

## La realidad última: átomos y vínculos sustanciales

Miguel Espinoza

Universidad de Estrasburgo

«I do not profess to know what matter is in itself, and feel no confidence in the divination of those “esprits forts” who, leading a life of vice, thought the universe must be composed of nothing but dice and billiard-balls. I wait for the men of science to tell me what matter is, in so far as they can discover it, and am not at all surprised or troubled at the abstractness and vagueness of their ultimate conceptions: how should our notions of things so remote from the scale and scope of our senses be anything but schematic? But whatever matter may be, I call it matter boldly, as I call my acquaintances Smith and Jones without knowing their secrets: whatever it may be, it must present the aspects and undergo the motions of the gross objects that fill the world». Jorge Santayana.

### Abstract

Concerning the essence of ultimate reality, the history of ideas has handed down to us four natural philosophies: atomism, hylomorphism, electromagnetism and the mathematism of spacetime. In this essay I propose some thoughts on atomism, a doctrine which has given us a good deal of substantial scientific knowledge on nature. It is as if from the beginning of rational thought biological evolution has sown in man one of the essential intuitions to understand the world, *i.e.* that every object is a compound of ultimate elements. But I do not state that a system is a whole equal to the sum of its parts, and that is why the truth of atomism is only partial and needs to be corrected and completed. Attention will be called to the fact that the main problem of an atomism aspiring to explain the natural hierarchy from ultimate components (emergentist atomism) is a lack of appreciation of the value of the relation among components. Now if there are ultimate components of the Universe, how should we imagine them or conceive of them so that natural systems be as they are? As a contribution to the answer to this question I will set up a list of the properties the ultimate components of the Universe should have – if they exist – so that nature, natural hierarchy, be as it is. .

**Key words:** Ultimate reality; Emergentist atomism; Category of relation; Substantial Chain (*Vinculum substantiale*); Natural hierarchy.

### Resumen

En lo que concierne a la realidad última, la historia del pensamiento nos ha legado cuatro filosofías naturales: el atomismo, el hilemorfismo, el electromagnetismo y el matematismo del espaciotiempo. Este artículo es una reflexión sobre la hipótesis atomista. Es a esta doctrina a la que debemos una parte sustancial del conocimiento científico de la naturaleza. Es como si desde el comienzo del pensamiento racional la evolución biológica hubiera plantado en el hombre una de las intuiciones indispensables para entender el mundo, a saber, que todo objeto es un compuesto de elementos últimos. Pero no afirmo que un sistema sea un todo igual a la suma de sus partes, y por eso la verdad del atomismo es sólo parcial y tiene que ser corregida y completada. Haré notar que el problema principal del atomismo que aspira a explicar la jerarquía natural a partir de los últimos componentes del Universo (atomismo emergentista) es una falta de apreciación del valor de la relación entre los componentes. Ahora bien, si existen últimos componentes del Universo ¿cómo hay que imaginarlos o concebirllos para que los sistemas naturales sean como son? Para contribuir a la respuesta estableceré una lista de las propiedades que tendrían que tener los últimos componentes, si existieran, para que la naturaleza, la jerarquía natural, sea como es.

**Palabras-clave:** Realidad última; Atomismo emergentista; Categoría de relación; Vínculo sustancial (*Vinculum substantiale*); Jerarquía natural.



## La realidad última: átomos y vínculos sustanciales

Miguel Espinoza  
*Universidad de Estrasburgo*

### Introducción

Existe en filosofía en general y en filosofía de la naturaleza en particular una convergencia de puntos de vista y de razonamientos mayor de la que se tiende a suponer, y finalmente las grandes opciones no son numerosas. En lo que concierne a la realidad última, la historia del pensamiento nos ha legado cuatro filosofías naturales: el atomismo, el hilemorfismo, el electromagnetismo y el matematismo del espaciotiempo. Es la hipótesis atomista la que nos ocupará esta vez. Es a ella a la que debemos la mayor parte del conocimiento científico de la naturaleza. Es como si desde el comienzo del pensamiento racional en las diferentes civilizaciones, y no sólo en la Antigüedad Clásica Occidental, la evolución natural hubiera plantado en el ser humano una de las intuiciones indispensables para entender el mundo, a saber, que todo objeto es un compuesto de elementos. Sin embargo, no afirmo que un cuerpo, un sistema, sea sólo un compuesto de elementos donde el todo sería igual a la suma de sus partes. Por eso la verdad del atomismo es sólo parcial y tiene que ser completada, pero la historia del pensamiento ha mostrado que hay en él una parte definitiva de la verdad sobre el mundo. En efecto, uno de los resultados ontológicos más significativos de la física y de la química es que los cuerpos están compuestos de partes cada vez más pequeñas, alcanzando magnitudes espaciales y temporales extremadamente diminutas. Llevando al límite este procedimiento analítico, no parece insensato especular que hay, tal vez, últimos componentes del Universo.

Recordemos que la física relativista y la física de partículas elementales han revelado que la materia es capaz de efectuar transformaciones extremas. Según la teoría especial de la relatividad, la masa y la energía son mutuamente transmutables. Por su parte, la física de partículas elementales, gracias a las observaciones permitidas por los grandes aceleradores, muestra también que el fondo de la naturaleza no está hecho de entidades irreducibles sino que en él proliferan sistemas de entidades que se transmutan con gran rapidez. Hay partículas que pueden ser creadas a partir de la energía o desaparecer en energía. Así, la física reciente nos hace pensar que si hay últimos componentes del Universo, éstos no son fragmentos indestructibles de materia, no son sustancias en el sentido clásico en que los átomos han sido vistos como sustancias.

Ahora bien, si lo que desaparece en la transformación de una partícula se encuentra en otra partícula, si la materia se transforma en energía, entonces es pensable —aunque aquí las opiniones de los físicos divergen— que tales transformaciones son posibles porque existe un sustrato sustancial, una materia o energía universal, sustrato que se conserva invariante, ocurra lo que ocurra. Y entonces nuestra pregunta se itera: ¿es esta materia o energía universal de naturaleza atómica? Considerando que el terreno es fisicometafísico, y puesto que los límites de la experimentación no son los límites de la naturaleza, no hay, y nunca habrá, una verificación empírica determinante ni a favor ni en contra de la hipótesis según la cual existen últimos componentes del Universo de esencia atómica.

El problema que propongo es el siguiente: si existen átomos en tanto que últimos componentes del Universo entonces ¿cómo tienen que ser, cómo hay que imaginarlos o concebirlos de tal manera que los sistemas naturales, sea cual sea su nivel de emergencia, tengan las propiedades y comportamientos que manifiestan?

En primer lugar, daré una definición genérica del atomismo y continuaré indicando una serie de aporías que afecta a toda concepción atomista. Luego haré notar que el problema principal del atomismo emergentista, es decir, del atomismo que aspira a explicar la jerarquía natural a partir de los últimos componentes del Universo, es una falta de apreciación del valor de la forma de las cosas, es decir, de la relación entre los componentes. Finalmente, estableceré una lista de las propiedades que tendrían que tener los últimos componentes, si existieran, para que la naturaleza, la jerarquía natural, sea como es.

## 1. Principios de la doctrina atomista

Defino el atomismo mediante los cinco principios siguientes, invariantes en toda doctrina atomista. Estos principios están ontológica y lógicamente vinculados entre ellos:

El primer principio de la tradición atomista es un axioma ontológico: afirma la existencia de últimos componentes discretos del Universo. En la Antigüedad Clásica la razón fue dada por Leucipo y Demócrito: (I) el devenir de las cosas es inexplicable si no se aprehende la sustancia, es decir, lo invariable, lo idéntico, lo eterno detrás de lo variable, diverso y efímero. (II) Dado que las sensaciones como lo rojo, lo caliente y lo dulce, por ser variables, no son sustancias, (III) la única cualidad sustancial de la materia que le quedó a los primeros atomistas fue la ocupación del espacio, la extensión. Ahora bien, (IV) es inconcebible que la materia extensa que ocupa el espacio sea divisible al infinito porque en ese caso desaparecería, lo que es absurdo. (V) Se sigue necesariamente que todas las cosas están compuestas, en última instancia, por una multiplicidad de elementos últimos – detrás de ellos no hay nada.

El segundo principio de la tradición atomista es un axioma racional que implica una exigencia ontológica: se trata de la conservación de la sustancia, la idea de que aunque en todo devenir algo cambia, también algo queda, porque “nada sale de la nada... ni desaparece en la nada” (Lucrecio). Lo que queda a través del devenir, sea cual sea su naturaleza, son siempre los últimos componentes en un nuevo arreglo. En efecto, si hubiera creación y aniquilación en sentido estricto, no habría orden natural, el principio de causalidad sería inoperante, no sabríamos a qué atenernos y el conocimiento sería imposible.

El tercer axioma de la tradición atomista afirma la emergencia de sistemas: los últimos componentes del Universo se unen y se separan repetidamente, separaciones que explican la degradación o desaparición de las cosas en tanto que unidades complejas, como le ocurre al hombre cuando muere, y nuevas uniones de los últimos componentes formando nuevos sistemas que pueden ser cada vez más complejos, sistemas susceptibles de desarrollar nuevas propiedades y nuevos comportamientos presididos por leyes emergentes.

El cuarto principio es un razonamiento de una importancia metafísica tan grande, que él solo basta para darse cuenta de que el atomismo no puede ser toda la verdad acerca de la realidad última que entra en la composición de los sistemas naturales. Lo expongo así: si sólo los últimos componentes de las cosas son sustanciales, entonces se

sigue necesariamente que toda otra cosa, todo lo compuesto por átomos, es sólo un epifenómeno y no una verdadera realidad.

El quinto y último principio estipula que no hay devenir, que no hay cambio, movimiento ni modificación de ninguna clase sin que haya un desplazamiento de átomos. Se trata, en particular, de la mejor definición del atomismo mecanicista y materialista: se afirma que nada en absoluto puede ocurrir, por ejemplo, ninguna actividad inorgánica, vital o psíquica, sin desplazamiento atómico.

Desde un punto de vista atomista, sin estos axiomas hay que abandonar toda esperanza de comprensión racional del mundo. Los principios que acabo de enumerar definen todo atomismo, pero existen varias especies de él según la naturaleza de los átomos considerados. Repasemos brevemente las especies principales.

## 2. Especies de atomismo

(I) Los átomos de Leucipo y de Demócrito tenían sólo dos propiedades, una forma geométrica completada por un gancho para facilitar la unión, y un peso que los hacía caer paralelamente hacia la tierra.

(II) Al comienzo de la Edad Moderna se planteó el problema de la relación entre los átomos y las matemáticas. Para algunos los átomos eran de naturaleza matemática, para otros, había que separarlos nítidamente de las matemáticas. Newton atribuyó a los átomos dos propiedades, la solidez —eran partículas mínimas ultrasólidas, razón por la cual no se podían dividir— y la sensibilidad a la gravitación, razón por la cual, por ejemplo, la luz, siendo atómica, debía desplazarse más rápidamente en un medio denso que en uno transparente.

(III) Boscović, en cambio, vio los átomos como centros de fuerza, puntos desde donde emanaban y hasta donde se dirigían los otros átomos. Al encabezar la ontología con los centros de fuerza y no con la materia, esta concepción se encuentra en la base de todas las ontologías menos materialistas (o más espiritualistas, si se prefiere) posteriores —piénsese, por ejemplo, en la monadología leibniziana.

(IV) Según la monadología, los últimos componentes del Universo son psíquicos. Por eso, en lugar de un atomismo materialista se obtiene un atomismo panpsiquista, y así como el materialismo llega a ser gradualmente incapaz de explicar lo menos material, así, inversamente, el panpsiquismo llega a ser gradualmente incapaz de explicar lo menos psíquico.

(V) Las partículas de la física contemporánea son electromagnéticas y en su concepción se abandonan varias de las propiedades de las partículas de la física clásica. Por ejemplo, al tener las partículas de la física cuántica un comportamiento corpuscular y ondulatorio, ya no están puntualmente situadas en el espacio y en el tiempo. No son cerradas como las mónadas y son interiormente afectadas por el campo en que están, y modifican, a su vez, el campo en que están.

(VI) Los átomos de Whitehead, concebidos como ínfimos organismos y no como corpúsculos materiales, retoman las propiedades notables de apertura, de sensibilidad al entorno y la ausencia de localización puntual en el espacio y en el tiempo de las partículas según la concepción electromagnética. Pero eso no es todo: además, como las mónadas, los átomos whiteheadianos son, al menos en parte, entidades psíquicas, “gotas de experiencia”,

átomos de duración más que átomos de extensión espacial (esta mezcla de algunas propiedades de las partículas de la física contemporánea y de algunas propiedades de la monadología hace que no basta con enunciar la concepción de Whitehead para que sea entendible).

Cada concepción atomista tiene ventajas y desventajas en función de lo que se quiere explicar. Ahora bien, desde el punto de vista de nuestro problema —la explicación de la jerarquía natural— ninguna es completamente satisfactoria, sea por insuficiencia ontológica, sea por falta de claridad conceptual.

### 3. El atomismo emergentista

Desde el punto de vista de la jerarquía natural el atomismo puede ser reduccionista o emergentista. De acuerdo con el primero, lo único real son los últimos componentes, mientras que toda otra cosa, todo compuesto, es sólo fenómeno, una apariencia construida y por lo tanto dependiente de los órganos de detección y de las facultades del organismo que percibe. La verdadera realidad es homogénea, monótona, sin jerarquía porque todo existe en el mismo plano. El atomismo reduccionista es inverosímil y la razón principal de su inverosimilitud se deja ver en conexión con nuestro objetivo de explicación de la jerarquía natural: al desconocer la jerarquía real, física, el atomismo reduccionista no satisface precisamente a una de las exigencias principales que se le imponen a la filosofía natural, *i.e.* la explicación de la formación de tal jerarquía. Explicar un objeto no significa ignorarlo, fingir que no existe. Pasemos entonces al atomismo emergentista, plausible porque reconoce esta jerarquía.

La intuición principal del atomismo emergentista es que todo lo que existe está hecho de entidades últimas o átomos cuya composición explica el surgimiento de sistemas que tienen propiedades, comportamientos y leyes que no existen en las partes componentes. Los niveles de emergencia varían según los emergentistas, pero reconozcamos al menos los niveles matemático, físico, químico, biológico, psicológico, simbólico y social en una cadena de seres que se conoce cada día mejor. Mencionemos, por ejemplo, el estrato algebraicogeométrico del Universo, las partículas elementales y los campos, los quarks, los átomos, las moléculas, las macromoléculas, las células, los órganos, los organismos, el sistema nervioso central, el hombre, los sistemas de símbolos y las sociedades.

Lo insatisfactorio de esta visión, descriptivamente razonable, es que en su estado actual es poco explicativa: se constata la existencia de estratos y de sistemas de diferentes grados de complejidad que manifiestan comportamientos diferentes. Se muestra que hay aspectos matemáticos en los objetos físicos, elementos físicos en las reacciones químicas, propiedades físicas y químicas en los seres vivos, componentes orgánicos en los seres pensantes; sin embargo, a pesar de los progresos recientes, en cada caso no se sabe por ejemplo cómo, causalmente, continuamente, lo animado surge de lo inorgánico, lo sensible de lo animado, ni cómo el intelecto nace del sistema nervioso central. Tampoco se explican hoy de manera satisfactoria las relaciones en sentido inverso: por ejemplo, cómo lo social y lo cultural influyen causalmente sobre el entendimiento, el cual remodela la percepción y el cerebro, cerebro remodelado que remodela a su vez los estratos físicos y químicos, los cuales modifican el arreglo de los últimos componentes. Aquí nos faltan las leyes, y de manera más fundamental aún — ésta es una de mis tesis principales — nos faltan los conceptos que tienen que servir de puente para describir la causalidad entre los

diferentes estratos de la misma *materia* o *capacidad* última. Llama la atención que las disciplinas destinadas a servir de puente como la bioquímica, la biosociología, la psicofisiología, la psicolingüística, etc. descubren a su vez sus propios problemas en su propio estrato y tienden a independizarse, complicando el cuadro emergentista. ¿De qué están hechas, pues, todas las cosas, cómo son los átomos que las componen, y en virtud de qué vínculos sustanciales se unen para formar sistemas diferentes?

#### 4. Los vínculos sustanciales

Habiendo dado una idea del atomismo, paso ahora a examinar el problema de la relación. El reconocimiento de una jerarquía natural significa la conciencia de la existencia de sistemas emergentes, es decir, de sistemas dotados de propiedades, comportamientos y leyes inexistentes en las partes componentes. Y si esto es así, quiere decir que el todo es más que la suma de sus partes. La idea contraria, el reduccionismo, es la afirmación según la cual el todo es la suma de sus partes. Ahora bien, ¿cómo entender que el todo sea más que la suma de sus partes? Ocurre que además de las partes en tanto que últimos componentes están las relaciones entre ellas: las partes interactúan. Un sistema es, en consecuencia, un todo compuesto de partes y de relaciones. La tradición atomista, mayoritariamente, ha desatendido a las relaciones. El resultado es que actualmente, para describir las relaciones entre los componentes de un sistema y según de qué se trate, nuestros conceptos son pobres o inexistentes. La relación es un acto, es causal e implica lo que el acto logra hacer. Los objetos vinculados tienen algo en común gracias a la actividad mutua de la relación. Es porque las entidades tienen algo en común que el todo que forman es más que la suma de sus partes.

Se puede pensar un objeto desde diferentes puntos de vista y cada uno aporta informaciones importantes. Una de estas perspectivas consiste en centrarse sobre las propiedades esenciales del objeto que lo distinguen de las otras cosas de su entorno. Se asume que el sistema es un objeto relativamente cerrado, con bordes relativamente nítidos que definen un interior y un exterior. El interior está compuesto de elementos que tienen entre ellos relaciones internas. Luego el sistema, a través de su borde, interactúa con otros sistemas de su entorno con los cuales desarrolla relaciones externas. En esta visión se considera que los objetos tienen una gran autonomía, que las relaciones externas, precisamente por ser externas, no son internas, constitutivas del ser del objeto. Se detienen en la frontera del objeto y a partir de ahí, una vez efectuada la colisión, el sistema, solo, se encarga del resto, es decir, se sigue construyendo a su manera.

Muy diferente es la idea que uno puede hacerse de un sistema si se lo estudia desde el punto de vista de la relación, de la interacción. Aquí la localización puntual del sistema en el espacio y en tiempo, así como su insensibilidad o incompatibilidad con los otros sistemas del entorno, tienden a desaparecer. Si lo principal es la relación, entonces un sistema es un conjunto o un nudo de relaciones, la frontera del sistema se pone borrosa, lo que borra, en consecuencia, la distinción nítida entre lo interno y lo externo. Esto significa que las relaciones modifican el núcleo mismo de los sistemas, y si el núcleo está modificado por las relaciones, entonces el sistema se encuentra ahí donde están las relaciones, tan desplegado como ellas. De esta manera todo sistema, como un ser vivo, es capaz de representar su entorno. El énfasis en la relación, en la interacción y por lo tanto en la apertura de todos los

sistemas, la toma de conciencia de la falta de demarcación estricta entre lo interno y lo externo, significa, en efecto, darse cuenta de que entre lo inorgánico y lo vivo hay una mayor continuidad de lo que tiende a imaginarse. Piénsese, por ejemplo, en el vínculo sustancial entre un quantum de electricidad y su entorno, el campo electromagnético. La realidad en general parece tener más propiedades típicas de la materia viva de las que se le atribuyen. Si lo interno y lo externo no se distinguen clara y distintamente, entonces las unidades últimas nacen (aunque no de la nada), se desarrollan y mueren (sin desaparecer en la nada) en contacto íntimo y sustancial con el entorno.

Recapitulemos: hay razones de varios órdenes para subrayar la importancia de la relación, pero en filosofía natural la principal es ésta: sin un concepto adecuado de relación son incomprensibles tanto la jerarquía natural como el hecho de que las cosas sean más que la suma de sus partes. Así, es la comprensión de la relación *sui generis* entre átomos lo que puede explicar que algunos formen tal o cual molécula; es la comprensión de la relación *sui generis* entre moléculas lo que puede explicar que algunas formen tal o cual macromolécula o célula, y así sucesivamente hasta los estratos más elevados de la jerarquía.

El poder causal de las relaciones explica que cada componente y cada nivel imponga su forma a los componentes y a los niveles contiguos: un nivel dado, por ejemplo el estrato biológico compuesto de elementos biológicos, influencia causalmente al nivel psíquico, y este, a su vez, impone su orden al estrato biológico. Esto nos obliga a reconocer que los últimos componentes, considerados sin las relaciones, no son *partes* stricto sensu de todo lo que existe: lo que es realmente parte de una cosa, sea cual sea, son *los últimos componentes y las relaciones* entre ellos que forman el nivel contiguo inferior de la cosa considerada. Así, las partes de una célula no son las moléculas sino las moléculas y sus relaciones.

Hasta ahora ha estado al alcance de las ciencias la elaboración de un conocimiento, por lo general satisfactorio, de los mecanismos explicativos de lo que ocurre en cada nivel de la jerarquía natural, pero los especialistas reconocen que lo que ocurre entre los niveles está aún científicamente oscuro. Pensemos por ejemplo en el problema de la relación entre lo que llamamos lo inorgánico y lo vivo, o en aquél de la relación entre lo cerebral y lo consciente. Enfrentado a este género de problemas, ésta es una de mis tesis: como no se ha reconocido la importancia de las relaciones, no se tienen los conceptos idóneos ni siquiera para describirlas (como tuve ocasión de decirlo antes en otro contexto).

Todo sistema concreto físico tiene una estructura, una disposición espacial de los componentes. La disposición es una serie de relaciones. La estructura, siendo un arreglo espacial, admite una descripción algebraicogeométrica. Así, en parte, las matemáticas ayudan a entender la naturaleza de las relaciones. Dado que la estructura de un sistema es su esqueleto, más abstracto que el sistema completo *en carne y hueso*, y dado que la descripción algebraicogeométrica de la estructura es aún más abstracta y universal que la estructura completa, se sigue que las matemáticas son el esqueleto del esqueleto del sistema real, físico, concreto. Por eso el conocimiento algebraicogeométrico de una estructura es necesario, pero no suficiente, para conocer las relaciones de un sistema natural concreto. Mientras más rico y complejo sea el contenido de las relaciones, menos suficiente será la descripción matemática del sistema.

Pero el problema más serio no es la insuficiencia epistemológica que acabo de señalar sino el estatuto

ontológico de la estructura algebraicogeométrica y su relación con las partes relacionadas. Pues, o bien la matemática de un grupo de elementos es derivable de los componentes, y entonces esto ocurre en virtud de una especie de fuerza que emana de ellos, pero esta emanación, si existe, es un misterio, o bien la estructura geométrica no se deriva de los componentes, y entonces no se entiende la unión de lo algebraicogeométrico y de los componentes. He aquí un punto importante. Nótese que la manera en que la matemática estructura la materia es un problema difícil en la tradición atomista ya que si se piensa, como lo postularon Nicolás de Cusa y Galileo, que la materia es matemática, entonces se sigue una contradicción: los átomos, como la extensión geométrica, deberían ser infinitamente divisibles. La situación es menos difícil para el hilemorfismo porque según esta doctrina no hay materia sin forma, la materia, sola, no es sustancial; toda sustancia es materia formada, y la forma o estructura algebraicogeométrica es separable de la materia sólo en el intelecto pero no en la realidad. En cambio dentro de la tradición atomista, la estructura matemática, así como la fuerza que veremos a continuación, en tanto que enlaces entre los elementos que forman un todo, han sido a menudo aceptadas sólo por razones pragmáticas y positivistas: son calculables y útiles para la previsión de los fenómenos, pero la concepción no es inteligible.

La naturaleza es inteligente, abunda en estructuras óptimas o casi-óptimas, optimización que asegura la estabilidad de las funciones de los sistemas. Es en la descripción y en la explicación de las relaciones de las formas óptimas o casi-óptimas que las matemáticas son particularmente pertinentes, y en ese sentido el estudio de los sistemas naturales desde un punto de vista matemático es un programa de investigación válido e interesante. Pero el panmatematismo, la reducción de lo real a los aspectos matemáticos de la estructura, no ha sido probado, y si se pretende que será probado en el futuro, la idea es vacía, porque al futuro uno puede prestarle lo que quiera. Naturalmente, aparte de la estructura matemática existe la materia-energía y sus enigmas, la sensación, las cualidades secundarias y los valores.

Otra relación paradigmática entre los componentes es la fuerza. Se desconfía de la fuerza porque no sólo tiene un origen antropomórfico sino que además es una entidad inobservable, una cualidad oculta, metafísica. Y la única razón por la cual ha sido admitida en la física desde el siglo XVII y hasta la aparición de la física relativista, es porque sus efectos son medibles y expresables cuantitativamente. De no ser así, la aduana física no la habría dejado entrar. Pero los físicos, a través de los siglos, han estado satisfechos con ir reduciendo el número de fuerzas hasta hacerlas desaparecer todas. Para los antiguos, la trayectoria de una piedra lanzada al aire se explica por la acción de dos fuerzas, una violenta que la da el movimiento hacia arriba, y otra natural, la atracción hacia abajo. Antes de que se imaginara la gravitación universal newtoniana se consideraba que el movimiento de los astros resultaba de la acción combinada de una fuerza de atracción y de una fuerza tangencial. Luego de acuerdo a la física newtoniana, todo movimiento se explica por una fuerza única, la gravitación universal. En la física relativista, la gravitación en tanto que fuerza desaparece y se estipula que todo movimiento se despliega enriado por la curvatura del espaciotiempo. Finalmente, en física cuántica se intenta abandonar el término “fuerza” reemplazándolo por el de interacción. Pero eso no es todo porque la fuerza parece persistir en el concepto de campo, noción última de la física. En ella se combina la física del continuo, la fuerza, con la física del discontinuo, las partículas. Desde el punto de vista de la física clásica, el campo electromagnético es continuo y se propaga de manera ondulatoria,

mientras que desde el punto de vista de la teoría cuántica de campos, éstos se componen de partículas. Aunque esta mezcla de continuo y de discontinuo hace que la noción no sea clara, tiene el mérito de reconocer el rol fundamental de las conexiones entre las partículas.

Los vitalistas introdujeron la noción de fuerza vital, pero como no tiene efectos medibles ni permite la previsión de hechos cuantitativamente verificables, se la ha tratado de pseudocientífica. ¿Hay fuerzas o energías psíquicas? Su estatuto es el mismo que el de las supuestas fuerzas vitales. Este género de vínculos sustanciales ha sido víctima de la exigencia de cantidad y de previsión empírica. Si algo se puede contar, existe; si no, no. Si la conclusión de un razonamiento es una previsión cuantitativamente exacta, el razonamiento es explicativo; de no ser así, no explica. No digo que haya fuerzas vitales y psíquicas, pero, *primo*, no se ve porqué habría que seguir repitiendo, con los iniciadores de la moderna fisicamatemática, la tesis metafísica según la cual sólo las cualidades primarias son naturales, físicas, reales. Esto es falso si reconocemos, con toda objetividad, las diferentes propiedades de las cosas que revela la jerarquía natural. *Secundo*, sería pretencioso e insensato suponer que ya conocemos todas las fuerzas y todas las energías del Universo. De hecho es muy probable que los enigmas persistentes se deban a nuestra ignorancia de algunas formas de fuerza o de energía. Lo que se impone entonces es que en vez de precipitarnos a condenar los vínculos sustanciales diferentes de las nociones medibles de la física porque no son medibles o porque son metafísicos, al contrario, se estudie su plausibilidad. Para realizar este objetivo hay pistas interesantes en la historia de la filosofía de la naturaleza. En el pensamiento moderno y contemporáneo hay tres que menciono a continuación.

He dicho que para entender los seres de la jerarquía natural la ontología debe contener, además de átomos, vínculos sustanciales, particularmente visibles en los seres vivos. Los vínculos sustanciales pueden concebirse como una conexión que favorece la acomodación mutua de las partículas, átomos o moléculas, razón por la cual, por ejemplo, el ser vivo es un objeto armónico. Después de la Edad Media, la importancia del vínculo sustancial ha sido retomada principalmente por las mónadas leibnizianas, y más cerca de nosotros en el tiempo, por las entidades actuales whiteheadianas y la ontología thomiana de formas *salientes* y *pregnantes*: todas ellas tienen la capacidad de no ser indiferentes a los objetos del entorno. Pero lo anterior no significa que estos científicos o filósofos hayan resuelto satisfactoriamente el problema de la emergencia de objetos reales en tanto que todos o formas sustanciales compuestos de unidades últimas. De acuerdo al Leibniz de la monadología (posteriormente tendió a modificar su opinión, sin resolver la dificultad), un objeto no puede sustentar sus propias características porque no es en sí mismo una unidad real sino un agregado de unidades reales, de mónadas, razón por la cual la unidad del objeto emergente, en tanto que unidad, es sólo fenómeno. Luego hay en Whitehead una contradicción patente: un objeto es un conjunto armónico de entidades actuales, una *sociedad* descrita como algo que se autosustenta, lo que es incompatible con su principio ontológico: sus átomos, las entidades actuales, son las únicas razones, las únicas sustancias. Se sigue que un objeto puede autosustentarse —ser una sustancia, tener autonomía— sólo en un sentido derivado. La ontología thomiana entre forma saliente y forma pregnante o *pregnancia* —ontología que quedó en un estadio esquemático— retoma y generaliza la distinción física entre los objetos puntualmente situados en el espacio y en el tiempo como los cuerpos sólidos, y el campo en física, el cual, como un fluido, no tiene situación puntual.

Nótese que la pregnancia no necesita un soporte diferente de ella misma y que a veces un mismo objeto puede tener sea el rol de forma saliente, sea el rol de forma pregnante.

Lo interesante de estas ontologías cualitativas es que no ceden a las exigencias reduccionistas cuantitativas y antimetafísicas de la metodología de la física. Merece la pena elaborarlas en vistas de la comprensión de la jerarquía natural. Y al hacerlo, me parece indispensable evitar el panpsiquismo leibniziano y la tendencia whiteheadiana hacia el panpsiquismo. En esas filosofías se afirma que las mónadas y las entidades actuales, es decir los últimos componentes del Universo, son conjuntos de percepciones, pero la percepción y la carga de subjetividad que conlleva es una categoría que pertenece al dominio del aparato psíquico, a una unidad sustancial mayor que los átomos o partículas últimas. Mi punto de vista es que la percepción no es última sino una actividad derivada de una relación causal natural.

## 5. Una concepción de los últimos componentes del Universo

Es hora de presentar una síntesis de las propiedades que tendrían que tener los últimos componentes del Universo – si los hay – de tal manera que sus combinaciones hagan que las diferentes clases de sistemas naturales tengan la riqueza de aspectos y de comportamientos que nuestra experiencia revela. En esta síntesis tengo en cuenta, en primer lugar, lo que la física reciente revela. En segundo lugar, considero ciertas exigencias racionales determinadas por la manera en que el atomismo, una tradición eminentemente racionalista, concibe la razón: búsqueda de unidad en la multiplicidad, de identidad en la diversidad y de reducción de la complejidad. En tercer lugar y sobre todo, la lista que sigue reúne un cierto número de características importantes que tendrían que tener los átomos para que la jerarquía natural sea como es. No todos los elementos de esta lista están explícitamente justificados por las discusiones precedentes, pero todos son compatibles con las conclusiones, al menos parciales, a las que hemos llegado.

(I) El primer punto es una objeción señalada por Aristóteles, relacionada con lo real y nuestra manera de representarlo. Según los primeros atomistas, es inconcebible que la materia que ocupa el espacio sea, en efecto, infinitamente divisible porque desaparecería, lo que es absurdo. De allí concluyeron que toda cosa está compuesta, finalmente, por una multiplicidad de átomos. Ahora bien, todo lo real es extenso y la extensión es una cantidad infinitamente divisible. Así los átomos, siendo reales, son extensos, y en consecuencia, divisibles al infinito: contradicción. La única salida que veo a esta paradoja consiste en imaginar que todo lo que es matemáticamente, intelectualmente divisible al infinito no es tal en realidad. En otras palabras, no toda propiedad de los sistemas de símbolos es una imagen correcta de lo real. Se sigue que los átomos serían entidades notables porque siendo reales y extensos, serían sin embargo indivisibles.

(II) Los últimos componentes del Universo tendrían que ser simples, porque si fueran compuestos, entonces sus componentes, a condición de no ser a su vez complejos, serían los verdaderos últimos constituyentes del Universo.

(III) Si existen átomos de un mismo tipo al origen de toda cosa que se combinan para formar sistemas

diferentes, entonces los átomos tendrían que ser capaces de cambio interno (paso de la potencia y acto).

(IV) Los últimos componentes del Universo tendrían que estar hechos de una misma *materia-energía* que tuviera, intrínsecamente, la posibilidad de formar los diferentes géneros de materia que se conocen: inorgánica, viva, psíquica. Pues en efecto, si los átomos fueran materiales en el sentido físicoquímico de *materia*, el atomismo materialista sería incapaz de explicar lo vivo y lo psíquico. Y si los átomos fueran psíquicos, el atomismo espiritualista no podría dar cuenta de la materia extensa.

(V) Es visible, al menos desde el nivel atómico, que el todo es más que la suma de sus partes. Piénsese en la estructura de los átomos, en aquélla de las moléculas y en la estructura de las células. Puesto que es el poder causal de las relaciones o vínculos sustanciales el que explica que un todo sea más que la suma de sus partes, los últimos componentes no podrían ser cerrados, insensibles a su entorno. Tendrían que ser capaces de afectar causalmente a otras partículas y de ser causalmente afectados por ellas. La sensibilidad al entorno que permite al estrato superior de un sistema controlar al estrato inferior reduce drásticamente los grados de libertad de las partículas de este último, e inversamente, esta sensibilidad permite al estrato inferior controlar y reducir los grados de libertad de las partes del estrato superior.

(VI) Los últimos componentes del Universo tienen relaciones causales complejas y de diferentes órdenes porque de otra manera no se concebiría cómo estas unidades podrían formar parte de sistemas emergentes. No hay sistema organizado sin orden y jerarquía y, por lo tanto, sin subordinación de elementos a una estructura o causa formal, a un principio organizador.

(VII) Las partículas últimas, si existen, están siempre necesariamente en estado de devenir. Primero por una razón intrínseca: todo lo que existe está llegando a ser. Segundo, porque la sensibilidad de las partículas a su entorno en devenir exigiría de ellas el devenir. No se puede ser sensible al devenir ni explicarlo quedando inmutable.

(VIII) Esta sensibilidad, estos vínculos sustanciales, harían que el borde de los componentes últimos no sea una barrera infranqueable para las relaciones externas, sino una frontera abierta que permitiría a la partícula modificarse como consecuencia del poder causal de la relación, borde que permitiría a la partícula, a su vez, influir causalmente sobre su entorno. Los átomos no podrían ser elementos cerrados, indiferentes a su entorno.

Finalmente, ¿hay, en la naturaleza, componentes últimos? La idea según la cual hay una realidad última agrada a la razón, pero no hay manera de verificar su esencia, atómica o no, porque los límites de la naturaleza no son ni los límites de nuestros conceptos ni los límites de la experimentación.

## Bibliografía

- Aristóteles, *Física*, edición francesa Les Belles Lettres, París, 1990.  
Ruder Josip Bošković, *A Theory of Natural Philosophy*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1966.  
John Dalton, 1808, *A New System of Chemical Philosophy*, S. Russell, Manchester, edición Citadel Press, New York, 1964.  
Norma Emerton, *The Scientific Reinterpretation of Form*, Cornell University Press, Ithaca, 1984.  
Miguel Espinoza, *Théorie de l'intelligibilité*, 2a édition Ellipses, París, 1998.  
Miguel Espinoza, *Théorie du déterminisme causal*, L'Hamattan, París, 2006.

- Ivor Leclerc, *The Nature of Physical Existence*, Allen and Unwin, Londres; Humanities Press, Nueva York, 1972.
- G. W. Leibniz, *La Monadología*, 1714, edición Aubier Montaigne, París, 1972.
- Christoph Lüthy, John E. Murdoch and William R. Newman (eds), *Late Medieval and Early Modern Corpuscular Matter Theories*, Brill, Leiden, 2001.
- Émile Meyerson, *Identité et réalité*, 1908, edición Vrin, París, 1951.
- Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1687, edición University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Londres, 1999.
- Jean Perrin, *Les atomes*, 1913, edición Flammarion, París, 1991.
- Abel Rey, *La maturité de la pensée scientifique en Grèce*, Albin Michel, París, 1939.
- C.C.W. Taylor, *The Atomists: Leucippus and Democritus. Fragments, A Text and Translation with Commentary*, University of Toronto Press, Toronto, 1999.
- René Thom, *Esquisse d'une sémiophysique*, Inter Éditions, París, 1988.
- Andrew G. Van Melsen, *From Atomos to Atom*, Dusquesne University Press, Pittsburgh, 1952.
- Alfred North Whitehead, *Process and Reality*, Macmillan Publishing Co., Nueva York, 1929.

