

La forma, una causa olvidada

Miguel Espinoza¹

Resumen.

¿Qué queda actualmente de la filosofía de la naturaleza? Casi nada, porque la mayoría de los científicos y de los filósofos parece satisfacerse con una ciencia no explicativa, positivista, pragmática, oportunista, intervencionista y desmigajadora de lo real, como si el mundo estuviera desprovisto de racionalidad. Por eso este ensayo retoma ideas antiguas, hoy olvidadas, como la metafísica realista, la causalidad, la forma y la causa formal, la inteligibilidad natural y el valor de los símbolos y de las imágenes del lenguaje natural, silenciados por la eficacia predictiva de las matemáticas. La tesis principal es que la causa formal es el primer principio de la inteligibilidad natural. Desde un punto de vista aún más naturalista que aquél de Aristóteles, se trata de elucidar qué son la forma y la causa formal, cuál es el modo de presencia de la forma unida a la materia, y de qué manera el sentido del hilemorfismo es reactualizable.

Palabras clave:

Forma, causa formal, actualización del hilemorfismo, inteligibilidad natural, simbolismos, filosofía natural, metafísica realista.

Abstract.— « Form, a forgotten cause ». What is left now of the philosophy of nature? Almost nothing since most scientists and philosophers seem to be satisfied with a non explicative, positivistic, pragmatic, opportunist, and interventionist science which crumbles up reality, as if the world were devoid of reason and order. That is why this essay takes up again some old, forgotten ideas, such as the notions of realist metaphysics, causality, form and formal cause, natural intelligibility, and the value of symbols and images of natural language, silenced by the predictive efficacy of mathematics. The main thesis states that the formal cause is the first principle of natural intelligibility. From a point a view even more naturalist than that adopted by Aristotle, an effort is made in order to elucidate what the form and the formal cause are, how form and matter make up just one entity, and how the sense of hylomorphism can be reinterpreted.

Key words:

Form, formal cause, reinterpretation of hylomorphism, natural intelligibility, symbolisms, natural philosophy, realist metaphysics.

¹ Département de Philosophie. Université de Strasbourg. (France)

<http://miguel.espinoza.pagesperso-orange.fr>
miguel.espinoza@orange.fr

1.- La causa formal y la filosofía natural

La causa formal pertenece a la filosofía natural, y pienso que la filosofía natural presupone estos tres principios: primero, el mundo es inteligible; segundo, el mundo es inteligible porque la razón existe en las cosas antes de ser humana; y tercero, el intelecto es capaz de captar al menos una parte de la razón de las cosas porque el intelecto es un sistema natural emergente construido, esencialmente, con los mismos mecanismos que la naturaleza utiliza en otros sectores. De estos principios se sigue que la pregunta que hay que plantearse no es: de qué manera la ciencia le da sentido al mundo, como si la inteligibilidad fuera un regalo que el hombre le hace a la naturaleza, sino de qué manera al menos una parte de la significación natural llega a ser consciente. ¿Por qué la naturaleza no tendría en ella misma los principios de su comprensión?

¿Qué queda actualmente de la filosofía natural? Casi nada, porque muchos de nuestros contemporáneos se satisfacen con una ciencia no explicativa y desmigajadora de lo real, como si el mundo fuera una multiplicidad amorfa, desprovista de razón. Por eso retomo ideas antiguas, hoy olvidadas.

¿Y qué interés tiene la renovación, o la reinterpretación científica de la causa formal? Contribuir a la restauración de la explicación. El valor filosófico de la ciencia está reducido porque según el modelo deductivo y nomológico de la explicación, que es el más comúnmente utilizado hoy, se requiere que el fenómeno que se va a explicar sea deducido de al menos una ley, pero a esta ley no se le imponen condiciones estrictas de inteligibilidad, no se le exige que exponga un mecanismo causal, por lo que hay explicaciones que heredan la oscuridad de las leyes que las componen. Pero eso no es todo: el valor de la explicación científica está reducido por el uso abusivo de la navaja de Occam, que no sólo guillotina las causas formales y finales, sino que intenta borrar toda traza de causalidad. Según los positivistas, ¿para qué perderse en los laberintos metafísicos de la causalidad si expresiones como «las mismas causas producen los mismos efectos» o «Ablata causa tollitur effectus» (si se saca la causa, el efecto desaparecerá) equivalen a afirmar que cada vez que un evento de tal tipo se produce, va acompañado del evento de tal otro tipo? Se considera que la causalidad es una categoría del sentido común y del lenguaje natural, pero dispensable en ciencia porque el rol de la ciencia ya no sería darnos una imagen del mundo coherente con las evidencias del sentido común, sino simplemente producir fórmulas predictivas, recetas que funcionen. Y para eso las leyes funcionales — que describen cómo ciertos fenómenos varían juntos — bastan: no hay necesidad de leyes causales. De hecho, es legítimo que la física, en tanto que instrumento de medida y de cálculo, en tanto que actividad práctica, omita la causalidad; en este sentido la omisión no es un error sino un análisis incompleto de los fenómenos. Por eso el aspecto crítico de esta reflexión está dirigido no contra la ciencia calculadora y empírica como tal, sino contra la pretensión de algunos científicos o filósofos de considerar esta ciencia como una visión completa de las cosas, es decir, como una metafísica o filosofía natural. La omisión de la causalidad es inadmisiblesi la física calculadora se erige en filosofía natural o metafísica.

| La explicación científica, en particular en la forma que tiene en la ciencia experimental, es sólo una parte de lo que el sentido común y la filosofía natural llaman «explicación». Hay en ciencia una tendencia a sacrificar la comprensión a la intervención. El pragmatismo científico y filosófico es la tendencia a actuar sin comprender, así como el positivismo es la tendencia a conocer sin entender. Si un formalismo matemático-científico es incapaz de representar una relación causal cualitativa como ésta: «la visión es el objetivo de la multiplicidad de procesos de órdenes diferentes que conducen a la formación del

sistema visual», entonces tiene que reconocerse el carácter incompleto del formalismo matemático-científico y apreciarse, sobre este punto, lo indispensable del lenguaje natural causal. El pragmatismo, el culto moderno de la eficacia, explica el caso exagerado que se hace de las matemáticas, en desmedro del buen sentido y de las categorías del lenguaje natural. Un ejemplo nítido es la singularidad del Big Bang: el universo sustancial habría salido de una nada, de un punto-instante matemático de creación. Hay que tener una gran fe en el poder metafísico de las matemáticas para dar crédito a esta historia.

La renovación de la filosofía natural tendrá necesariamente que examinar el problema del simbolismo, tratando de poner las matemáticas en su lugar y restaurando el valor innegable, en tanto que vía de conocimiento de la naturaleza, del lenguaje natural (como lo hizo, por ejemplo, Aristóteles) constituido semánticamente de analogías y metáforas, que son puentes conscientes o inconscientes entre el mundo externo y el sujeto. Se dirá probablemente que el lenguaje natural con sus conceptos de origen mítico y poético está lejos de ser idóneo en búsqueda de un conocimiento objetivo. Efectivamente, hay que hacer prueba de espíritu crítico para corregir los errores. Pero por otra parte no hay que olvidar que el ser humano es un sistema natural, que la imaginación y sus simbolismos tienen dimensiones naturales, que presentan las huellas de lo real, y que, en consecuencia, las imágenes y conceptos antropomórficos no deberían ser descartados sin más, por principio («El hombre. ¿No sería él la respuesta paradigmática a todos los enigmas?») Respuesta de Edipo al enigma de la Esfinge).

Contrariamente a la opinión científicista, no se ve por qué todo intento de conocimiento debería inclinarse ante la ciencia empírica, ante la dictadura de la visión, así como tampoco se ve por qué habría que dejar que la ciencia tenga el monopolio del conocimiento y de la razón. Identificar la lista de cosas que existen con la lista de cosas accesibles a nuestros métodos, es cometer lo que yo he llamado, según los casos, «la falacia de la representación» o «la falacia de la intervención», el error que consiste en confundir lo real con nuestro conocimiento o con nuestra manipulación de lo real. En su amplitud, en la riqueza de aspectos de los objetos concretos que lo componen, el mundo no equivale ni a nuestra experiencia sensible inmediata, ni a nuestras intervenciones, ni a nuestras categorías, ni a nuestros simbolismos. Lo que no quiere decir que el realismo es imposible, sino que es parcial. Cuando algo se muestra idéntico se haga lo que se haga, cuando hay invariantes, cuando algo es considerado como tal por la vida biológica (por ejemplo, el alimento que efectivamente nos nutre, las parejas mediante las cuales algunas especies aseguran su reproducción), cuando algo actúa como causa, cuando algo es afectado por causas, al menos en esos casos — evidentemente, esta lista de criterios de realidad no está completa — entonces tenemos el derecho de afirmar que hemos captado elementos de la realidad. Pero esos elementos no agotan lo real: desde nuestra perspectiva animal y humana captamos parte de lo real en sí, pero no todo lo real en sí.

Con la excepción del atomismo de Demócrito, la ausencia del concepto de forma es el defecto más grave del atomismo, y más generalmente, de la ciencia actual. Por ejemplo, existen hoy gruesos volúmenes sobre la autoorganización en los sistemas biológicos donde no aparece la forma en el índice analítico, y por supuesto la causalidad no aparece en los textos de física. Sin la causalidad en general, y sin la causa formal en particular, no queda sino el recurso al azar, al movimiento espontáneo, al choque aleatorio de las partículas, a los encuentros fortuitos de los genes, al carácter somero de la evolución o a las regularidades estadísticas — como si estos procesos, considerados arbitrarios y sin fundamento racional, fueran procesos últimos. Nótese que está de moda, en todas las

escalas y en los medios científicos y filosóficos, considerar que las leyes describen sólo regularidades estadísticas. En una cosmogonía como la de Peirce, que pone el azar entre sus principios, se concibe una tendencia originaria hacia la formación de hábitos, de regularidades o de leyes, lo que encierra una contradicción patente: ¿cómo entender que esta tendencia exista por azar, y por qué milagro la tendencia que se forma por azar mantiene una cierta estabilidad en vez de disolverse rápida y espontáneamente en el azar que la vio nacer? Algunos afirman, correctamente, que la carga de la prueba recae en el causalismo, pero con una curiosa falta de lucidez y con una lógica cuyas reglas se me escapan, concluyen, como Karl Popper, que es eso un argumento contra la causalidad, siendo que la historia enseña que la ciencia ha progresado, teórica y empíricamente, gracias precisamente a la búsqueda de causalidad. Esta búsqueda es un motor de conocimiento y de comprensión, lo que contrasta con la pereza explicativa de quien se satisface con las estadísticas, con el azar o con alguna divinidad.

Hay que pensar más bien que la causalidad es una categoría última. Por eso una teoría de la causalidad sólo puede ser rechazada en virtud de otra teoría de la causalidad, así como sólo se puede rechazar una metafísica oponiéndole otra, consciente o inconscientemente. No falta hoy la prestidigitación lógico-lingüística con la que se quiere hacer creer que la causalidad no es real. Lanzar contra la causalidad la sospecha de que es sólo una ilusión es una objeción cómoda: cuesta resistir a la tentación de tratar de ilusorio lo que resulta difícil entender. Y aunque la causalidad fuera una ilusión, habría que explicar la ilusión, y aquí se encontraría no un problema, sino una acumulación de absurdidades.

Explicar es satisfacer dos exigencias: primero, mostrar cómo lo actual emerge gracias a una materia y a un mecanismo subyacentes que imponen condiciones estrictas al desarrollo del fenómeno, pero que no lo determinan completamente; segundo, explicar es mostrar que lo que ocurre sigue algún principio, identificable con una causa formal, coherente con las condiciones impuestas por la materia y los mecanismos subyacentes, principio formal que da sentido al devenir. Este segundo aspecto de la explicación sigue el principio aristotélico según el cual la naturaleza no hace nada en vano y significa mostrar, en términos modernos, el carácter óptimo o casi óptimo del devenir en términos de búsqueda de orden, de estabilidad o de simetría.

En una palabra, explicar es tener conciencia de la necesidad, darse cuenta de que las cosas no pueden ocurrir de otra manera. Yo presento esta definición, al mismo tiempo, como criterio de científicidad. La multiplicidad de aspectos de la ciencia no permite que haya un criterio único de científicidad, pero esta condición — la búsqueda de necesidad — es la marca principal. Si se afirma que la ciencia explica, o, al contrario, que no explica, en ambos casos hay una metafísica presupuesta, y si nos parece que el mundo es explicable, entonces hay que alojar este pensamiento en una metafísica realista. Entiendo por metafísica el conjunto de principios más generales subyacentes a los fenómenos que dan cuenta de la inteligibilidad natural, y entiendo por realismo la doctrina según la cual existe una realidad independiente de nuestras facultades, realidad en sí que es, sin embargo, local y parcialmente conocible. La gran alternativa que enfrentamos al tratar el problema de la explicación es: o la metafísica realista, en la cual se sumerge el determinismo causal, o el escepticismo en alguna de sus múltiples caras.

2.- Teoría de la forma y de la causa formal

Adentrémonos ahora en la teoría de la forma. Para Aristóteles las causas son principios explicativos y por eso no son reducibles a la concepción privilegiada por los

modernos según la cual sólo es causa un poder físico, una fuerza eficiente que precede al efecto. La causa eficiente o motriz satisface sólo a una de las cuatro preguntas que hay que responder para tener una comprensión satisfactoria, ¿por intermedio de qué agente se produce una cosa? Pero hay otras tres preguntas pertinentes: ¿qué es esa cosa?, ¿de qué está hecha? y ¿cuál es su finalidad? La respuesta a esta última pregunta es la causa final; lo que satisface a la pregunta ¿de qué está hecha la cosa? es la causa material, la permanencia del sustrato, y la causa formal responde a la pregunta por la esencia: ¿qué es esa cosa? La razón de la selección de estas cuatro causas es que son las principales contribuyentes a la producción de algo.

Al dar una acogida favorable a la doctrina de las cuatro causas, reconozco la raíz aristotélica de esta reflexión, pero esta inspiración es solamente parcial: comparto con Aristóteles la idea de que la materia aspira a la forma y a la finalidad, pero por otra parte, no comparto su opinión de que existe algo eterno, inmóvil y separado de lo sensible. Pienso, en efecto, que toda existencia exige un sustrato material. En una palabra, mi actitud es más natural que aquella de Aristóteles, como lo fue aquella de Alejandro de Afrodisia, quien se esforzó por desvincularse de las tendencias místicas y espiritualistas que en su tiempo empezaban a adquirir cada vez mayor presencia. El objeto de estas aclaraciones es subrayar el interés científico de la causa formal y luchar contra el abuso extracientífico que se hace a veces de la forma.

Mi tesis principal es que la causa formal es el primer principio de la inteligibilidad natural. Propongo inmediatamente una manera concisa de explicar esta afirmación, la cual será seguida de una justificación más elaborada. Notemos que aunque existen cuatro causas, en el sistema hilemórfico la materia es sólo potencia, una tendencia hacia la forma. Luego la causa eficiente, como la materia bruta, produciría accidentes y no tendría sentido sin la orientación de las causas formales y finales. Y la causa final, por una parte, es en muchos casos asimilada por la causa formal — lo que no es extraño porque la forma y la finalidad son dos aspectos de un mismo hecho — y por otra parte, la importancia relativa de la causa final es desigual: es indispensable en la comprensión de la materia viva, y desdeñable en la materia inerte, lo que contrasta con el peso explicativo equilibrado de la causa formal. Ahora bien, de manera más elaborada, trataré de justificar la idea de que la causa formal es el primer principio de la inteligibilidad natural en tres tiempos: definiré primero qué son la forma y la causa formal; luego pasaré a describir el modo de presencia de la causa formal unida a la materia, y en tercer lugar, mostraré de qué manera el hilemorfismo y la ciencia pueden interactuar en beneficio mutuo.

3. Definición de la forma

La materia, para Aristóteles, no es un conjunto de átomos, aunque en la división de cada clase de cosa se llega a un mínimo más allá del cual el ser desaparece. Pero estos mínimos, indispensables para entender las relaciones que la materia tiene con la materia como se ve en química, no son todos idénticos ni tienen una existencia independiente como los átomos. La propiedad notable de la materia aristotélica es ser una potencia indeterminada de adquisición de una forma, y la forma está necesariamente en acto. Se distinguen dos conceptos de materia, la materia prima y la materia segunda. La materia prima es una potencia última, detrás de ella no hay nada. Es una realidad sumamente abstracta y neutra que, por ser continua, no resulta absurdo compararla a la extensión cartesiana, a un continuum geométrico, o al espaciotiempo. En tanto que continuum extensivo desprovisto de forma, la materia prima no es conocible. Sin forma no hay

conocimiento. En cambio la materia segunda, como la madera o un metal, al estar ya actualizada por una forma, se identifica a la forma, tiene una determinación y es, por eso, conocible.

«Forma» es una de las significaciones de «Eidos», una de las palabras griegas de más rica significación, y aunque su multivocidad tiende a reducirse en los textos filosóficos, el término «forma» mantiene en Aristóteles dos de sus aspectos, el intelectual y el figurativo. La forma-figura es la expresión externa de la forma-eidos o de la forma-esencia. Como el eidos y la figura son dos aspectos de una misma cosa porque no hay esencias independientes de la figura delineada por los cambios de fase de la materia, al analizar la forma en tanto que esencia o en tanto que figura tratamos un problema único.

Cada científico o filósofo que según sus problemas, su contexto y su habilidad se ha ocupado de la forma, ha desarrollado sólo algunos de sus aspectos. La reunión de propiedades que presento a continuación está justificada por la historia de la ciencia y permite definir la forma. Al construir esta lista, he tenido en cuenta especialmente la contribución de cada componente a la inteligibilidad de la naturaleza.

- En primer lugar, la forma es lo que determina una sustancia; es la propiedad notable descrita por la definición de la esencia de la cosa. Por ejemplo, el hombre es un animal racional.
- En segundo lugar, la forma es la geometría de la materia. La forma es una característica geométrica de los seres naturales y de los artefactos. Existe la esfericidad de una naranja, la forma de cono trunco de un volcán, y muchas veces la materia tiende a la simetría: por ejemplo la mayoría de los organismos multicelulares exhiben alguna forma de simetría, radial o bilateral.
- En tercer lugar, la forma depende de las propiedades intrínsecas del espacio en el cual está inmersa: el espacio le impone sus propiedades. Si se toma un disco de arcilla mojada y si se adelgaza su centro presionándolo con los dedos, la superficie del centro crece más rápidamente que la periferia y el disco se encorva formando un tazón.
- En cuarto lugar, la forma, concebida geoméricamente en un espacio inteligible como objeto perfecto, sin materia sensible, desprovista de movimiento, se obtiene por separación intelectual, lo que muestra que hay una continuidad de la sensación al entendimiento. La esfericidad irregular de una pompa de jabón captada por los sentidos, llega a ser la esfera definida en el espacio euclídeo tridimensional.
- En quinto lugar, la forma real es estructuralmente estable. La estructura espacial del [estuario](#) creado por el [Río Paraná](#) y el [Río Uruguay](#) constituida por las fronteras entre la tierra, el agua, las riberas y el aire, estructura que le da una unidad de conexión, hace que el Río de la Plata sea reconocible a pesar de que las moléculas de agua ya no sean las mismas. Gracias a las estructuras espaciales dotadas de una cierta insensibilidad a las perturbaciones nuestro mundo no es caótico sino descriptible.
- Se sigue entonces, en sexto lugar, que la forma es un centro organizador, un principio director o formador de los elementos componentes, un otorgador de orden responsable del arreglo de las partículas, una figura de regulación de un proceso.
- En séptimo lugar, porque la forma no se agota cuando especifica algo, es un universal, una clase de equivalencia entre objetos concretos. Su existencia no depende del trozo particular de materia en que se encuentra en un momento dado. Hay una multiplicidad de naranjas y de otros objetos esféricos. Sin formas universales, no habría analogía, no

habría manera de resumir las multiplicidades; en una palabra, no habría explicación ni ciencia.

- En octavo lugar, en biología, y en parte como ocurre con las matrioshkas, las muñecas rusas, las formas pueden estar unas en otras. La forma es una especie con respecto a los seres individuales y un género con respecto a las especies, y así sucesivamente. Por ejemplo, las [almejas](#), los [caracoles](#) y los [pulpos](#) se agrupan, junto a otras 100.000 especies vivientes, en el filo [Mollusca](#) al presentar un [plan básico de organización común](#).
- En noveno lugar, la forma es una organización: esto significa que la estructura cumple una función — es su aspecto de causa final. En los seres naturales tanto vivos como inertes, entre la forma y la finalidad hay una diferencia de punto de vista solamente porque el fin no es otro que la realización de la forma y porque en ellos, tanto la finalidad como la forma, son internas. En cambio en los artefactos la distinción entre la forma y el fin es real porque mientras la forma es interna la finalidad es externa. En los seres naturales, el fin es la forma que no está aún realizada. La causa formal y la causa final son interdependientes. Una forma no sería lo que es si su finalidad fuera distinta de la finalidad vinculada a ella, y una cosa no cumpliría su finalidad si no tuviera la forma-idea y la forma-figura que tiene. Pensemos, por ejemplo, en la adaptación mutua entre la boca del recién nacido y el seno de la madre. Propongo el siguiente criterio: si hay seres que tienden hacia un estado futuro, si en un proceso hay proporciones bien tomadas, convergencia y armonía de series causales independientes aptas a la producción de ciertos efectos, entonces hay finalidad. La presencia de la forma-finalidad es evidente sobre todo en los organismos y en los órganos que componen los organismos, y por eso se trata de una teleología natural, immanente y la mayoría de las veces inconsciente.
- Finalmente, que la forma sea organización y causa final significa que la forma no es idéntica a la suma de sus partes. En un sistema organizado los componentes no son elementos estáticos mutuamente indiferentes sino que, al contrario, se toman en cuenta y establecen relaciones dinámicas, una jerarquía, una unidad en la multiplicidad que constituye un poder director. Por ejemplo, sin la idea de forma-finalidad, no se entiende la acción de los elementos que trabajan para construir el epitelio que impide al estómago autodigerirse porque sirve de protección contra las sustancias ingeridas, contra el ácido estomacal y contra las [enzimas](#) gástricas. En este género de procesos, numerosas causas motrices son coordinadas y canalizadas para obtener un sistema emergente con una función específica. Ahora bien, si esto ocurriera por combinación aleatoria, entonces habría que suponer lo inverosímil: que mientras por una parte múltiples causas ciegas construyeron el estómago, por otra parte una serie independiente de causas ciegas construyó el epitelio, y que luego por un azar feliz estas dos series independientes de causas terminaron canalizándose, encontrándose y poniéndose oportunamente de acuerdo, dando así nacimiento a un estómago que no se autodigiere. La alternativa salta a la vista: o el orden como resultado del desorden, o el orden como resultado de una materia que aspira a la forma y a la finalidad. Explicar por el azar o por el desorden es un oxímoron.

Probablemente esta lista de propiedades de la forma no es exhaustiva, pero da una descripción suficientemente precisa de ella.

4. Pertinencia y problemas del hilemorfismo

En lo que sigue retomo las ideas precedentes sobre la forma y las trato en conjunto con la causa formal, dándoles, como antes, un aspecto concreto.

Desde un punto de vista empírico, la física, la química y la biología molecular están entre las disciplinas más satisfactorias que existen, pero esta tradición tiene que reconocer que el ser vivo es una estructura organizada que no es completamente describable mediante conceptos físico-químicos exclusivamente. Esto es así porque la naturaleza de sus categorías actuales no les permite dar cuenta de todas las clases de fenómenos que nuestra experiencia revela. Los límites de los métodos experimentales no son los límites del mundo.

La estructura de los organismos no es una simple adición de elementos discretos y homogéneos puntualmente situados en el espacio y en el tiempo: es, como ya lo vimos, un todo formado por sistemas solidarios de tal manera que cada uno es lo que es gracias, en gran parte, a su relación con los otros. Una muestra de sangre revela el estado de toda la sangre; la sangre es, por decirlo así, una adición de muestras de sangre, pero la estructura de un animal es tal que una llama no está compuesta de pequeñas muestras de llama.

Ya en la física el átomo es una estructura con forma propia. Y surge inmediatamente la pregunta: ¿a partir de qué nivel de emergencia es legítimo afirmar que la estructura, el todo, es más que la suma de sus partes? Si el todo organizado presupone la interacción de varios elementos, se requieren al menos dos. Así un problema importante, tanto para el hilemorfismo como para el atomismo, es saber si hay, efectivamente, componentes últimos del universo mutuamente independientes. Si no los hay, entonces la forma existe en todo nivel físico. En todo caso — y yo quisiera llamar la atención sobre este hecho — desde el punto de vista de la causa formal hay una continuidad entre lo inerte y lo vivo porque también en lo inerte la estructura es más que la suma de sus partes. Como prueba de esta afirmación doy al menos un ejemplo: hacia mediados del siglo XIX los cristalógrafos estuvieron impresionados al descubrir que un cristal privado de algunas de sus aristas, una vez sumergido en la disolución conveniente, reproduce las partes que le faltan, recupera su simetría y su integridad, como un reptil reproduce un miembro amputado. Al contribuir a la continuidad en el empleo de mecanismos, y por lo tanto a la unidad del mundo, la causa formal constituye la inteligibilidad de la naturaleza.

Que los mismos mecanismos de la causa formal actúen en los diferentes dominios naturales no sólo no impide la emergencia de nuevos sistemas con nuevos comportamientos sino que la favorece. Los fenómenos vitales y síquicos, aunque incluyen fenómenos físico-químicos, van más allá y presentan propiedades y relaciones de otro orden. Es posible que todo lo que existe esté hecho, en última instancia, de una misma materia prima o de una misma energía, pero con respecto a lo inerte los fenómenos vitales y síquicos constituyen una discontinuidad cualitativa como resultado de nuevas relaciones entre las partes. Aunque por el momento la noción de « emergencia de la complejidad » es más descriptiva que explicativa, sirve al menos para expresar un monismo natural que reconoce la variedad de sistemas existentes. Para fundar un monismo emergente se requiere una concepción sofisticada de la materia-energía que le reconozca una plasticidad y otros principios explicativos además de las causas motrices. Es éste uno de los contextos principales donde un hilemorfismo renovado aparece como un programa de investigación pertinente y de actualidad.

Uno de los problemas más difíciles es la explicación del devenir de los sistemas. Los atomistas de la antigüedad clásica propusieron resolverlo rompiendo el Ser inmutable y eterno de Parménides, obteniendo así los átomos, inalterables y eternos como el Ser parmenídeo, los que se combinan aleatoriamente en el vacío para formar nuevos seres. La solución de Aristóteles es diferente: el devenir de los sistemas se explica porque la materia, que es potencia, gradualmente adopta una forma, que es acto. La forma es la virtud de actuar. La tendencia de la materia a la forma implica que la materia, en su desarrollo hacia la realización de una forma, da pruebas de una cierta lucidez, presentable hoy de la manera siguiente: si la materia está compuesta de partículas subatómicas, entonces estas partículas, cuando forman parte de objetos inertes, siguen las leyes del estrato inerte, pero cuando componen un organismo vivo, siguen también las leyes de la vida, y si constituyen un animal superior, entonces están presididas además por las leyes del estrato psicológico. Y cuando nosotros pensamos con algún formalismo, entonces las partículas están guiadas también por las estructuras lingüísticas y matemáticas. Esto último implica, de paso, que el cerebro está matemáticamente formado, aunque los materialistas dicen, erróneamente, que las matemáticas son una invención del cerebro.

Una noción aristotélica importante para la explicación del devenir es la idea de que la materia es capaz de resentir una privación de la forma. La privación de algo específico le sirve a la materia para guiarse en su desarrollo hacia la forma, como la representación de una presa guía al animal hambriento hacia su víctima. Así el devenir, el movimiento, el tiempo, pertenecen a la materia, mientras que la forma que atrae como modelo queda estable.

Quisiera mencionar ahora lo que es, a mi juicio, la pregunta más importante que se ha hecho contra la explicación hilemorfista del devenir, es decir, contra la idea de que la materia aspira a la forma: ¿De qué manera la forma, la idea global está inscrita o esbozada en las partes, en las causas motrices? Por ejemplo, múltiples causas eficaces convergen en la formación del ojo, pero como el ojo completo no está en ninguna de estas causas motrices, la idea del ojo tiene que estar de alguna manera esbozada en ellas. Estamos ante un problema sumamente interesante legado por Aristóteles.

Tal vez el recurso a la ciencia moderna ayude a interpretar de una nueva manera, si no a resolver, este problema. Hoy día algunos biólogos dirían que la respuesta a la pregunta: ¿de qué manera la forma está esbozada en las causas motrices? se encuentra en la noción de programa genético. Algunos biólogos tienden a identificar la noción de información genética con la idea de forma. Pero yo no sé qué confianza se puede tener en esta identificación porque la noción de información, tal como es usada en biología, no es clara: se trata a menudo de un empleo abusivo de una metáfora antropomórfica. En todo caso el programa genético sería un conjunto muy reducido de reglas que ordenarían la combinatoria de elementos que lleva a la forma final. La embriología actual, basada en la biología molecular — ciencia que por lo demás se presenta, curiosamente, como simplemente materialista y mecanicista — enseña cómo un individuo se desarrolla paso a paso, yendo de manera continua de lo más abstracto, donde el ser adulto existe en potencia, a lo más concreto. Recordemos, de paso, que la continuidad concierne lo que está en potencia: la potencia y la continuidad son dos aspectos de un mismo modo de existir. Al comienzo, en un embrión, hay sólo un eje que define la dirección del plano de simetría y una polaridad, casi todo está aún por determinarse, por diferenciarse. Luego viene la determinación, la separación de las partes y de las funciones, partes y funciones separadas que enseguida se unen para garantizar el equilibrio animal, y finalmente se constata la

formación de un nuevo ser, lo que significa separación. La dificultad para entender esta secuencia de actos de separación y de unión en que se ve de qué manera la materia aspira a la forma contrasta con la observación corriente de que las explicaciones hilemórficas serían fáciles y estériles. Nada de eso es posible sin control, y al parecer los detalles de los mecanismos de control finalista no están hoy perfectamente conocidos.

5. La renovación científica de la causa formal

Está claro que algo tan central a la teoría de la forma, como lo es la explicación del modo en que el orden se establece en la materia, es tal vez el punto más difícil y controvertido de esta teoría, y por eso formulo de nuevo la pregunta: ¿cómo influye la causa formal?

Entre las leyes de la física hay una en particular que ejemplifica la manera en que la causa formal hace sentir su presencia: me refiero al principio de la mínima acción, una estructura formal que guía el comportamiento de algunos fenómenos, el cual en tanto que hipótesis ha permitido la obtención de conocimiento, desde los clásicos antiguos — Aristóteles, Euclides y Herón de Alejandría — hasta ahora. Se trata de la *lex parsimonia*, la suposición, ya mencionada, de que la naturaleza, según Aristóteles, no hace nada en vano, o que en su actuar, la naturaleza, dice Fermat, opera por los medios y las vías más fáciles y más cómodas. La acción mínima es uno de los principios de lo óptimo, de la tendencia natural a minimizar o a maximizar una extensión o una magnitud de algo, una distancia, el tiempo o la acción. La historia de esta idea está llena de avatares, de pasos en falso y de correcciones, de períodos de gloria y de rechazo, pero no ha sido abandonada completamente ni por los físicos ni por los matemáticos.

Es pertinente preguntarse si los principios de lo óptimo presiden también el comportamiento de los sistemas más sofisticados, por ejemplo los fenómenos humanos, como el acto libre. Lo que hacemos, lo hacemos consciente o inconscientemente en vistas de un fin, el que tratamos de alcanzar de la manera más eficaz. Si nosotros estamos aquí ahora, es porque estuvimos determinados por un número infinito de causas de clases diferentes, reunidas por una causa final óptima dadas las circunstancias. Y para venir a este lugar, los que no alojamos en este hotel teníamos varios caminos posibles y varias maneras de venir, y elegimos lo óptimo, condicionados o restringidos por un determinismo causal en función de un fin.

El fin, en tanto que magnitud óptima, es una estructura matematizable que pertenece al cálculo de variaciones, y en consecuencia habría que hablar de causa formal más bien que de causa final. Esta aclaración significa solamente un cambio de énfasis en la descripción porque, como se recordará, la causa formal y la causa final son interdependientes, son dos aspectos de un mismo hecho. La causa formal, en tanto que formalismo matemático considerado como explicación de los fenómenos, asimila la finalidad y la eficacia. Los formalismos matemáticos dejan de lado el tiempo y no conservan necesariamente la dirección temporal que los modernos imponen a la causalidad. En un formalismo, y gracias a las operaciones matemáticas, es posible que ningún componente sea necesariamente anterior, simultáneo o posterior a los otros; no hay necesariamente una referencia a una causa motriz que produzca un fenómeno en función de un fin por venir.

El hecho de que una estructura matemática explicativa sea una causa formal como yo lo propongo, no significa efectuar un cambio semántico en la noción de causa formal con relación a Aristóteles porque entre los ejemplos principales de causa formal dados por

el maestro están las proporciones matemáticas. Luego la consideración de que los fenómenos están matemáticamente estructurados tampoco es un desliz con respecto a Aristóteles porque para el filósofo las propiedades matemáticas de base existen primero en la naturaleza sensible antes de existir conceptualmente en el intelecto en tanto que seres ideales, o en tanto que abstracciones de abstracciones. Esencialmente las matemáticas están en la naturaleza, estructuran también nuestro cerebro y llegan a ser intelectuales gracias a la actividad del intelecto. Luego al aplicar las matemáticas al mundo sensible se completa el círculo. Por eso la aplicación de las matemáticas al mundo sensible no es un milagro ni un equipaje superfluo del cual habría que deshacerse lo antes posible, sino un hecho necesario que cabía esperar. En consecuencia, una contribución importante que el físico pudiera hacer a nuestro problema — cómo actúa la causa formal — consistiría en mostrar cómo los eventos están estructurados o modelados por formas matemáticas óptimas.

En la naturaleza abundan los ejemplos de optimización, y los ingenieros se fascinan, con conocimiento de causa, al constatar que entre las formas posibles que un objeto natural puede adquirir dadas tales y cuales condiciones y tal objetivo, a menudo la forma hacia la cual se tiende es una forma óptima o subóptima. Los biólogos evolucionistas enseñan que la naturaleza, al parecer casi sin ensayo, produjo animales cuadrúpedos cuya simetría los hace estables y más o menos aptos para correr según su modo de alimentación, el cual, a su vez, está determinado por el aparato digestivo de cada especie animal. La esfera es la figura geométrica que para igual volumen presenta la superficie externa menor, y por eso no es raro que sea una de las formas naturales más corrientes. La forma de una pompa de jabón resulta de una condición de extremalidad que minimiza la superficie y por lo tanto las fuerzas de tensión superficiales. Los objetos naturales esféricos serían geoméricamente perfectos, si no fuera por la acción de la multiplicidad de causas accidentales. De las 300 variedades de naranja que se conocen hoy, algunas son más redondas que otras dependiendo de las condiciones locales de cultivo.

De entre los numerosos ejemplos que se pueden dar de la reinterpretación científica de la causa formal he elegido mencionar ahora la física relativista. Y al hacerlo no me alejo de los principios de optimización ni del principio de acción mínima. En efecto, la acción ocupa un lugar central en la teoría general de la relatividad donde, junto a la entropía, es más fundamental que la masa, la fuerza y la energía porque es invariante con respecto a las transformaciones de coordenadas y de calibración. Pero la razón principal de esta elección es lo vasto de su aplicación: la física relativista es presentable como la causa formal del universo. A favor de esta afirmación habría que mencionar, en primer lugar, el éxito en la búsqueda de maneras de mostrar la identidad de la materia con la extensión estructurada en las interacciones gravitacionales, y en segundo lugar, el hecho de que estas interacciones sean explicadas por una geometría empírica. Se muestra que la estructura tiene una influencia en el curso de los eventos físicos, y contrariamente a lo que ocurre en otras teorías de la física contemporánea, en la física relativista las matemáticas tienen un alcance real, como es el caso en la física clásica. Así la materia, al conformarse a la geometría del espaciotiempo, y tal como lo postula el hilemorfismo, no tiene necesidad de un elemento externo para ordenarse. En suma, en teoría general de la relatividad se puede afirmar, según el punto de vista, o bien que la materia se formaliza o se geometriza, o bien que la forma o la geometría se materializa puesto que la forma es inmanente a la materia y a su movimiento.

Las propiedades topológicas de la estructura del mundo tienen relaciones estrechas con la materia. El movimiento de los cuerpos está determinado por la curvatura del

espaciotiempo de la región que atraviesan, y a la vez la presencia de la materia influye sobre la estructura del espaciotiempo, lo que sin embargo deja invariantes las propiedades topológicas. Esta observación me permite trazar la siguiente analogía: así como en la física aristotélica la forma es la esencia inteligible, la idea que guía la actividad natural, así de acuerdo a la física relativista, la estructura del mundo ordena un vasto dominio de leyes y fenómenos, como la inercia y la propagación de las ondas.

Pero desde Mach y Einstein, la pregunta se repite: ¿es el movimiento de la materia algo secundario y derivado con respecto a la curvatura del espaciotiempo, como lo llegó a pensar Einstein, o está el espaciotiempo engendrado por la materia y la radiación, como lo pensaba Mach? (Recordemos, de paso, que en lo concerniente a la prioridad de la materia-sustancia con respecto al espacio, es Mach quien está junto a Aristóteles porque para el estagirita el espacio, en tanto que lugar, es un predicado de la sustancia). Estas observaciones sobre las determinaciones recíprocas entre el espaciotiempo y la presencia de la materia son un eco lejano, pero nítido, de la interdependencia hilemórfica de la materia y de la forma. Y el hecho de que la interrogación sobre la prioridad real entre la materia-radiación y el espacio-forma siga abierta, renueva, en una escala física y universal, un problema fundamental del hilemorfismo.

Como los antiguos que pensaban directamente el mundo teniendo confianza en nuestros símbolos, así los físicos relativistas no se dejan frenar por escrúpulos escépticos y les parece tener un atisbo de la esencia del universo, es decir, de su forma. Se presupone que la estructura del razonamiento, la jerarquía de las proposiciones refleja la estructura del mundo. De acuerdo con esta convicción, se puede progresar de la esencia a la existencia. Por eso no es raro que se vea en la teoría general de la relatividad la tentativa científica más acabada de identificación de lo real con el pensamiento: el fondo de la naturaleza sería una materia-energía de carácter algebraico-geométrico. Ante una teoría y un programa de investigación tan hermosos no quisiera ser aguafiestas, pero habría que evitar la falacia de la representación: en efecto, lo verificable se prolonga con símbolos, y así el conocimiento se transforma gradualmente en creencia.

Yo no quiero decir que la estructura matemática sea necesariamente la última palabra en cuanto a la explicación por la causa formal porque tal vez se puede iterar la pregunta: ¿por qué un fenómeno, o el mundo en su totalidad, tiene tal o cual estructura? Es aquí donde la metafísica prolonga la matemática induciendo principios últimos tales como « la naturaleza geometriza en todas partes », « la naturaleza no hace nada en vano », o « todo lo que existe se esfuerza por perseverar en su ser ».

Es hora de terminar. En la naturaleza hay seres vivos e inertes cuya inteligencia y belleza aumentan para nosotros en la medida en que nos damos cuenta de que la materia aspira a la forma y a la finalidad. El filósofo natural continúa utilizando la razón ahí donde el científico, el artista o el creyente, por restringir la ciencia a lo sensible y a lo calculable, adoptan muchas veces una actitud sobrenatural, poética o mística.

Breve bibliografía seleccionada

1. Aristote, *Physique*, edición Les Belles Lettres, París, 1990.
2. Aristote, *De la génération et de la corruption*, edición Vrin, París, 2005.
3. Aristote, *Traité d'histoire naturelle y Traité de l'âme*, traducidos por Barthélemy Saint-Hilaire, edición Paleo, 2001.
4. S. Camazine, J.-L. Deneubourg, N.R. Franks, J. Sneyd, G. Theraulaz, E. Bonabeau, *Self-Organization in Biological Systems*, Princeton y Oxford, 2001.
5. Norma E. Emerton, *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, 1984.
6. Miguel Espinoza, *Théorie de l'intelligibilité*, Ellipses, París, 1998.
7. Miguel Espinoza, *Théorie du déterminisme causal*, L'Harmattan, París, 2006.
8. Albert Farges, *Matière et forme en présence des sciences modernes*, Berche et Tralin, París, 1908.
9. Thomas Heath, *Mathematics in Aristotle*, Clarendon Press, Oxford, 1949.
10. Paul Janet, *Les causes finales*, Félix Alcan, París, 1901.
11. Jean Largeault, *Principes classiques d'interprétation de la nature*, Vrin, París, 1988.
12. Augustin Mansion, *Introduction à la physique aristotélicienne*, Louvain-la-Neuve, 1987.
13. René Thom, « *L'émergence des structures* », in *The Emergence of Complexity in Mathematics, Physics, Chemistry, and Biology*, Princeton, 1996.