kant se hace de ella como saber apodíctico y clausurado. Seguramente por esto el mundillo académico que acepta esos tópicos se encuentra tan alejado del quehacer filosófico. (Entre nosotros una de las más valiosas excepciones se debe a los debates que promueve Víctor Gómez Pin en los Congresos de Ontología que viene organizando desde 1993 y en los que intervienen especialistas en mecánica cuántica, en biología molecular, en nuevas tecnologías...).

Es más cómodo aceptar, por tanto, el concepto determinista y positivista de *ciencia*, que despeja la situación complicada, de la unidad de todos los saberes, de la naturaleza, del hombre, de Dios... Y es suficiente con que los científicos se desentiendan del concepto, más filosófico, que científico de *causa*. Lo grave de este planteamiento es que la discontinuidad trascendental en filosofía afecta a las ciencias o, al menos, a la concepción

⁶ I. Kant, *Crítica de la razón pura* (B 303).

⁷ Una razón a la que solo Spinoza supo poner límites sin caer en el pesimismo. Véase V. Serrano, *La herida de Spinoza*, Anagrama, Barcelona, 2011.

de las ciencias (y, por tanto, a su valor).

La revolución escotista

Me parece que para entender esta cuestión es necesario pasar por el lugar en el que se produce la gran revolución filosófica, la única revolución verdadera, según Muralt, que llevó a cabo John Duns Escoto (1266-1308) al separar la materia y la forma en lo que se venía considerando un *synolon*, una unidad inmarcesible⁸ y pasar de la *causalidad recíproca de causas totales* aristotélica (una teoría que utiliza las cuatro causas según el contexto) a la *causalidad no recíproca de causas parciales* de la modernidad (una teoría que privilegia la causa eficiente). Las consecuencias son profundas: si sujeto y mundo ya no están vinculados naturalmente, sólo subsiste el objeto, la forma de ambos; si la voluntad y el fin deseado no se hallan unidos por el amor, sólo queda el deseo arbitrario que puede dirigirse a objetos cualesquiera; si el poder ya no tiene que constreñirse a las limitaciones impuestas por el bien, solo resta la ley que obliga sin limitaciones, ya que su poder arbitrario proviene simplemente del hecho de ser ley. El objeto, el deseo arbitrario y la ley son efectos del concurso simultáneo de causas indiferentes, en las que no es posible distinguir materia y forma, eficiencia y finalidad. Y, en consecuencia, las causas solo pueden adoptar la figura de la *causa eficiente*, pero como término no recíprocamente correlativo de la causa final: sólo se contemplan choques y trayectorias en el *espacio mecanicista*. (Descartes dirá que todo está creado con algún fin, pero que esa intención es inescrutable: puro escotismo). En paralelo, Francis Bacon (1561-1626) proyecta un *ars invendi* que prohíbe investigar sobre lo que Dios decidió hacer y presenta su método inductivo: reunir hechos en tablas de presencia, ausencia y variaciones concomitantes; y, en fin, tratar de sortear todos los *idola* que perturban nuestro conocimiento. Y con el camino expedito, Hume ataca con fuerza el concepto de *causa*: las causas son inciertas y sospechosas siempre; pero afirma la *costumbre* o *hábito*, un principio de la naturaleza humana. Esta solución puede decepcionar a los enemigos, pero ha realizado la labor que pretendía: acabar de destruir el orden del mundo, el cosmos aristotélico que a través de la filosofía árabe ha sintetizado santo Tomás. Lo que está en juego es la elección entre el Dios católico romano y el Dios latitudinista protestante, aunque hoy los libros de texto oculten esta importante y fundamental cuestión. Hasta Francisco Suárez, al menos, Dios es un objeto de la ciencia natural. La razón natural investiga el objeto *Dios*, naturaleza y atributos, no en cuanto Dios, sino en cuanto *ente*:

Pues Dios es un objeto de algún modo naturalmente cognoscible (y lo mismo se ha de entender siempre dicho de las restantes inteligencias); luego, puede entrar en el ámbito de una ciencia natural... (*Disputaciones metafísicas*, I, i, 19).

A partir de Descartes, Dios deja de ser un objeto de conocimiento y se transforma en *un punto de vista*, el

⁸ “Se ha visto más arriba en el breve esbozo de la estructura de pensamiento *escotista* comparada con la estructura de pensamiento *tomista*. Caso único de una revolución filosófica que se ignora; se trata ciertamente de la única *revolución doctrinal digna de este nombre que se haya producido en la historia del pensamiento occidental*”. A. Muralt, *La apuesta de la filosofía medieval. Estudios tomistas, escotistas, ockamistas y gregorianos*, Marcial Pons, Madrid, 2008, p. 155.

punto de vista de Dios (*inversión teológica*). En Inglaterra, tras las luchas civiles y la restauración de los Estuardo con su intento de recatolizar Inglaterra, la ciencia de Newton se convirtió en piedra de toque de las discusiones político-religiosas del final del siglo XVII y principios del XVIII, vinculadas a la esperanza en un nuevo orden en el que el pueblo elegido fuese el pueblo inglés. Los latitudinistas (el arzobispo de Westminster, John Wilkins, John Tillotson, Isaac Barrow, Simon Patrick...) defendían el *mecanicismo*, aunque manteniendo la participación de Dios en la acción mundana, contra el mecanicismo *materialista* de Hobbes que, si explicaba algo, no era sino el desorden y la guerra civil.⁹ Las condiciones de posibilidad del mundo — espacio y tiempo— pertenecen a la estructura intelectual de Dios. Un pequeño empujoncito y ya tenemos el punto de vista de Dios acercándose al punto de vista del Ego trascendental kantiano. La ciencia ha sido de gran utilidad para el protestantismo, mientras que el catolicismo quedaba encerrado en la «trampa de la Eucaristía», que le impide aceptar el concepto de *extensión*.¹⁰ Leibniz, siempre Leibniz, intentó encontrar el punto de equilibrio entre uno y otro, pero su filosofía armónica sería ridiculizada por Voltaire y la Ilustración

El Dios voluntad del nominalismo y del escotismo triunfaba sin paliativos, y las leyes que aplicaba las había descubierto Newton: “La Naturaleza y la ley natural yacían ocultas en la noche. Dios dijo: «Que sea Newton», y la luz fue” cantaba Alexander Pope. Un Dios Voluntad que incluso podía recomponer la máquina celeste que iba deteriorándose, y esa recomposición afectaría al mundo de la naturaleza y al mundo social, en medidas equiparables.¹¹ Descartado Leibniz, y limitado Hume, la filosofía nominalista se hace bastión casi inexpugnable con Kant: el sujeto voluntad dominará todos los aspectos del pensamiento, y la Filosofía de la Naturaleza, disuelta por la Analítica, ocupará un espacio marginal, en esos saberes oscuros, aquellos de los que dirá Kant:

Es absurdo esperar que un día pudiera surgir un segundo Newton que hiciera inteligible la producción de una simple hoja de hierba de acuerdo con las leyes de la naturaleza, sin que sus mutuas relaciones no fueran dispuestas por alguna intención.¹²

C. S. Peirce extrae de ahí consecuencias radicales: el mundo es un vacío espacio temporal en el que no hay ningún orden subyacente, ni físico ni geométrico; el mundo es pura *potentia absoluta dei*, Azar puro, y el orden del mundo es un orden artificial. Las leyes de la naturaleza, en consecuencia, son aproximaciones que se consensúan tras múltiples observaciones y experimentos. Dicho en castizo: «Si sale con bigote san José, y si no, la Virgen María». Por eso Peirce niega el determinismo y concibe un universo irreductiblemente estocástico. Peirce,

⁹ “Llegarán a explicitar el nuevo orden de acuerdo con la síntesis filosófico-teológica del autor de los *Principia*, si bien no sin que el propio Newton, a su vez, hubiese de ser integrado en la teología latitudinista por los grandes patrones de la misma”. E. Rada, “Prólogo” a *La polémica Leibniz-Clarke*, Taurus, Madrid, 1980, p. 29.

¹⁰ Como he expuesto en otras ocasiones. Así, F. M. Pérez Herranz, “La ontología de *El Comulgatorio* de Baltasar Gracián”, *Baltasar Gracián: ética, política y filosofía*, Pentalfa, Oviedo, 2002, pp. 44-102.

¹¹ “Puesto que el espacio es divisible al infinito y la materia no está necesariamente en todas partes, ha de concederse también que Dios es capaz de crear partículas de materia de diversos tamaños y figuras, en distintas proporciones al espacio y tal vez de distintas densidades y fuerzas, a fin de cambiar con ello las leyes de la naturaleza y formar mundos de distintos tipos en diversas partes del universo.” I. Newton, *Óptica*, p. 348.

¹² I. Kant, *KU*, § 75 (pp. 313-314). Kant, además, rechaza explícitamente el evolucionismo.

matemático, que trabajó en el Servicio Costero de Mediciones, diseñaba instrumentos de medida, no podía tomar en serio a ningún determinista: la observación no puede establecer una «causalidad mecánica». Se puede observar una cierta «regularidad de la naturaleza», pero eso no afecta a su exactitud y uniformidad. Y es un hecho que la diversidad del universo evoluciona y que en el mundo hay espontaneidad, de la que la libre elección es un elemento menor. Por eso creía en el Azar absoluto. El programa de Escoto queda cumplido realmente en Peirce, que rechaza rotundamente la doctrina de la Necesidad e introduce la «acasualización» de los fenómenos. El Azar tiende a identificarse con la *Potentia anbsoluta dei*.

Las ciencias no han esperado a que los filósofos se pongan de acuerdo, desde luego. Han seguido sus ritmos: geometrías no euclideanas, química orgánica, electromagnetismo, teoría cinética de los gases, termodinámica, transformismo y evolucionismo, mecánica cuántica, caos, sistemas no lineales, etc. Y han destruido esa identidad entre ciencia y saber apodíctico. La filosofía, por su parte, se ha desentendido de la verdad y se ha disuelto en juegos de lenguaje. Pero las ciencias y la filosofía no son compartimentos estancos. Nacieron juntas y hoy siguen compartiendo un territorio común: las categorías usadas por la ciencia y las Ideas de la filosofía convergen en un campo semántico decisivo: **causa, ley, azar, complejidad, reducción, emergentismo, determinismo**, etc. Ciencia y filosofía se mueven en el mismo ámbito, y los filósofos, desde Platón y Aristóteles, realizan una misma actividad: la de recorrer y encadenar las diversas ciencias, fijadas cada una a su metodología específica, bajo el criterio de un conjunto de Ideas filosóficas con el fin de alcanzar el sentido de los seres naturales y la expresión del ente en su asombrosa profusión de aspectos. ¿Es posible ejercitarse en la filosofía desde esta dimensión, o la filosofía ha de estar confinada a cuestiones de ética o de política con independencia del saber positivo de las ciencias?

Juan Arana ha publicado un libro que apuesta por el estudio de una filosofía de la naturaleza. Es un libro loable por lo que dice y por cómo lo dice. Un libro que está muy bien escrito, en la mejor tradición orteguiana de escribir con enjundia sí, pero en lenguaje afable para los ojos del lector y comprensible para los ojos de la razón. Y, naturalmente, por su contenido, aunque hay que hacer la advertencia de que no está dirigido a diletantes: el autor supone que el lector es un buen conocedor de las ciencias que se desarrollaron durante el siglo XX: relatividad, mecánica cuántica y sistemas dinámicos no lineales, así como ha de moverse por entre las filosofías más relevantes. Es un libro que ha de ser degustado con tranquilidad: tomando apuntes, poniéndole notas, haciéndole comentarios en voz baja o alta o por escrito. Lo que sigue no pretende ser ni resumen ni comentario, sino trazos del vendaval de ideas que me ha procurado. Ideas que se hubieran trabado con naturalidad en una virtual conversación con el autor. De manera que si Arana ha escrito este libro al observar los sótanos del universo, me contentaré con escribir algunos párrafos sentado en el porche de ese universo que, como supo Pascal, por una parte nos envuelve y, por otra, es envuelto por nosotros.

La aceptación acrítica por parte de Kant de la física de Newton y del mecanicismo como un saber apodíctico, un conjunto cerrado de juicios sintéticos *a priori*, iba de la mano de una moral rigorista, cuya forma había de imponerse ante cualquier debilidad de carácter y apuntaba directamente contra la casuística de cuño tomista católico, más apegado al hombre de carne y hueso. Lo humano, pensaban los padres jesuitas, ha de ser juzgado con benevolencia y comprensión. La criatura no puede soportar sobre sus hombros el fundamento de la moralidad, como quiere el pietista teutón, sino una ley rebajada por la circunstancia y reinterpretada por la prudencia de sus teólogos. Y también en la ciencia el modo apodíctico por antonomasia, la **deducción**, ha de ser rebajada y complementada con otros modos de hacer ciencia: los modelos, las definiciones, las clasificaciones... Puede y debe defenderse que, como ocurre en la vida vulgar y corriente, la realidad es inteligible, aunque no lo sea completamente, que hay proyectos epistémicos diferentes, y que se pueden comparar y distinguir unos de otros, y que unos son más fiables que otros. La verdad no es un absoluto, sino un principio regulativo. No sé si el profesor Arana nos permitiría utilizar su concepto de **epistemología del riesgo** para esta proposición, pero lo encuentro muy adecuado para nombrar este proceso de flexibilidad cognoscitiva que permite investigar los principios de determinación para entender por qué la realidad es como es y no de otra manera. Y esa máquina de la determinación se encuentra en los «**sótanos del universo**», dice Arana (p. 24). Hay que conjeturar y confrontar con la realidad nuestras observaciones, es decir, hay que seguir el programa de la ciencia moderna: experimentar, establecer correlaciones entre fenómenos e imaginar funciones que se adecúen a los resultados de observaciones y experimentos. El concepto clave es el de *determinación* junto con sus categorías: *causas* y *leyes*. El campo semántico de *causa* es enormemente rico y polémico, conflictivo y peliagudo: **azar, ley [correlación], simetría, discontinuidad cuántica, complejidad, emergencia, inteligibilidad, causa final** y aun **metafísica**. Así que es obligatorio ayudarse de la obra realizada. Arana remite a Aristóteles, Suárez, Leibniz, Kant, Hartmann, Popper, Bunge, Prigogine, Thom, Morin, Kauffmann, Gell-Mann, Goldwin, Espinoza... Es una lista parcial, claro; podía haberse elegido otra que comenzase con Platón; o con Demócrito; o con Filón de Alejandría. Pero hay que tomar una decisión...

Entre la ciencia y la filosofía

Los antiguos griegos iniciaron un tipo de saber realmente extraño: buscaron principios incontrovertibles, juicios apodícticos y definiciones precisas a partir de las que pudieran derivarse verdades inapelables. Y, sin embargo, parece un hecho mucho menos incontrovertible el efecto de la propia contingencia humana —*de brevitae uitae*—, una vida repleta de inseguridades, siempre en tanganillas y predispuesta al fracaso. La ciencia apodíctica, en contraste, ha generado maneras de comportamiento tan rígidas como la moral pietista que la acompaña, si no es que procede de ella. Los ciudadanos de los países desarrollados (cada uno interprete el adjetivo a su gusto y acomodo) se irritan mucho si una carretera provoca muchos accidentes, si un avión llega con retraso, incluso si alguien muere enfermo en el hospital..., pues parece «natural» el axioma garantista: «El Estado garantiza cualquier

actividad humana dentro de sus fronteras». El Estado se hace cargo de la administración del Saber Absoluto, desde las obras portuarias a la salud, en esa variedad llamada **biopolítica** por Foucault. «Dicen los científicos» se ha convertido en algo así como «Queda garantizado por el Estado», pues éste encuentra en la ciencia el protocolo para su actuación: «Una proposición emitida por un científico es apodícticamente verdadera». Al vincularse Poder y Ciencia el concepto de *verdad* adquiere unos relieves de consecuencias graves y enjundiosas, y el criterio de verdad científica habrá de dirimir muchos pleitos. Kant, en los ámbitos científico, moral o estético proporcionó el canon: sólo se alcanza la verdad cuando llegamos a ella a través de evidencias que desplegamos por medio de razonamientos correctos.

Kant y la bifurcación: ciencia / filosofía

De ahí la importancia que cobra la filosofía crítica kantiana que se edifica a partir de la ciencia de Newton, a la que considera un conjunto verdadero de proposiciones: *hipotesis non fingo*. Y si la ciencia de Newton es un saber cerrado, cualquier saber se ha de medir por relación a la física (biología, morfología, química... son saberes que aún no pueden arrogarse el criterio de ciencia, aunque combatan para lograrlo). Hasta en los congresos de filosofía, historia, estética... hay un «comité científico» (integrado por personas que no suelen saber hacer una raíz cuadrada). La ciencia y la metafísica se separan trascendentalmente (*xorismós*) y el triunfo de Kant se hace abrumador. A partir de sus *críticas*, la filosofía toma el sentido negativo de lo especulativo e irracional, y la ciencia natural, el sentido positivo de lo riguroso, lo medible, lo fiable...

El determinismo científico

Así que el Estado se dirigirá al científico, no al filósofo-teólogo. Pierre Simon Laplace tiene el honor de simbolizar el gozne sobre el que se efectúa el giro del teólogo al científico: “Todos los acontecimientos, aun aquellos que por su insignificancia parecen no depender de las grandes leyes de la naturaleza, constituyen una sucesión tan necesaria como las revoluciones del Sol...” (Laplace, *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*). No está nada mal. ¿Cómo probarlo? Laplace, en el mejor estilo platónico, recurre a un mito: «**el diablo de Laplace**». Si un diablillo conociese todas las posiciones y todas las velocidades de las moléculas y supiese resolver todas las ecuaciones diferenciales, conocería el presente, el pasado y el futuro del universo. Es muy agudo el comentario de Arana. Después de varios siglos de *nominalismo*, en los que se ha cuestionado la *potentia ordinata* desde la *potentia absoluta dei*, después de haber dejado al mundo al socaire de la experimentación y de las correspondencias funcionales, ahora resulta que el mundo está determinado *in toto*, que el sentido del mundo se encuentra en unas cuantas ecuaciones diferenciales.

Primero se cuestiona la presencia de una Potencia celestial que garantice la existencia y accesibilidad del orden cósmico; a continuación resulta que conviene acreditar este último de algún modo, ya que no somos

capaces de verlo con nuestros ojos, evidenciarlo con nuestro entendimiento o demostrarlo con nuestra razón (*ibidem*, p. 40).

Sáquense las verdaderas consecuencias de la operación de la modernidad con el recordatorio de que esto es un hecho histórico, no una especulación lógica, ni una teoría. La referencia contemporánea de Dios no es el Dios de la Edad Media, de Agustín o de Tomás, y menos aun el Dios de Aristóteles. El Dios al que se refieren nuestros anti-metafísicos es el Dios que han reintroducido los ilustrados y positivistas del siglo XVIII. Así que, por favor, discutan con Laplace y déjense de vainas medievales. O, si hacemos caso a Cassirer, el determinismo queda inaugurado por el neurofisiólogo Emil Du Bois-Reymond en su discurso de 1872.¹³ Y aunque el maniqueo de la modernidad sigue siendo el neoaristotelismo, el de un Aristóteles pasado por el crisol de la escolástica, el determinismo es un prejuicio del positivismo heredado de la Ilustración que se explica y se aprende como una verdad sin mácula.¹⁴ Y ha de admitirse, entonces, el fin de la ciencia, la tesis de que el saber científico está completamente cerrado. Albert Michelson afirmará que la física del siglo XX se dedicará a sacar decimales a los valores de las constantes físicas. ¡Acierto total como es evidente! Afortunadamente la física no hace caso de premoniciones y sigue su viaje con grandes éxitos: Relatividad, Mecánica cuántica, Caos... Y es que la ciencia siempre tiene algo que ganar, porque, como dice Thom, en ciencia siempre se obtienen resultados, por más que sean insignificantes: «La verdad no limita con la falsedad, sino con la insignificancia». Ahora bien, conviene recordar que no solo se debate con/contra la perspectiva cosmológica de Laplace; no se debe olvidar que los problemas en los que se debate tiene que ver con la ciencia moral y con cuestiones de Historia y de Estadística, bifurcación que había abierto Condorcet en su *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humaine* (1793), con las cuestiones de organización y de administración del Estado que culmina Napoleón.

La filosofía

La filosofía no se recuperó del golpe dado por el puño crítico de Kant. ¿Qué hacer? Podía recoger el guante de la ciencia y convertirse ella misma en una ciencia de saberes absolutos y místicos (romanticismo); o eliminar cualquier contenido metafísico, aunque, eso sí, con razonamientos muy rigurosos: *zurück zu Kant*. O mejor aun: dedicarse a contar su propia historia. Franz Brentano (1838-1917) ofrece una salida airosa y digna: la filosofía posee un objeto específico sobre el que construye su discurso a partir de una experiencia y una realidad específica: el *Ser* (la senda por la que discurrieron Husserl y Heidegger). Pero los analíticos, con Moore y Wittgenstein a la cabeza, vinieron a decir que los problemas filosóficos de la tradición son problemas mal planteados o carentes de sentido, así que la función de la filosofía debía ser considerada todo lo más como un disolvente de manchas, un producto de limpieza.

Resultado: los hermeneutas abandonan la ciencia en manos de los científicos y los filósofos se dedican a

¹³ E. Cassirer, *Determinism and Modern Physics*, 1936¹.

¹⁴ Véase la sectaria y «divertida» *Historia de la filosofía y de la ciencia* de L. W. H. Hull, Ariel, 1970.

reflexionar, a decir cosas muy agudas o muy insulsas sobre cualquier cosa: «Los yo-opino-de-que». El fracaso de la filosofía en estos terrenos es espectacular. Tanto por la vía del objeto: la creación de un lenguaje lógico perfecto (Peano, Russell); como por la vía del sujeto: una reducción fenomenológica que pretende la puesta entre paréntesis de toda experiencia, hasta de la ciencia misma (Husserl). El fracaso de esta «ciencia estricta» de la filosofía ofrece esperanzas al *phylo-sophos* que creyó entender y proseguir el proyecto de Platón o de Aristóteles.

¿Qué hacer, entonces? Desde luego son irrelevantes los miles de escritos escolares y escolásticos que dan vueltas y vueltas alrededor de Heidegger, Kant o Platón, y que sólo sirven para hacer carrera académica universitaria (hasta que los recortes mellen las tijeras kantianas que en su día cortaron las alas de la altanera ave escolástica). La filosofía «verdadera» se hace en otra parte: en la investigación del CERN en altas energías (cuestiones de mecánica cuántica y de guerra nuclear); en la investigación de enfermedades (cuestiones de biología molecular y biopolítica); en la investigación de las operaciones financieras, de mercado (capitalismo, tipos y alternativas)...

Del caos surgieron Erebo y la negra noche...

Quiero decir que las ciencias demandan filosofía. Las ciencias no son piezas o fichas que formen parte de un gran puzzle que han de recubrir hueco a hueco. Las ciencias entran en colisión, en relaciones de inconmensurabilidad, en contradicciones con el sentido común, etc. No hay *una* ciencia como no hay *una* filosofía. Hay *muchas* ciencias y también hay confrontaciones y choques, y malentendidos entre ellas. Y entonces la filosofía se hace necesaria, sí; para poner en orden los conceptos; y habrá tantas filosofías como salidas a esas aporías e inconmensurabilidades. Los biólogos moleculares, los físicos cuánticos, los informáticos... se ven obligados a filosofar, como se vio obligado Platón con el descubrimiento de las matemáticas y Aristóteles, de la física y la biología. El ateniense propuso la tesis ontológica de las Ideas y la herramienta gnoseológica de la reminiscencia; el macedonio propuso la tesis ontológica de la Sustancia y la herramienta gnoseológica de la *epagogué*. Y así sucesivamente. La filosofía no es un entretenimiento, una actividad que «me gusta» o «me disgusta», esa tontería de la posmodernidad; no es ni capricho ni adorno: “la propia cosa impuso el camino y obligó a indagar a los antiguos”, dice Aristóteles (*Met.* 984a18). La filosofía es esencial para seguir haciendo ciencia. ¿Qué me dicen de la indeterminación cuántica? ¿De la relatividad? ¿Del Caos?

Hemos de comprobar, entonces, qué es lo que hace el filósofo de la Naturaleza, y ¡no lo que dice o cómo se justifica! El primer asalto es de tanteo. El hombre dotado de un cuerpo exige unas condiciones límites para su existencia; sobrepasados ciertos umbrales —por ejemplo, una temperatura que vaya más allá de cincuenta grados— se desmoronaría. Y con el hombre se desmoronaría la vida de plantas y animales, de condiciones atmosféricas, la composición de la tierra, el agua, el aire, etc. El hombre no puede vivir en un estado caótico, incompatible con la vida, que le impida la supervivencia. Para poder vivir en la Tierra, ésta ha debido reunir una serie de características sólidas, líquidas y gaseosas, que Empédocles, por ejemplo, asoció a combinaciones de tierra, agua, aire y fuego, etc.

Las condiciones para que se dé la vida son muy precisas y exigentes, y cualquier desviación de las constantes cosmológicas conduciría a un caos vital apocalíptico. Frente al *Caos*, un *Cosmos*, un mundo ordenado. La pregunta que se hicieron ya los griegos es: ¿Un Cosmos absolutamente ordenado permite un cierto Caos? Y, entonces, ¿cómo definir el Cosmos?

El primer analogado de *Caos* es el concepto mítico de la *Teogonía* de Hesíodo: “Antes de todo existió Caos [*Kaos*] (...) Del Caos surgieron Erebo y la negra Noche (...) de la Noche nacieron el Éter y el Día, a los que alumbró preñada por contacto amoroso con Erebo...” (*Teogonía*, 116-125). De manera que el Caos no es pura indeterminación, sino una fuerza engendradora también de orden, de estructura. Además del significado referido al objeto, hay otro referido al sujeto: Caos es lo confuso e imprevisible, aquello que no puede cartografiar con precisión nuestro conocimiento. Del Caos se puede hacer historia, pero no teoría, pues no hay forma de encontrar la norma de esos sucesos. El Azar es *Tyché*; el Azar afloja la esfera del Ser, que corre el peligro de deshacerse, de «des-serse», apunta García Bacca.¹⁵ Los dominios del Azar están limitados por el *por qué sí* o el *por qué no*; no conoce leyes. Si afloja, a lo mejor te cae la buena suerte; si se contrae, la mala. Azar, diosa caprichosa, veleidosa, irreformable... no ha aprendido a calcular. El cálculo lógico pertenece a Necesidad. La trampa de las trampas sería el «cálculo de Azar».

Pascal, amigo de De Méré, jugador de profesión, descubrió algunas leyes de Azar, el cálculo de probabilidades. Pascal no creía en tal diosa y averiguó por intelección matemática que Azar tenía leyes. Leibniz, a un lado, creyó descubrir el principio de razón suficiente: no hay faltas ni sobras; si algo existe ha de tener una razón de por qué es así o asá. Spinoza, al otro lado, afirmó que el orden y conexión de las cosas es el mismo que los de las ideas. Y, posteriormente, Hegel rubrica: «Todo lo racional es real y viceversa». Pero Mallarmé se rebela contra todos ellos: *Un coup de dés jamais n'abolira le Hasard* (1897). A Azar no le ahoga Necesidad. Si Necesidad (destino, fuerza, firmeza, hado, rigidez, exactitud, verdad, menester, inflexibilidad...) manda en el sistema de las ecuaciones diferenciales, el Azar (casual, acaso, suerte, accidentes, indeterminación, porque sí, difuso...) manda en todo lo demás: en las nebulosas, en el polvo cósmico, en las fuerzas nucleares... El Azar, en el límite, significa desconexión de todas las líneas del universo, que nada tienen que ver entre sí, salvo por la relación de coexistencia. Ya Kant distinguió entre *Natur* —leyes causales que podían ser irrepetibles— y *Welt* —leyes matemáticas de los fenómenos en los que hay géneros y especies y que implican repetición—. ¹⁶ El mundo, *potentia absoluta dei*, podría estar cambiando continuamente y el esfuerzo de categorización no iría más allá de los fenómenos dados, cuya consistencia sólo podría ser establecida mediante una sintaxis lógico-conjuntista. Y tampoco el mundo como una unidad puede ser entendido como modelo para todos los fenómenos cósmicos como en Aristóteles, un cosmos al que hay que imitar: “También las cosas sometidas a cambio —como la tierra y el fuego— imitan a las cosas incorruptibles” (*Metafísica*, 1050b28).

Así que la primera operación que ha de resolver la Filosofía de la Naturaleza es el descarte de las ideas de Determinismo y Azar como ideas absolutas. Podríamos decir que son ideas conjugadas y relativas a otros muchos

¹⁵ J. D. García Bacca, *Necesidad y Azar*, Anthropos, Barcelona, 1985.

¹⁶ I. Kant, *Crítica de la razón pura*, A 125. Véase la discusión entre *Welt* y *Natur* en B 446.

conceptos. Por una parte, Caos significa indeterminación, más aún, incompatibilidad con el orden, con las estructuras, con la vida; ahora bien, un Azar absoluto eliminaría toda unidad, todo orden. Y no parece que este sea el caso, pues encontramos suficientes ejemplos, paradigmas o modelos de orden. Por otra, el Determinismo absoluto (al modo estoico) impide la libertad y el error; un orden absoluto, el Determinismo radical, conduce a la aporía de la libertad: ¿Hay que imponer el Azar? Y así se nos devuelve al punto de partida en estructura circular.

Todas las civilizaciones han tratado de des-caotizar el mundo y convertirlo en un cosmos. Un ejemplo singular es el de la literatura policíaca, los autores: *Edgar Allan Poe*, *Sir Arthur Conan Doyle*, *G.K. Chesterton*, *George Simenon*, *Agatha Christi*, *Dashiell Hammett*, *Ross Macdonald*, *Ellery Queen* o *Raymond Chandler* necesitan que el mundo sea un cosmos para que pueda intervenir el detective que encuentra el orden escondido. *Auguste Dupin*, *Sherlock Holmes*, *el padre Brown*, *Maigret*, *Hércules Poirot*, *Sam Spade*, *Lewis Archer*, *Drury Lane* y *Philip Marlowe*. Todos salen en defensa de la *trascendentalidad*: el mundo tiene que ser así o asá, porque, si no ¡adónde iríamos a parar! ¡Los criminales andarían a sus anchas!

Uni-versal

Ante todo, el método. La Filosofía de la Naturaleza, al situarse del lado de las ciencias, descarta todo gnosticismo. Las fuentes del conocimiento no se encuentran en arcanos, accesibles únicamente al iniciado, al adepto o al iluminado. La escala racional del hombre es la escala de la ciencia.¹⁷ La escala corpórea y científica no nos permite partir de las distancias infinitas, ni por exceso cosmológico, ni por defecto microfísico. El método ya se encuentra establecido desde Platón: hay que alejarse para acercarse.¹⁸ El hombre corpóreo, pasajero de la nave de Neurath, dotado de experiencia y razón, se enfrenta al universo que lo envuelve, y del que no puede salir. ¿Y qué rodea al hombre? Cosas que son (*ser*) y hechos que pasan (*devenir*). Hay cosas que ocurren: eventos, sucesos, acontecimientos, entidades pasajeras... Pero esas cosas, ¿sobreviven incólumes al paso del tiempo? ¿Quizá el *protón*, el *electrón*?... No parece que nada posea una estabilidad absoluta, y, entonces, la distinción *hechos* y *cosas* se difumina. No hay hechos absolutamente instantáneos ni cosa eternas, y en consecuencia, «todo es proceso» (Whitehead). En cualquier caso, hay que responder al *porqué* de esos acontecimientos, de esos procesos. Una pregunta que exige una respuesta objetiva, que sirva para todos los ciudadanos, no solo para el grupo de iniciados, incluso para los supersticiosos, los excéntricos y los bárbaros. El *por qué* ha de poder hilvanar a todos los hombres, no solo a los de la secta ¿Por qué estos hechos, procesos y cosas? Aristóteles inaugura la respuesta universal. “Puesto que el objeto de esta investigación es el conocer y no creemos conocer algo si antes no hemos establecido en cada caso el «por qué», lo cual significa captar la causa primera” (*Física*, 194b-195a30). Por esa respuesta, usted y yo, el más feliz y el más desgraciado de los seres humanos, podemos reconocernos en el mundo. Conocer las causas no es exclusivo del faraón, del sacerdote o del mago.

¹⁷ En otras ocasiones he defendido los dos universales filosóficos: la ética a escala corpórea y las verdades científicas. F. M. Pérez Herranz, “La eliminación de la subjetividad de los fines. Platón y las matemáticas”, *Eikasía*, nº 12, 2007, pp. 203-236.

¹⁸ Cf. J. Ortega y Gasset, *La idea de principio en Leibniz*, Revista de Occidente, Madrid, 1979, p. 127.

Ahora bien, la tesis que afirma la causa no es evidente. La causa está vinculada a la *determinación* y a sus categorías espaciales y temporales. Cada cosa, cada hecho y cada proceso están constituidos por una heterogénea constelación de aspectos (epistemológica y ontológicamente hablando) que exigen algún tipo de unidad. Aristóteles establecía la unidad en la sustancia; Kant, en la síntesis del entendimiento.... Pero esa identidad no parece que se ofrezca de la misma manera a la percepción y concepción de que forman parte. Más allá de las categorizaciones (pitagóricos, Aristóteles, estoicos, Kant, Peirce y Semántica topológica), los filósofos andan a la busca de la determinación de las cosas y los hechos. Todo está trabado de tal manera que el mundo está *pre-determinado*.

El realismo

La mayoría de los científicos (y de la gente en general) es realista. Las cosas son como son, están determinadas. Se parte de que existe un orden y una conexión entre las partes que integran el universo que afecta al espacio y al tiempo. La propia idea de *uni-verso* contiene implícita esta peculiaridad. *Versal* se refiere a un desdoblamiento estructuralmente estable y *Uni* a que contiene el mínimo número de parámetros del desdoblamiento. Así que, buscando la causa, nos topamos con la determinación, y ésta nos desplaza hacia sus categorías. Las categorías se encuentran en muchas culturas: analogías, semejanzas, parecidos y repeticiones. La *repetición* es una cuestión decisiva en la filosofía de la ciencia, porque a través de ella se reconoce el *orden* —las cosas particulares son hoy iguales a como las encontramos ayer— y las *simetrías* —tras su manipulación un objeto vuelve a su figura originaria—. En la cultura helenística, Aristóteles la convierte en idea filosófica, de donde procede su rancia raigambre.

Ahora bien, cuando el racionalismo se aplica al estudio de la naturaleza sin más apoyos que los del orden especulativo de las analogías y las metáforas, se desemboca, con frecuencia, en lo irracional. Y se hace necesario aplicar sobre este orden, el orden metonímico o de causalidad. El *criterio de cientificidad* queda así definido por relaciones causales (relaciones metonímicas) sin que se hayan eliminado las relaciones de semejanza (metafóricas). Una regla apropiada es la siguiente: «Las relaciones por contigüidad habrán de verificarse *independientemente* de las relaciones por semejanza». Se descarta, en consecuencia, que las relaciones de contigüidad se soporten en las relaciones de semejanza. Pero, fíjense, este planteamiento no puede ser más que *local*; en cuanto lo sobrepasa y pretende el trato con toda la realidad, con lo *global* —y aun más con la Totalidad—, comienza a chocar con limitaciones muy poderosas. Esta tesis debería estar clara desde la teoría de la relatividad que considera un sinsentido hablar de espacio o tiempo absoluto. No hay *ahoras* universales: cada sistema de referencia define de manera específica el conjunto de sucesos que resultan simultáneos para un observador: dos acontecimientos distantes para un observador pueden ser sucesivos para otro que se mueve respecto al primero. Pero es una tesis que cuesta aceptar.

Las cuatro causas

La referencia a Aristóteles es obligada y solo diré que la genialidad del maestro gravita en la definición del concepto de *causa*, al explorar los diferentes sentidos que lo especifican en los usos lingüísticos de la comunidad greco-macedónica. No es un concepto unívoco, como tratarán de convertirlo los modernos a partir de Escoto, sino análogo: hay cuatro o cinco formas de responder a la pregunta por la causa que pueden subordinarse entre ellas o identificarse parcialmente (*Física*, 198a).

La teoría de las causas ha dado lugar a grandes controversias, por su conexión con la teoría de la substancia, la correlación entre materia y forma y, fundamentalmente, por la resistencia a la causa final, *leit motif* de las controversias en metafísica. A partir de Escoto y Ockham, por razones en las que ahora no podemos entrar, ha primado casi en exclusividad la *causa eficiente*, frente a la material-formal, rompiendo la teoría de la sustancia aristotélica (por mediación del cristianismo, un «hecho histórico» que se ignora habitualmente).

Las causas formales y la función matemática

La solución de Leibniz, rechazada como puramente metafísica, tiene hoy una acogida favorable. Las mónadas son sustancias creadas, aunque no son ni espaciales ni temporales; como átomos metafísicos, se despliegan en un ámbito ideal, que funda y otorga verdad a los fenómenos espacio-temporales que captan los sentidos. No es una especulación arbitraria, porque sigue un hilo conductor: la teoría de las funciones matemáticas, que él mismo puso en marcha junto a su discípulo Johann Bernoulli.

¿Qué es una *función*? La función establece relaciones de correspondencia, en general, entre números. Hay variables independientes, las variables que dejamos variar libremente, y otras variables dependientes o *función*, cuyo valor queda determinado por la independiente. Los valores que toma una función surgen a partir del despliegue autónomo e intrínseco de una identidad formal. Las funciones no tienen que salir de sí —no necesitan ventanas— para desplegarse en el espacio. ¿Puede la función ser interpretada también localmente, como causa final (*teleion*)? Igual que la función matemática tiene un principio intrínseco, la ecuación algebraica que la define, capaz de generar un despliegue continuo e infinito espacialmente visible, la mónada o sustancia simple invisible posee su principio interno de unidad (fuerza primitiva o forma sustancial) capaz de generar el despliegue de sus accidentes sin referencias extrínsecas. Pero la modernidad apostó por la ley-función vinculada a la causa eficiente.

Cálculo diferencial e integral

El filósofo de la Naturaleza ha de entender la nueva categoría de la Ley que reemplaza a la de Causa. La ley va asociada a una población de objetos agrupados en función de esa ley; de manera que a la ley se asocian propiedades como la *universalidad* o y *generalidad*. La dialéctica ser/devenir, desde la perspectiva de la ley, supone una peculiar síntesis entre ambos: el reconocimiento de secuencias fijas que se repiten en procesos o

estructuras estables. La ley permite formular la identidad frente al cambio y la multiplicidad. La ciencia moderna ha hecho de la ley el instrumento básico porque elimina los problemas de la causa; porque es muy versátil; y porque las matemáticas expresan con toda precisión la estructura de la Ley.

Para formular matemáticamente una ley, ésta ha de contener magnitudes cuantificables mediante procesos físicos de medición. Matemáticamente se expresa como una ecuación, que determina el resultado numérico de una serie de operaciones. Las leyes, que se refieren a la evolución de una determinada magnitud a través del tiempo y el espacio (espacios / variaciones), suelen formularse mediante funciones. Una variable determinada por la ley en función de las otras variables. ¿Cómo interpretar la *ley*? Arana plantea la relación de la *ley* moderna y la teoría de las *cuatro causas* aristotélicas. Efectivamente: se puede interpretar la ley como si hablásemos de causalidad formal; y más aun: sería legítimo interpretar la causa material incorporada en la concreción; la causa eficiente se podrá asignar a los valores iniciales de las variables en las expresiones funcionales que incluyen el tiempo como variable independiente junto con la dinámica de la propia ley; y si las condiciones iniciales absolutas del universo pudieran ser consideradas como objetos de elección con vistas a los resultados que se van a producir, aparece con toda naturalidad la causa final.

A lo largo del siglo XVII se averiguó que los llamados principios de conservación y los principios de máximos y mínimos son equivalentes. Los primeros evocan una dinámica ciega; los segundos sugieren finalidad. Así pues, un problema puede acometerse *mecánica* o *finalistamente*, entendiendo por *finalidad* un puro sistema físico de atractores, no intencional: las leyes del movimiento pueden tomarse como principios diferenciales o como principios integrables o mínimos [Cuadro 2].¹⁹

PRINCIPIOS DIFERENCIALES	PRINCIPIOS INTEGRABLES
<i>Segunda Ley de Newton</i> $m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = F(x)$	<i>Principio de Hamilton</i> $\int_{t_1}^{t_2} L dt$
<i>Principio de D'Alembert</i> $-m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} - F = 0$	<i>Principio de Maupertuis-Euler</i> $\int m v ds$
<i>Ecuaciones de Lagrange-Hamilton</i> $\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial L}{\partial q'} - \frac{\partial L}{\partial q} = 0$	<i>Principio de Fermat</i> $\int_{s_1}^{s_2} \frac{\partial S}{\partial v} = \text{mínimo}$

Cuadro 2

¹⁹ Cfr. H. Margeneau, *La naturaleza de la realidad física*, Tecnos, Madrid, 1970, p. 175.

Matemáticas y mundo real

Arana explica muy intuitivamente la fortaleza matemática. En las ecuaciones se realizan operaciones entre cantidades heterogéneas que establecen también la esencia del fenómeno. Por ejemplo: en la ley de Planck se involucran la radiancia espectral, la frecuencia de la radiación, la longitud de onda y la temperatura, se multiplica, se divide, se eleva al cubo y a potencias del número e ; esta red de relaciones va más allá de los meros accidentes y ofrece información sustantiva del fenómeno. Por eso el científico puede comprometerse con el mundo desde el realismo, y no desde el escepticismo o desde el pragmatismo. La ley nos permite también acceder a principios formales que no solo coexisten con el ente físico, sino también con su significado. Hay conexiones, muchas veces insospechadas, que se descubren en las relaciones entre accidentes.

La ecuación rescata lo fijo en lo variable, conjuga a Parménides y a Heráclito: la permanencia solo puede darse en lo cambiante. Las leyes, que nos dicen cómo cambian las cosas, no lo que son, se interesan por los aspectos fenoménicos que son susceptibles de cuantificación. Pero si el físico puede quedarse y conformarse en esa red de relaciones cuantitativas, parece que debe haber algo detrás. Estas dos posiciones extremas: ignorar lo accidental y preocuparse de lo esencial o quedarse en las relaciones fenoménicas cuantitativas, se cruzan en una tercera opción que identifica principios formales que coexisten en una unidad en el ente físico. Y ahí no acaban las posibilidades de interpretación. Las discusiones son inagotables, casi siempre provocadas por la ciencia desde la que se parte: la física, la biología, la economía... ¿Puede cerrarse de alguna forma esta proliferación de concepciones?

Raimundo de Sabunde (s. xv)²⁰ había establecido en el prólogo de *Theologia Naturalis* o *Liber Creaturarum* el paralelismo entre el libro de la Sagrada Escritura y el libro de la naturaleza, en el que Dios también se manifestaba, pero con la ventaja de que en éste no hay tachaduras. Galileo, beligerante como ninguno, pretendió que la Biblia se acoplara a la física, el libro revelado al libro de la naturaleza, y para leerlo se necesitaba conocer el lenguaje matemático.²¹ Alexandre Koyré ha sostenido que las obras de Kepler y de Galileo están inspirada en Platón, frente a Aristóteles; y añadiremos que en el sentido de la crítica franciscana, escotista y nominalista, contra Tomás de Aquino. El mundo está escrito en ese lenguaje que tanto fascina: las matemáticas. El paso decisivo de la modernidad, me parece, es que las matemáticas potencian la lógica; que las matemáticas nunca fueron mera lógica, que ellas son también física y biología y química y hasta sociología. Es ésta la **gran transformación** de la modernidad respecto del nominalismo medieval. Las matemáticas no solo son lógica, sintaxis del lenguaje científico, sino que muestran la semántica del mundo. No es gratuito que la modernidad insista en que Dios es

²⁰ Raimundo de Sabunde (fl.1434-1436), médico, teólogo y filósofo español. Su obra más conocida es el *Liber Creaturarum (seu Naturae)*, seu *liber de Homine*, inspirado en la corriente franciscano-luliana, adoptando de Raimundo Lulio la racionalización del dogma cristiano, pero para dirigirse a los propios cristianos. El conocimiento del hombre ha de ser la clave para conseguir el conocimiento de Dios, lo que convirtió su doctrina antropocéntrica en herética. La doctrina naturalista contenida en su obra *Theologia naturalis seu liber creaturum* ejerció gran influencia en el siglo XVI y fue traducida por Montaigne.

²¹ Y no sólo el libro de la naturaleza. “En un trabajo sobre las características del infierno de Dante [Galileo, *Dos Conferencias ante la Academia Fiorentina sobre la forma, lugar y tamaño del Infierno de Dante*], Galileo enfoca el asunto matemáticamente, mostrando que no sólo el «libro de la naturaleza» está escrito en términos matemáticos, sino incluso ¡el «libro de lo sobrenatural»!”. W.R. Shea, *La revolución intelectual de Galileo*, Ariel, Barcelona, 1983, p. 18.

matemático. Thom cierra la discusión con cierta arrogancia: “Sólo el matemático tiene derecho a ser inteligente”.

La discusión sobre la definición de las matemáticas es muy compleja, porque hay un doble paso de lo cualitativo a lo cuantitativo y de lo cuantitativo a lo cualitativo. La confusión entre matemática y lógica procede de la crítica nominalista y llega hasta Frege y Russel con su *programa logicista* de reducción de las matemáticas a la lógica. Mi valoración es epistemológico-ontológica: las matemáticas permiten realizar operaciones intelectuales que nos conducen más allá de la norma de los sentidos y del entendimiento local-ambiental. Permiten pensar una «norma» diferente de racionalidad. Dice Spinoza:

Y de ahí que afirmasen como cosa cierta que los juicios de los dioses superaban con mucho la capacidad humana, afirmación que habría sido eternamente oculta para el género humano, si la Matemática, que versa no sobre los fines, sino sobre las esencias y propiedades de las figuras, no hubiese mostrado a los hombres otra norma de verdad. B. Spinoza, *Ética*, I, apéndice.

La consideración cuantitativista de las matemáticas va vinculada a la mecánica moderna, a Galileo, a Newton... justo a ese pensamiento que Husserl denuncia como productor de una crisis de carácter gnoseológico e institucional: la apuesta de Europa por una ciencia objetivista y naturalista que, a medida que progresaba en la tecnificación del conocimiento y en la impersonalidad del sujeto, olvida el *mundo-de-la-vida* (*Lebenswelt*), el mundo en el que las cosas adquieren sentido, el mundo en el que no se han escindido hechos y valores. La consideración del mundo de la vida exige poner entre paréntesis (*epojé*) las tesis de un mundo que, sin abandonar la ciencia, se considere desde otro punto de vista. Y las matemáticas ocupan un lugar privilegiado. ¿Por qué?

Porque las matemáticas tienen que ver con la cantidad y con la cualidad, su operatividad y estructura expresan el mundo cuantitativa o cualitativamente. La revolución matemática tiene que ver con figuras y movimientos, traslaciones, rotaciones, etc., a partir de las cuales se construyen identidades sorprendentes: los teoremas de Tales, el teorema de Pitágoras o la identidad gaussiana $e^{i\pi} = -1$. Y su razón es experimental, sintética. Ocurre que se mantiene la identidad de la relación radio y circunferencia por mediación del valor π ; en todos y en cada uno de los casos. Y todas las identidades que se van conociendo forman un sistema, como mostró por vez primera Euclides.²² Aunque también se construyen pseudo-identidades que hay que desechar: la Antitierra de Filolao, la correspondencia entre los sólidos y la distancia de los planetas, etc. De ahí que las matemáticas estén rodeadas tantas veces de esa aura mágica y cuyos límites necesitan de una acribia muy refinada. Así que el problema de las matemáticas conduce a los problemas de la formalidad, de la realidad, de la materia... y de otras Ideas con las que se entrecruza.

²² F. M. Pérez Herranz, “Entre Samos y el Museo: la travesía por el número y la forma geométrica” en J. L. González Recio (editor), *Átomos, almas y estrellas. Estudios sobre la ciencia griega*, Plaza y Valdés Madrid / México, 2007, pp. 353-398.

Realidad, Materia, Naturaleza...

¿Qué es la *realidad*? Los términos tradicionales en los que se ha debatido esta Idea han sido muy variados: esencia (substancia) / existencia (actualidad); perfección (plenitud) / imperfección; apariencia / potencia (*dynamis*) / posibilidad; experiencia / actividad / efectividad; lo común (distributivo) de los objetos / la graduación (atributiva) de los seres; etc., sentidos todos que se unifican en un concepto que podríamos llamar «realidad a la antigua»; la «realidad a la contemporánea» está interseccionada por la Tecnología.²³ La realidad no es un término unívoco, hay que tener en cuenta sus análogos —el Absoluto que impone sus condiciones, la realidad construida, idealista o construccionista...—; otras ideas con las que se encuentra entreverada —la Idea evolucionista de «supervivencia» o la Idea de la posición privilegiada del «observador» de la mecánica cuántica—; posibilidades entre ideas límite: adaptación del sujeto al medio o del medio al sujeto;²⁴ posiciones intermedias: la realidad que se identifica con la propia supervivencia (darwinismo), la realidad suplantada por la voluntad de poder (Nietzsche), la Técnica (Heidegger) o las convenciones humanas (posmodernismo): la realidad construida; la realidad desmitificada; la realidad expresada a través de las ciencias...

Materia tampoco es un concepto unívoco. Materia dice «contradicción», «heterogeneidad irreducible por relación al sujeto o al sentido», «descentramiento de la realidad» (Sánchez Ortiz de Urbina); y «re-composición o mixtura», «re-integración» o «re-plegamiento» (Riemann / Poincaré / Thom). La Materia, dice Urbina, no se abre de golpe, sino después de una larga serie de registros gnoseológicos, como enseñó Platón (teoría de la línea, *La República*, 509d-511e); reorganizó Spinoza (los grados de la *Reforma del Entendimiento*); y buscó con minuciosidad Husserl (*Ideas*). La dificultad de conceptualización se hace cada vez mayor al desarrollarse históricamente, si materialidad es pluralidad.

Esta explosión de una Realidad plural, definida por múltiples realidades inmanentes; de una materia contradictoria y heterogénea, definida por la pluralidad y otras muchas Ideas obliga a reordenar la propia Idea de Naturaleza, que no habría de entenderse como un principio originario, sino un concepto conjugado y limitador y limitado por el resto de Ideas con las que entra en relación. El determinismo ha de saber conjugar Realidad, Materia, Naturaleza... Las cadenas causales forman redes (lazos, nudos...), en virtud de las cuales se puede decir que Materia, Realidad o Naturaleza están determinadas. Las cosas que ocurren en el mundo ocurren como ocurren porque están causadas, y cualquier cambio comportaría otros cambios, lo que nos haría pensar en un mundo que ya no es este mundo. Nada es arbitrario, todo ocurre por necesidad (anti-nihilismo). El determinismo es una Idea filosófica que se ha ido imponiendo en la modernidad, de manera tan curiosa como paradójica. Hay una sutil vuelta a Dios, esta vez mitificado por el *demonio de Laplace*. Así, las leyes de territorios particulares de la ciencia se relacionan entre sí: el calor en función del movimiento; la luz del electromagnetismo; la química en función de la física... Estas leyes particularizadas están envueltas en otras leyes más generales, hasta llegar a una Ley universalísima, que podía ser la Lógica, que englobase a todas las demás.

²³ La realidad, como la verdad, no puede darse ya al margen de las ciencias, como supo ver Husserl.

²⁴ J. Ortega y Gasset, *Obras completas V*, Alianza, Madrid, 1986, p. 326.

Naturalmente el determinismo está muy bien para estudiarlo (y sacar unas oposiciones, por ejemplo), pero es ingrato vivir en él. ¿Cómo aceptar que nuestros amigos (y enemigos) inteligentes, brillantes, agudos, inquisitivos, creativos y maravillosos sean resultado de causas determinadas? Una verdadera lástima. Sus amantes no han quedado prendados/as de sus bondades, sino de una hormona o de genes como los del atractivo y del rechazo, de la santidad y de la delincuencia, de la inteligencia y de la estupidez... Supongo que ésta es una neutra manera de explicar que en España hayan florecido los corruptos y los indeseables. Quizá todo sea debido a una mala carga genética allá por los años cincuenta y sesenta nos dirá el determinista (se anima a los jóvenes investigadores a dar con este espectacular gen *de la corrupción*).

En todo caso, los logros del determinismo han sido, y siguen siendo, enormes y eficaces: la astronomía del sistema solar, la química inorgánica, la física de partículas, etc. (Hay otros campos en los que la cosa no está tan clara). Pero lo casual, el azar, el caos... se recuperaron, ¡mira por dónde!, en el territorio que menos se podían esperar, ¡en las *matemáticas*! en la termodinámica, en la teoría de probabilidades, en la estadística, en la teoría de la evolución, en las ciencias humanas. La economía y la sociología empiezan a brillar a través de funcionarios estatales que hacen estadísticas de inmigración, de reclutamiento militar, de enfermedades (biopolítica), de suicidios, de la composición de jurados... La estadística reina a través de la curva normal de Quetelet y el concepto de *normalidad* reemplaza al de *naturaleza humana*: para prever un acontecimiento no es necesario poseer una información exhaustiva, ni dominar la potencia del cálculo; basta con establecer las bases del comportamiento estadístico de los constituyentes del sistema. Y luego irrumpirán la teoría cuántica y las discusiones sobre su interpretación física y filosófica, y los sistemas de ecuaciones no lineales y el Caos determinista. Todos estos campos son de obligado cumplimiento para el filósofo de la Naturaleza. Pasaré muy brevemente por alguno de ellos.

Discontinuidad cuántica

Los problemas y las cuestiones que ha introducido la mecánica cuántica (MC) han paralizado en gran medida el pensamiento tradicional, científico y filosófico. La MC no nació como consecuencia de la maduración conceptual de la propia física, sino a contracorriente de ella, en contra de las preferencias personales de los que la constituyeron: casi todos hubieran preferido otra cosa. Su fuerza ha residido en los hechos que se han impuesto a las preferencias. La Naturaleza produjo resultados inesperados en los experimentos y hubo que buscar alternativas a la física clásica. La discontinuidad cuántica es la menos grata de todas, al poner en cuestión la lectura determinista y probabilista de la física. El acasualismo, lo ha contado Forman en un libro necesario,²⁵ tuvo que ver más con la desmoralización que provocó la Primera Guerra Mundial que con la propia ciencia. Hay títulos bien explícitos:

²⁵ P. Forman, *Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica, 1918-1927*, Alianza, Madrid, 1984.

Rudolf Pannwitz, *La crisis de la cultura europea* (1917), Oswald Spengler, *La decadencia de Occidente* (1918), Paul Valéry, *La crisis del espíritu* (1919), Kurt Pintus, *El ocaso de la humanidad* (1921), Karl Krauss, *Los últimos días de la humanidad* (1922)...

Si las ecuaciones diferenciales se habían convertido en el instrumento por excelencia de la ciencia, ¿cómo aceptar una *matemática de la discontinuidad*, como el álgebra de matrices que ideó Heisenberg? En la MC aparece este mismo problema: *la imposibilidad de atribuir simultáneamente a los cuerpos el concepto de localización en el espacio y en el movimiento*. La discusión es muy enrevesada e interesante y la cuestión de la subjetividad da para mucho. Pero además, hay un problema añadido: la dificultad de acceder a la observación y experimentación de la MC. Las herramientas clásicas, filosóficas y científicas chocan con la MC, porque es prácticamente imposible de experimentar, excepto por lo que divulgan los conocedores del asunto, los que trabaja en el CERN, etc. Así que sobre la MC prácticamente lo que hace el filósofo es pura escolástica, ¡interpretar los textos escritos por los poquíssimos físicos cuánticos que hay y que escriben sobre sus resultados!

Mas a la filosofía la subyuga la posición que ocupa el sujeto en las leyes de indeterminación. Los físicos tratan de diluir el lugar del Sujeto, uno de los rasgos decisivos para los creadores de la MC, al que despiden con indiferencia. Yo espero con gran expectación el proyecto de Ricardo Sánchez Ortiz de Urbina, con su fundamentación fenomenológica válida para la MC. Urbina afirma que el Sujeto está sometido a la misma indeterminación que cualquier otro fenómeno, que el Sujeto no queda fuera: *es la propia subjetividad la que resulta medida y estratificada en niveles*.

El problema de los tres cuerpos

En todo caso, me ha interesado proseguir por otra vía: *el problema de los tres cuerpos*.²⁶ Aunque las ecuaciones que gobiernan los movimientos de tres partículas no parecen más complicadas que las que rigen los movimientos de dos partículas, los movimientos resultantes, sin embargo, son enormemente complicados. H. Bruns y H. Poincaré demostraron que “no había soluciones de la clase que los matemáticos habían buscado”.²⁷ El lagrangiano resta la energía cinética y la potencial y utiliza las coordenadas espaciales y la velocidad: su integral está en función no del tiempo, sino de la *acción*. No es el tiempo clásico, sino el tiempo continuamente haciéndose, puramente irreversible, y define el *espacio de configuración*, E_C .

Feynmann en su teoría *Quantum Electro-Dynamics* ha seguido el lagrangiano, con este matiz: en la mecánica clásica el lagrangiano determina el camino correcto —pues al tener la probabilidad 1 se convierte en el camino correcto— y asigna al resto de posibles caminos la probabilidad 0; en mecánica cuántica, un dominio de amplitud de probabilidad, de lo trasposable (no de lo posible), los caminos son transitados simultáneamente. Todos

²⁶ Clairaut propuso cambiar la fórmula de Newton: $F=g \cdot m \cdot m' / d^2$, por otra más compleja: $F=g \cdot m \cdot m' / d^2 + g' \cdot m \cdot m' / d^4$, porque no recogía los movimientos de la Luna con exactitud. La desviación está motivada por la perturbación que se produce cuando intervienen tres cuerpos en movimiento.

²⁷ D. Layser, *Construcción del universo*, Labor, Barcelona, 1989, p. 100. Cfr. también J. Laskar, y Cl. Froeschlé, “El caos en el sistema solar”, en *Mundo científico*, nº 115, 1991.

los caminos contribuyen al resultado que se busca, con un peso proporcional a la acción total de cada camino. Pero esto es justamente lo que es pensar, dice Urbina: en la búsqueda del sentido trasposable se recorren simultáneamente los caminos que exploran lo imprevisible, en un tanteo conjunto en el que oscilan y se ajustan los pesos de sus probables trasposibilidades. Como se puede sospechar, las consecuencias pueden ser muy fértiles para la filosofía de la Naturaleza.

Prosigamos por el camino de las perturbaciones de los *tres cuerpos*. Se sabe que el análisis de las ecuaciones diferenciales siempre deja un resto, justo por donde se filtran los problemas de la indeterminación y el Caos. Es este el punto de contacto entre la Mecánica cuántica y los Sistemas dinámicos. Las investigaciones que a partir del problema de los tres cuerpos entran en liza son numerosas: *El caos meteorológico* de Edward Lorenz, *las sinergias* de Haken, *la convección* de Rayleigh-Bénard, *las turbulencias* y *los atractores extraños* de Ruelle y Takens, *las redes booleanas de elementos interconectados* de Stuart Kaufman, *las estructuras disipativas* de Ilya Prigogine, *la Teoría de las bifurcaciones* de René Thom, etc.

Complejidad y emergencia

Bien, el mundo está ordenado, ya lo estableció así Aristóteles. Y el orden conjuga de manera muy especial las materias y las formas: “Además, la materia es algo relativo, pues para una forma se requiere una materia, y para otra forma, otra materia” (*Física*, 2, 194b8-9). Hay que simplificar cada nivel para que podamos actuar en él eficazmente. Así: El ingeniero ha de usar acero; el químico, elementos de aleación; el físico, átomos... Pero no hay que pedir que el albañil que coloca los ladrillos haya de ser experto en polímeros. Para realizar determinadas operaciones es preferible un sistema simple, con variables claras y distintas: sistemas homogéneos y predecibles: “si soplas cada vez más y más, el globo explotará”; “si tienes una máquina de dos piezas, puedes recuperarlas eliminando el vínculo”, etc. El *mecanicismo* puso como ideal de explicación **reducir** cualquier conjunto de fenómenos a un sistema simple, mecánico, que fuese explicado mediante ecuaciones diferenciales. Se inició con el movimiento de los astros; tomó fuerza de naturaleza con Arquímedes; se despertó con los franciscanos del Merton College de Oxford: Tomás Bradwardine, G. Heytesbury, R. Swinwshead, G. Dumbleton... o la Escuela de París: Nicolás de Oresme; Galileo alcanzó el momento crucial e irreversible; Descartes escribió el manifiesto reduccionista, *Lettre sur les règles du mouvement* (1669): los cuerpos no son más que sustancias extensas que ocupan un espacio (extensión) con impenetrabilidad y ofreciendo resistencia pasiva a cambiar de estado en reposo o en movimiento (inercia). La confirmación se iba ampliando día a día: relojes mecánicos (y estatuas mecánicas), la ley de Boyle-Mariotte, la precisión de la artillería... Es cierto que la gravedad no encaja en este esquema ($g=\frac{1}{2}at^2$), que sugiere una acción a distancia. Algo habría desconocido, pero que no ponía en duda el esquema reduccionista de choques y movimientos.

Wilhelm Ostwald y Ernst Mach cuestionaron incluso la existencia de los átomos. Para que cualquier propiedad de la materia fuese mecánica tenía que ajustarse a los cuerpos inertes situados en el espacio y habían de

ser sensibles a las fuerzas gravitatorias y electromagnéticas. ¿Por qué estos cuerpos y no otros? Se creía que toda materia se movía por fuerzas definidas con toda precisión: gravedad y electromagnetismo. El mundo estaba constituido de materia y fuerza (materia-energía o materia-campo) y Einstein buscó durante toda su vida la *teoría del campo unificado*, que habría de ser la *ontología reduccionista*; como si pretendiera culminar la investigación de los presocráticos (en paralelo con Heidegger: *contraria sum circa eadem*). Pero, en vez de converger hacia una única realidad, materia y fuerza divergieron, por una parte, en una danza de partículas que hoy aún nos sorprende y nos inquieta; por otra, en sistemas caóticos, azarosos... Y en ese estado de cosas acechan los lobos del «a río revuelto».

Si la MC ha introducido el peligro del *subjetivismo*, las ciencias de la complejidad, dejan resquicios por los que se cuelan espiritualistas, humanistas, brujos, sectas religiosas, místicos... La Filosofía de la Naturaleza se ve en la obligación de realizar una defensa sobria de la complejidad como hace nuestro círculo —el Círculo de Filosofía de la Naturaleza y el celo de Miguel Espinoza—, vigilado por los positivistas ortodoxos. Como no puede ser de otro modo, desde luego.

Arana, siguiendo a Popper, nos ofrece una regla de observancia metodológica: Los científicos suelen ser *reduccionistas ontológicos*, y así se aseguran la inteligibilidad de su campo de trabajo. Y, para evitar injerencias externas, defienden el *antirreduccionismo metodológico*, para no caer en manos de las ciencias consideradas más fundamentales; por ejemplo: la física de partículas. Los filósofos suelen ser *reduccionistas metodológicos* para evitar cosificar la realidad y *antirreduccionistas ontológicos*, lo que permite el progreso indefinido del conocimiento. Además, el reduccionismo metodológico sirve para evitar una actitud oscurantista y proclive al misterio. El determinismo habría que entenderlo como un principio regulador más que como una tesis. Y siempre hay que esperar novedades imprevistas. Recordemos la leyenda que rememora Ekeland: Dos reyes nórdicos se juegan una ciudad a los dados; el primero obtiene dos seises; el segundo no desespera y lanza los dados con tanta fuerza que con uno saca un seis y el otro se parte en dos pedazos mostrando simultáneamente un dos y un cinco.²⁸

Determinismo causal, determinismo matemático, determinismo topológico

Juguemos a partir los dados. Desde mi tesis doctoral he tratado de establecer una diferencia entre deducción/demostración y modelización. La demostración es un modo de la ciencia, pero no el único. Hay otros: clasificación, definición o modelización. La deducción es útil para los sistemas lineales, para los sistemas algebraico-sintácticos, pero pierde eficacia al ser utilizada en ámbitos semánticos, que son *n*-dimensionales. Por eso he defendido el uso de la *topología* y no de la *deducción* como *novum organum*.²⁹ Es muy diferente entender las conexiones causales entre signos lógico-algebraicos, pura sintaxis —que luego han de ser puestos en correlación con el mundo real, tridimensional—, que entender esas conexiones causales en el mundo tridimensional de las

²⁸ I. Ekeland, “Le roi Olav lançant les dés” en *La querelle du déterminisme*, Gallimard, Paris, 1990, pp. 163-172.

²⁹ Sin éxito; ni siquiera ha sido considerada por los miembros del Círculo de Filosofía de la Naturaleza. Cfr. *Las Ideas filosóficas de la «morfogénesis» y del «continuo» en el marco de la teoría de las catástrofes de René Thom*, Universidad de Alicante, 1993. Se encuentra en: www.rua.ua.es/dspace/handle/10045/5469.

morfologías dotadas de *bordes*, y puestas en relación con las manipulaciones algebraicas. Pero *borde*, *continuidad*, *morfología*... son conceptos que piden la incorporación de la causa final.

Para terminar: la causa final

Pocos conceptos más impugnados que el de *causa final*. Con ella se atreven hasta los periodistas cuando descalifican la antigüedad, la escolástica medieval o la historia regulada por proyectos y programas. El término *fin* participa de una historia muy agitada: si en las filosofías platónica y aristotélica había jugado un papel privilegiado —“Todo lo que sucede sucede siempre con arreglo a un fin”—, a partir de la filosofía baconiana y newtoniana, del atomismo y del mecanicismo, la idea de fin queda relegada, eclipsada y aun negada. Sólo en el siglo XX, con el desarrollo de la biología, la idea de fin vuelve a ocupar un lugar más importante (el texto pionero es el de E. S. Russell, *La finalidad de las actividades orgánicas* (1943). Más tarde, con el desarrollo de la cibernética, las categorías teleológicas empiezan a ser reivindicadas por las ciencias tecnológicas (Wiener, Pilbran...), que contaminan la teoría de sistemas dinámicos, etc. La confrontación viene de antiguo y es bien conocida la crítica de Demócrito y los atomistas contra Anaxágoras, Platón y Aristóteles. Éste parece que utiliza el concepto de causa final en su sentido semántico; sin embargo en *De Anima*, da un salto hacia la metafísica: “Todo lo que existe por naturaleza existe para un fin”. (434a31).

De la causa final al finalismo

La cuestión de la causa final es que ésta parece invertir la estructura de la causalidad: en la causa eficiente, la causa está al principio y el efecto, al final; en la causa final, el efecto está al principio y la causa al final. ¿Cómo pudo actuar si aún no estaba la causa? La cuestión se presenta, entonces, en el concepto de *inteligencia*, de *noûs*. La inteligencia en su sentido de voluntad, de intencionalidad antropomórfica. Pero este «prejuicio» está cargado de razones cuando se pasa de la causa final, restringida a su campo, a la doctrina que defiende la omnipresencia de la causa final en la naturaleza, cuando se pasa de lo global a lo local y cuando se entiende el cerebro como un sistema natural. Se requiere, entonces, definir el concepto de fin y el concepto de *fin local* o *atractor* y dar la vuelta al argumento antropomórfico: el ojo humano sabe calcular una trayectoria, sin hacer cálculos; un jugador de fútbol sabe lanzar una falta sin conocer el cálculo infinitesimal y es mucho más competente que el profesor de física, etc.

Planes, no un plan

La Necesidad, decimos, no tiene por qué ser absoluta; es suficiente la referencia a la unidad del proceso de la configuración, a su estructura o configuración local. Como dice Thom, no hay *El Plan* de la naturaleza, sino *planes*:

Un plan, no *el* plan. La idea de un plan general del organismo conserva hoy su validez, no debemos abandonar la unicidad de tal plan. Los grandes planes de organización animal corresponden a grandes opciones de la regulación del ser vivo... (Thom, *Parábolas y catástrofes*, p. 140).

Y entonces la idea de **finalidad** se alinea con un orden muy próximo al de **función**, desde el cual fue, precisamente, criticada en la ciencia moderna [fin y función como **atractores**]. Las morfologías entran en relación unas con otras y se han de encajar en «planes» de ajuste, como la cabeza del fémur ha de plegarse al acetábulo, etc. Por tanto, caben dos planteamientos posibles sobre la causa final: 1) Uno, **local**, que es el que adopta Thom como punto de partida. 2) Otro, **global**, asociado a las doctrinas del *Diseño inteligente* y del *principio antrópico*.

Una Filosofía de la Naturaleza no puede excluir, desde luego, el planteamiento global, y su con-formación nos parece un reto serio. Pero siempre partiendo de hechos, de particularidades, a las que hay que tratar de encontrar una causa. Y se ha de abandonar el punto de vista de Dios, tan caro a la modernidad. No hay que partir de una causa para encontrar una historia, lo que obliga a establecer una *teoría de la desconexión causal*, a la que volveremos en otro momento. Y también ahora abandono con gratitud la lectura de *Los sótanos del universo* que me ha traído hasta aquí, y extrapolo algunos resultados: ¿Estaba determinado el holocausto? ¿Estaba en los genes de Adolf Hitler, en los de Reinhard Heyndrich?... Cuesta entenderlo. El holocausto fue un hecho, un acontecimiento que habría de explicarse como un singular y no como un episodio cosmológico; y menos aun, como un suceso sociológico: si en Alemania había un «antisemitismo latente», también lo había en otras partes del mundo. El filósofo de la Naturaleza puede reflexionar sobre estas palabras ajustadas de Hanna Arendt:

Para los seres humanos, pensar en asuntos pasados significa moverse en profundidad, echar raíces y estabilizarse de este modo a sí mismos, de forma que no se vean arrastrados por nada de lo que ocurra. (*Eichmann en Jerusalén*).

