
UNIVERSO

Ver: *Dinamismo del Universo / Origen del Universo / Mundo y cosmos / Leyes del universo / Constantes cósmicas o universales / Movimiento / Espacio / Materia y energía / Física cuántica / Partículas elementales*

«El movimiento es esencial y formalmente una respectividad variable, es decir: es una estructura o parámetro que existe en la realidad. Sería quimérico seguir la discusión con Aristóteles o con Leibniz, porque lo que habría que decir es: que lo que no es verdad es que el movimiento mecánico como tal, el movimiento local, nazca de las condiciones de un sujeto. No nace de las condiciones de un sujeto, sino que el Universo entero está *en* movimiento.

El llamado movimiento es un parámetro independiente en la consideración del Universo.

El Universo no está constituido por unas sustancias de las cuales resultara que hay un movimiento local. No. [...] Es un parámetro independiente. Es absolutamente inocuo, improcedente, pretender explicar el movimiento partiendo justamente de la condición del móvil. [...]

La estructura de la gravitación es la curvatura del Espacio. La cual abarca los cuerpos que están dentro de ella. Pero la gravitación, para Einstein, no es una fuerza. Es como en el caso de la inercia, una estructura del espacio.

El movimiento es un estado, un invariante dinámico en el Universo, naturalmente en un sistema determinado. El movimiento puede, a su vez, variar. Pero siempre es que las cosas se mueven precisamente porque el Universo está en movimiento.

No está el Universo en movimiento porque las cosas, por una interacción de las unas sobre las otras, se ponen en movimiento las unas a las otras. La estructura del Universo es, en y por sí misma, constitutivamente dinámica. Y en este sentido evidentemente debe decirse que cambia porque deviene, es decir, porque hay un dar de sí previo, que es precisamente el que constituye la actividad de la respectividad del todo en cuestión.»

[Zubiri, Xavier: *Estructura dinámica de la realidad*. Madrid: Alianza Editorial, 1989, p. 118-119]

•

«El Universo no está en el Espacio. Es espacioso porque aloja dentro de sí al espacio. El Espacio lo va produciendo dentro del Universo su propia, interna evolución. Va produciendo un distanciamiento, digo, y con eso el espacio. Y además lo produce con unas estructuras determinadas. Si tomamos un trozo del Universo, podemos considerarlo en un cierto nivel como euclidiano. Y pudo pensarse que ésta era la estructura del Espacio Universal. Pero se ha visto que no, que el Universo tiene una estructura geométrica muy distinta.

La estructura, por ejemplo, determinada por el tensor de Ricci, es no euclidiana. Si el tensor es nulo, el espacio es en el vacío una variedad totalmente geodésica. Y si no es nulo, el espacio no es sino localmente geodésico. Igualando este tensor al tensor interno, tenemos la ley de la gravitación.

Esto es verdad, pero Einstein no estuvo nunca seguro, a lo largo de su vida, de que esto fuera una ley universal, sino que, ante ciertas dificultades debidas a la cronología cósmica, estimó que había que pensar que la gravitación fuera un fenómeno más o menos local, limitado a nuestra galaxia o a las galaxias más próximas.

Después se solventó la dificultad con que ahí se tropezaba, pero esto no obsta para que el tipo de producción de Espacio sea tal vez una cuestión todavía muy controvertida entre astrónomos por la expansión del Universo.

La expansión del Universo es relativamente clara. Primero aparece en la explosión de una primera configuración de la materia contenida en esa configuración; y en segundo lugar, de la dilatación misma del Espacio, en virtud de la inestabilidad intrínseca de esta primera constitución, resulta un tipo nuevo de espacio muy problemáticamente curvado aún.

Si la expansión sigue acelerándose en la forma que sigue, allá en el límite, el Universo ¿tendrá una estructura euclidiana, tendrá una estructura cerrada, una estructura elíptica, o más bien parabólica e hiperbólica? Es un asunto que está *sub judice*. Pero en todo caso es bien claro que la producción de tipos de Espacio es un logro de la evolución.

En este logro de la evolución se producen, además, distintos tipos de leyes.

Estamos habituados a considerar que no hay más leyes en el Universo que las *leyes accionales*, aquellas leyes que vinculan unos antecedentes y unos consiguientes. Pero esto no es rigurosamente hablando verdad.

A medida que el Universo va evolucionando y se va configurando, aparecen tipos de leyes mucho más sutiles, más difíciles de detectar, que fácilmente el hombre ha propendido a creer que son leyes de acción, y que son simplemente *leyes de estructura*, leyes estructurales. Por ejemplo, la propia gravitación. Einstein puso el dedo en la llega: no hay fuerza de gravitación, la gravitación es la estructura de la curvatura del Universo.

Qué duda cabe que, en gran parte, las leyes cuánticas del átomo son leyes estructurales pero estadísticas, que determinan una distribución, pero no

determinan acciones que puedan explicar (sería inadmisibles hoy por hoy) por qué un electrón tiene un sistema fundamental determinado en lugar de tal otro. Se pueden dar distintas posibilidades, cada una con un coeficiente numérico distinto. Y el coeficiente numérico de una posibilidad es justamente lo que he llamado una probabilidad. Y aparecen entonces leyes accionales, leyes estructurales y estas otras leyes que, sin embargo, ofrecen una cierta uniformidad, que es estadística.

Y, finalmente, y lo que es más azorante, el Universo no se compone únicamente de leyes y de configuraciones iniciales: se compone de esas cuatro o seis misteriosas realidades, que son las *constantes universales*: la constante de acción de Planck; la constante de la velocidad de la luz; la constante de la carga eléctrica de un elemento, etc. ¿Qué hacen estas constantes dentro del dinamismo causal?

Algún astrónomo, como Eddington, ha pensado que en la evolución se cambia también el sistema de constantes universales. En fin, no soy lo bastante técnico en la materia para poder opinar. Pero, como quiera que sea, en su forma actual, no cabe duda de que las constantes universales son un producto de la evolución.»

[Zubiri, Xavier: *Estructura dinámica de la realidad*. Madrid: Alianza Editorial, 1989, p. 154-156]



«La espaciosidad del mundo físico no coincide con su capacidad de ser descrito en términos geométricos. En manera alguna.

La espaciosidad es algo así como el *ámbito* que nos ofrece el Mundo físico, precisamente para que dentro de él puedan acontecer esos movimientos y esos cambios respectivos que constituyen la dinámica del Universo, cuya estructura e impronta geométrica es el espacio físico. Anteriormente hemos visto qué es la realidad como ámbito tratándose del espacio geométrico.

Es el momento de realidad fundado en su transcendentalidad respecto de las cosas reales que hay en la realidad. Y este momento de realidad, como ámbito, es en las realidades espaciales un ámbito que trasciende de ellas y, por tanto, nos confiere libertad de construir.

El ámbito es entonces principio de libre construcción. Pero, tratándose del mundo físico, la realidad como ámbito es principio de otra libertad: es principio de libre movilidad. El universo físico no solamente tiene realidades que están en él, sino que tiene además justamente el ámbito de un posible cambio, mecánico o no, respectivo dentro de él.

Digo *dentro de él*; el Universo, en efecto, no está en el espacio, sino que lleva dentro de sí el espacio. El espacio es algo respectivo de unos elementos del mundo físico respecto de otros. El Universo no está en el espacio. Yo sé que se resiste la imaginación de cualquiera diciendo: si yo viera el Universo entero, ¿qué es lo que habría fuera del Universo? Y se suele responder: el espacio.

Pero es que la pregunta es sofisticada. Porque, fuera del Universo entero, haber, como haber, no hay nada. Lo que sucede es que, como yo soy el que lo miro, entonces ese presunto Universo entero que yo veo no sería entero, puesto que existimos dos: el Universo y yo que lo miro.

Y entonces, claro, sí que hay espacio: lo que media entre el Universo y yo. Pero ese espacio es interior al Universo entero, esto es, al todo formado por lo visto (el presunto Universo) y yo. Pero, si yo desaparezco de la escena, ¿qué hay fuera del Universo? Pues, sencillamente, nada, ni espacio.

El Universo, en su expansión, en su constitución interna, va justamente abriendo o restringiendo, y en todo caso cambiando, el ámbito de las libres variaciones posibles que dentro de ese Universo hay y cuya impronta es el espacio. El Universo no está en el espacio ni está en el tiempo. Es espacioso y es temporal de puertas adentro, pero no de puertas afuera; y por esa espaciosidad hay espacio dentro del Universo –dejemos de lado aquí el tiempo–.

El universo físico no está en el espacio; es espacioso porque lleva en sí mismo y dentro de sí el ámbito que se constituirá en espacio. Y la prueba es que ese ámbito se va constituyendo en la expansión del Universo, sea resultado de la explosión de un átomo primitivo o sea simplemente de dilatación del espacio, o que tenga los dos componentes, como tiene, por ejemplo, el desplazamiento hacia el rojo de las rayas del espectro, que es debido a fenómenos físicos y, además, al efecto Doppler.

Me importa muy poco el número de componentes en esta expansión; pero, en todo caso, el resultado es que en sus variaciones el universo físico va constituyendo, y en todo caso va modificando, la estructura de ese ámbito. Y la estructura espacial de ese ámbito consiste precisamente en esa especie de impronta que ante la consideración de la mente van dejando, dentro de ese ámbito, las variaciones que dentro de él suceden.»

[Zubiri, Xavier: *Espacio. Tiempo. Materia*. Madrid: Alianza Editorial, 1996, p. 113-114]



«¿Qué entendemos por ámbito? El ámbito no es aquello donde las cosas se alojan espacialmente. En manera alguna; eso sería una absurda petición de principio, sería volver a la idea de espacio absoluto. No se trata de esto. El ámbito no es un espacio; es pura y simplemente la espaciosidad. Y el ámbito no es espacio absoluto en ningún sentido.

Primero, porque el espacio absoluto no existe. El espacio se llamó en el mundo moderno absoluto en ciencia y en filosofía porque tenía unas ciertas estructuras que le competen por sí mismo. Y unas estructuras que, además, se imponen a los cuerpos que se mueven o están en el espacio, y que en sí virtud los cuerpos no tienen más remedio que seguir inflexiblemente sus exigencias.

Ahora bien, esto es absolutamente quimérico. El espacio no tiene un carácter *a priori*, no tiene unas estructuras anteriores a los cuerpos, a las realidades que lo ocupan. Todo lo contrario. El espacio no tiene más propiedades que aquellas que le confieren las cosas que están en él. Realmente, el espacio no es absoluto en este sentido.

Tampoco es absoluto en el sentido de que sea algo en que están las cosas, los cuerpos, sino que los cuerpos no están en ninguna forma respecto del espacio, sino unos respecto de otros. Por donde quiera se lo mire, el espacio es respectivo. No es absoluto ni absolutamente relativo. [...]

En segundo lugar, el ámbito no es espacio absoluto no sólo porque no hay espacio absoluto, sino por una razón aún más honra: porque el ámbito no es espacio, ni absoluto ni relativo.

Es pura y simplemente *principio* de espacio. Que las cosas dejen entre sí un cierto ámbito según el cual pueden moverse las unas respecto de las otras, no significa que eso sea un espacio, ni absoluto ni relativo.

Es pura y simplemente una propiedad real de las cosas en virtud de la cual, ciertamente, estas cosas tendrán que tener un espacio, pero por sí misma aquella propiedad no es espacio. [...]

La idea del espacio absoluto viene temáticamente de la escolástica decadente y de la ciencia de Galileo y Newton. La filosofía aceptó esta idea bajo el peso de una ciencia que se imponía.»

[Zubiri, Xavier: *Espacio. Tiempo. Materia*. Madrid: Alianza Editorial, 1996, p. 115-117]



«Y lo cierto, a mi modo de ver, es que el movimiento es pura y esencialmente un cambio respectivo, un cambio de un cuerpo respecto de otro. De ahí que los cuerpos cambien de lugar, pero no porque cada uno esté de por sí en movimiento, sino porque están en un Cosmos que, él en cuanto Cosmos, está en movimiento. Quien está en movimiento no son las cosas sino el Cosmos.

El Cosmos está en movimiento, es una unidad moviente en cuanto unidad, y por eso los cuerpos que forman parte de él se mueven, cambian de lugar, etc. Pero este cambio es cambio de unos cuerpos respecto de otros sólo porque la unidad cósmica es moviente en tanto que unidad. [...]

El espacio no es el ámbito, sino la estructura métrica de los movimientos que en él se producen.»

[Zubiri, Xavier: *Espacio. Tiempo. Materia*. Madrid: Alianza Editorial, 1996, p. 118]



«¿Dónde está dicho que el movimiento del Universo sea algo desencadenado por *las* cosas, y mucho menos por *una* cosa? El Universo

está en movimiento en y por sí mismo. No hay nadie ni nada que haya desencadenado el movimiento del Universo. Si se quiere hablar de causa, habrá que decir que es la totalidad del Universo. La respectividad integral, el todo en cuestión es el que sería la causa de las variaciones de lugar que acontecen dentro del Universo.

Pero no porque haya una cosa especial y determinada que ha desencadenado el movimiento en una sustancia determinada, y se propaga a otra, etc. Esto no pasa de ser una pura hipótesis imaginaria. La causa del movimiento es pura y simplemente la índole activa de la realidad en su lugar, ni más ni menos, ni menos ni más; y la realidad tomada en su respectividad, a saber: en la totalidad del Universo.

El Universo está en movimiento. No hay ninguna cosa que haya desencadenado un movimiento o los movimientos del Universo (hablo de los movimientos locales, bien entendido).

Pues bien, este dinamismo consiste en dar de sí, y hace ver todo lo que puede dar de sí un cuerpo, por razón de sus estructuras y de sus notas, para ocupar distintos lugares en el espacio.»

[Zubiri, Xavier: *Estructura dinámica de la realidad*. Madrid: Alianza Editorial, 1989, p. 121-122]



«Se nos dice que ese Universo está regido por unas leyes, que están ahí, y que las cosas evolucionan. Sí, pero la Física y la Cosmología, y la Cosmogonía actuales no solamente se limitan a describir más o menos hipotéticamente, aunque cada vez con mayor visto de verosimilitud, que no solamente el Universo ha partido de un cierto estado inicial, por lo menos el Universo actual.

Es decir, la ciencia no sólo afirma que el estado actual del Universo deriva de un estado inicial en virtud de unas ciertas leyes, sino que ha tenido que observar que esa evolución no consiste simplemente en que se cambien las configuraciones del Universo (la producción de las galaxias; dentro de las galaxias del polvo interestelar, la formación de estrellas en la fragmentación, el choque, etc.).

Pero hay algo más, y es que en su evolución cambian, justamente, las leyes del Universo. No está dicho en ninguna parte, tampoco en la cosmología actual, que, por ejemplo, las leyes del campo gravitatorio hayan comenzado por ser actualmente existentes con todo su predominio en el estado inicial del Universo.

Y entonces habría que preguntarse qué es lo que explica ese cambio de las leyes: ¿Otras leyes superiores? Sin duda, esto dialécticamente no es imposible. Pero con ello, ¿a dónde iríamos a parar? Las leyes del Universo pueden variar. Sí; pero entonces la variación no puede describirse en los términos que acabo de exponer.

Y finalmente, y sobre todo, se nos dice que el devenir es procesualidad. Sí, pero la cuestión es qué se entienda por procesualidad. Que el proceso consiste en "*procedere*", esto es evidente; lo dice la misma palabra *procedere*, sobre todo en latín; en este caso la palabra griega no es tan clara: ἐκπόρευσις, salir de, marchar desde.

Ahora bien, ese "*pro-*" del *procedere* no se nos dice en qué consiste. No se nos dice en qué consiste la procesualidad misma del mundo, sino que el devenir de cada cosa pende de unas leyes del campo dentro del cual las cosas están inmersas. Pero ¿qué es la procesualidad misma?

Repito que no trato de invalidar estas concepciones; sería absurdo. Pero sí, por lo menos, de ver justamente sus lados no claros: algunos de los lados no claros y deficientes que, a mi modo de ver, tienen esas dos concepciones.

Las dos concepciones parten de un dualismo entre las cosas que son y el devenir, llámesele como se quiera. Entiéndase que las cosas son los sujetos de los cuales parten las acciones, o, por el contrario, que las acciones resultan de las conexiones del mundo como puntos de aplicación del devenir, una cosa queda en pie: que siempre hay este dualismo.

Y en ese dualismo las cosas desempeñan siempre la función de sujetos. Inexorablemente. En la concepción aristotélica, porque son los *sujetos de* los que salen las δυνάμεις, y a los que acontece precisamente el devenir. En la otra concepción no ocurre eso, ocurre lo contrario. Pero lo contrario consiste en que cada una de las cosas está *sujeta al* devenir.

Sujeto "de" o *sujeto "a"*, esto no cambia la esencia de la cuestión. Es siempre el carácter subjetual de la realidad. En el primer caso es más claro que en el segundo, evidentemente, el carácter de subjetualidad que tiene lo real, pero en el segundo no es menos real.

Ahora bien, he tratado de recordar que, por lo menos a mi modo de ver, la realidad no es formalmente subjetual sino estructural. Y es preciso entonces, sin invalidar las nociones que acabo de exponer, enfocar el problema del dinamismo desde el punto de vista de la estructura.»

[Zubiri, Xavier: *Estructura dinámica de la realidad*. Madrid: Alianza Editorial, 1989, p. 54-56]



«La masa inerte es la misma que la masa gravitatoria. Es un hecho conocido desde hacía muchísimos años en la física, pero que sólo a Einstein le desencadenó un grave problema.

El grave problema es que, si son equivalentes la masa inerte y la masa gravitatoria, eso quiere decir para Einstein que, en definitiva, la inercia y la gravitación no difieren esencialmente. Esto es un grave problema. Lo digo empezando por el final del tema, pues no voy a explicar todas las razones que tuvo Einstein para pensar así.

Es un grave problema porque, como hemos apuntado a propósito de Galileo y de Newton, la fuerza es lo que desvía a un cuerpo de su trayectoria rectilínea. Entonces la trayectoria de un cuerpo que cae, por ejemplo, una parábola, necesitaría una fuerza: la fuerza de gravitación.

Contra esta idea se vuelve Einstein. Porque, ¿qué se entiende por líneas rectas en la física clásica, en la física euclidiana? Línea recta es la línea más *natural*, por así decirlo, entendiendo por natural el camino más corto entre dos puntos. Sí, ya: Pero el camino más corto es una recta suponiendo que el espacio sea un plano.

Imagínese que el experimento se hiciera sobre una esfera de un radio muy grande, por ejemplo, en la superficie de la Tierra. Evidentemente, un cuerpo abandonado a sí mismo seguiría el camino más corto sobre la superficie esférica de la Tierra, a saber, un arco de meridiano, pero en manera alguna una recta en el sentido euclidiano de la palabra.

La idea de la línea recta, tanto métrica como afín, queda reemplazada por la idea del camino más corto en términos generales, cualquiera que sea la índole del espacio sobre el que esa línea esté trazada. Es decir, lo que un matemático llamaría una geodésica.

Las líneas rectas son las geodésicas del espacio euclidiano. El espacio euclidiano es *plano*, esto es, su curvatura es nula. El espacio elíptico y el hiperbólico tienen curvatura positiva y negativa, respectivamente. Los arcos de meridiano son las geodésicas de una esfera, y, si tomamos un elipsoide, los arcos de las elipses tienen también carácter geodésico.

Ahora bien, ¿qué tiene esto que ver con la gravitación?

Pues tiene que ver lo siguiente –los matemáticos me perdonarán que lo explique de una manera muy tosca, muy trivial–. Imagínese un cuerpo que no tenga masa –en teoría, un punto– que se mueva sobre la superficie de un elipsoide. Evidentemente, este cuerpo, justo por su propia inercia, se moverá no en línea recta sino en el arco de una elipse.

Y hasta ahí Einstein se limitaría a dar las ecuaciones que definen esa estructura elíptica, digamos así, esa estructura del espacio curvado, con una fórmula según la cual lo que se llama el tensor de Ricci se anule, aunque no idénticamente. Y esto es lo que define el carácter no euclidiano de ese espacio. Imagínese ahora que ese elipsoide se coloca una masa que, por una libertad de ficción, vamos a suponer que está produciendo una abolladura en el elipsoide.

El punto viene moviéndose sobre el arco del elipsoide, pero cuando se acerca a la abolladura hace una inclinación hacia adentro o hacia afuera, según la dirección de la abolladura. Naturalmente, la física clásica diría: es que hay una fuerza de atracción o repulsión.

Y Einstein diría: No, pura y simplemente, lo que hay es una abolladura, es decir, que es distinta la curvatura del espacio en esta parte; no hay fuerza de gravitación. Pasa un poco lo que pasa e un rayo de luz que penetra del

aire en el agua: se desvía. ¿En virtud de una fuerza de atracción? No, sino, pura y simplemente, porque es distinta la densidad del medio.

No existe fuerza de gravitación. No hay más que un continuo espacio-temporal no euclidiano. Y la función de las masas en ese continuo no es atraerse en él sino abollarlo.

Las masas abollan el continuo, pero no ejercen atracción en él. Dicho en términos matemáticos, la estructura del continuo espacio-temporal (definida por el tensor de Ricci) hecha proporcional a la distribución de las masas, será la nueva ley de la gravitación. La gravitación es la curvatura del continuo espacio-temporal hecha proporcional a la distribución de las masas.

El continuo espacio-temporal es no euclidiano y está definido por la anulación del tensor de Ricci cuando ese espacio está *vacío*. Cuando está lleno, es decir, en presencia de masas, entonces ese tensor no es nulo sino proporcional a la distribución de las masas; es la gravitación en presencia de materia.

De estas ecuaciones, y por un cálculo muy laborioso que el propio Einstein no previó al comienzo, Infeld y otros demostraron que se sigue inexorablemente el carácter geodésico de las ecuaciones del movimiento, es decir, su carácter inercial.

La inercia es el movimiento según las líneas naturales; y las líneas naturales son las geodésicas. De lo cual resulta que no hay diferencia ninguna entre inercia y gravitación. La gravitación es una inercia en un espacio de curvatura distinta de cero. [...]

Tomado el Cosmos en su totalidad, resulta que el espacio cósmico es un conjunto homogéneo y tiene una curvatura constante. La homogeneidad está hoy sometida a discusión. Pero parece ser algo muy corrientemente admitido. El Cosmos sería como un gas cuyas moléculas serían las galaxias. Esta concepción de la isotropía y de la homogeneidad del espacio cósmico es lo que se ha llamado principio cosmológico fundamental.

Este espacio, en el que resultan idénticas la inercia y la gravitación, tiene un carácter peculiar. Porque en todo lo dicho se ha considerado que las soluciones de las ecuaciones de Einstein son estáticas, esto es, independientes del tiempo. Pero, son con Friedmann y Lemaître se investigan las soluciones dependientes del tiempo, se puede ver que el Universo de Einstein no es estable. A la menor trepidación, por así decirlo, el espacio comienza a dilatarse en tanto que espacio.

Es la expansión del Universo, que Hubble había descubierto en astronomía. La expansión del universo no es sólo resultado de una especie de explosión de un *átomo* primitivo. Este factor puede intervenir también. Pero no es el único, sino que hay además una dilatación del espacio mismo en cuanto espacio. Imagínese más bien una especie de globo de goma en el que marcamos unos puntos.

Si se hincha más ese globo de goma, los puntos se van separando entre sí, pero no porque haya habido una explosión, sino porque lo que se ha hecho es dilatar la goma. Pues bien, diría Lemaître, lo que se ha hecho es dilatar el continuo espacio-temporal. Y precisamente por eso acontece esa expansión del Universo.

En esa expansión no sabemos cuál será la suerte del Universo. Hoy todavía es discutible y es muy discutido en astronomía. Pero, en fin, como quiera que sea, es claro que una cosa es la limitación, es decir, que el universo no tiene fronteras, y otra cosa completamente distinta es la infinitud.

El Universo es perfectamente finito, no infinito como un plano euclidiano, y, sin embargo, no podemos acercarnos a sus fronteras por muchos pasos que demos; es ilimitado.

He aquí la segunda gran aportación de la física a la estructura del espacio. El espacio no euclidiano, con curvatura local variable en función de las masas y su expansión esencial quedan así íntimamente asociados; el continuo espacio-temporal y las masas forman un todo.

Y la tercera aportación de la física es la acción.

La acción es el producto de una fuerza, de una energía por un tiempo. Y esta acción puede parecer, y ha parecido en toda la física clásica desde sus orígenes hasta final del siglo pasado, que es una magnitud continua, que es mayor o menor a medida que aumenta o disminuye continuamente la energía. Pero resulta que no es así. La acción resultante se compone de una especie de *átomos* de acción, definido cada uno con un número h , que se ha llamado constante de Planck.

Planck descubrió que la acción es discontinua. Es como el espacio sensible; nos parece continuo porque no vemos los intervalos atómicos. Igualmente, la acción nos parece continua porque no vemos los átomos de acción. [...]

La descripción de los fenómenos atómicos en los cuales interviene esencialmente esa constante de acción no puede llevarse a cabo en un espacio de tres dimensiones, sea o no euclidiano, sino que no puede hacerse más que en un espacio de tipo distinto: lo que se ha llamado *espacio funcional*. Es un espacio de Hilbert definido por un conjunto octogonal de funciones... [...]

El espacio funcional tiene infinitas dimensiones, una infinitud no sólo numerable sino también continua. Es un tipo de espacio de Hilbert. El estado de cada partícula viene determinado por una generalización del llamado análisis de Fourier, uno de los instrumentos de la física actual para representar la dinámica cuántica.

Tenemos así tres espacios: el espacio de velocidad de la luz (espacio de la relatividad especial), el espacio gravitatorio (espacio de la relatividad general) y el espacio funcional. Lo malo es que en la física actual esos tres espacios no parecen ser compatibles entre sí. El primer espacio y el tercero, sí lo son. Pero el segundo, a pesar de ser perfectamente compatible con el

primero, no se ve cómo pueda serlo con el tercero. Durante toda su vida se debatió Einstein con este problema y murió sin resolverlo.

Lo cierto es que esos tres espacios, que no son perfectamente unificables, responden un poco a lo que decía anteriormente: son estructuras espaciales distintas. Y entonces plantean inexorablemente, no sólo a la física sino también a todo el que reflexione sobre la Naturaleza, el problema de en qué consiste, sean estas estructuras cualesquiera, la índole del espacio físico en cuanto tal.»

[Zubiri, Xavier: *Espacio. Tiempo. Materia*. Madrid: Alianza Editorial, 1996, p. 90-96]



«El mundo es la respectividad de lo real en tanto que real, a diferencia del cosmos, que es la respectividad de las cosas por razón de los contenidos concretos de la talidad que estas cosas tienen. Por ello, estos dos conceptos, mundo y cosmos, son radicalmente distintos.

Nada obsta para que hubiese *kósmoi* infinitos y que fuesen completamente independientes, sin relación alguna los unos con los otros; no me refiero con esto al genial descubrimiento que hizo mi compañero Lamaître estableciendo la expansión del universo, sino al hecho de que de suyo no hay nada que impida la existencia de *kósmoi* independientes, es decir, que la realidad no sea un “universo” sino un “pluriverso”.

En cambio, si tomamos el mundo desde el punto de vista de la realidad misma, por muy independientes que sean cósmicamente, estarán siempre en respectividad real, es decir, tienen carácter de mundo. [...]

El cosmos como realidad factual se va constituyendo en su respectividad, se va abriendo dentro de sí mismo. Con ello va adquiriendo como caracteres propios la respectividad espacial y temporal. Las propiedades del tiempo y del espacio son un logro de la constitución de la realidad cósmica.

Más aún, si el universo entero proviniera de la explosión de una masa inicial compacta, habría que decir que no solo las propiedades el espacio y el tiempo sino que el espacio y el tiempo mismos serían un logro de la constitución de la realidad cósmica; aquel punto de partido, compacto y estático antes de la explosión, no contendría aún ni espacio ni tiempo porque no contendría respectividad interna; solo después de aquella, habría respectividad espacial y temporal de unas partes respecto de otras.

En cada estadio de esta constitución de la realidad *cósmica*, su carácter de *realidad es ipso* se va también constituyendo, se va formando, precisamente porque lo transcendental es funcional, es la talidad en función transcendental. El cosmos va adquiriendo así no solo nuevas propiedades, sino también nuevos caracteres de realidad.

En tanto que real, este cosmos y todo lo que en él hay “es”; al irse abriendo lo real a nuevos caracteres de realidad, su modo de estar en el mundo, su

ser, va también modulándose: el ser es siempre y solo la realidad en cuanto que está en el mundo, la realidad entificada y entificándose; este movimiento constituyente está siempre abierto: es la apertura transcendental de lo real en cuanto que real.»

[Zubiri, Xavier: "El sistema de lo real en la filosofía moderna" (1970), en: *Cinco lecciones de filosofía: con un nuevo curso inédito* (1898-1983). Madrid: Alianza Editorial, 2009, p. 295-296 y 303-304]



«Esbozar que el Universo físico tiene estructura matemática y no una estructura orgánica, puede conducir al descubrimiento de una enorme masa de verdades. Ahí están todas las verdades de la Física teórica, desde los tiempos de Galileo hasta nuestros días. Sí, todo esto es verdad. Pero una posibilidad, en el sentido de esbozo es algo *intrínsecamente limitado*: deja fuera de su ámbito no sabemos cuántas dimensiones que no entran y no tienen sentido para aquel esbozo.

Con todas nuestras conquistas de la Física, ¿sabremos algún día las cosas que ignoramos del Universo, precisamente porque lo hemos esbozado en forma matemática?

Un gran físico atómico me escribía: "Es la única pregunta que no se me había ocurrido, y que realmente me hace pensar". Naturalmente. De eso no estaremos seguros nunca.»

[Zubiri, Xavier: *El hombre y la verdad*. Madrid: Alianza Editorial, 1999, p. 89]



«En física, al comienzo de la edad moderna, se han intentado cuando menos dos grandes creaciones libres para inteligir racionalmente la realidad profunda del universo. Una consistió en la idea de que el universo es un magno organismo en el que sus diversos elementos constituyen sistemas por simpatía y antipatía. Pero esto no dio mucho de sí. Lo que triunfó fue otra concepción.

Fue la libre creación que postula para la realidad cósmica una estructura matemática. Fue la idea de la *Nueva Ciencia* de Galileo: el grandioso libro del universo, nos dice, está escrito en lengua geométrica, esto es, matemática. Este matematismo revistió durante centurias la forma concreta de mecanicismo, una libre creación según la cual la matemática universal es la matemática de los movimientos.

Pero desde hace casi un siglo, la física ha dejado de ser mecanicista. La estructura matemática del universo continúa subsistiendo independientemente de su forma mecanicista que era un matematismo demasiado restringido.

Matematismo no es mecanicismo. Todo esto es, sin duda ninguna, una libre creación para inteligir racionalmente el fundamento de todo lo cósmico. Su

fecundidad está bien patente. Sin embargo, el éxito fabuloso de la idea de un universo matemático no puede ocultar su carácter de libre creación, de libre postulación, la cual precisamente por ser libre deja seguramente en la oscuridad aspectos insospechados de la naturaleza.»

[Zubiri, Xavier: *Inteligencia y razón*. Madrid: Alianza Editorial, 1983, p. 132]

COMENTARIOS

«Lo más secreto del universo es que podemos comprenderlo.» [Albert Einstein]

•

«Las cosas son como son porque eran como eran poco después del principio.» [Stephen Hawking]

•

En el modelo del Universo conocido como Materia Oscura Fría Lambda, la letra griega Λ representa el componente de energía oscura que se cree que constituye el 72% del cosmos. Otro 23% es la materia oscura y el 4% restante es la materia visible en las galaxias.

•

Dem Russen Grigori Perelman ist Anfang 2002 als Erstem gelungen, was vor ihm viele versuchten: Er hat komplizierte Techniken entwickelt, mit denen sich drei- und noch höher dimensionale Räume kontrollieren und vermessen lassen.

–Bedeutet das, dass unser Universum gar nicht unendlich ist?

–Professor Günter Ziegler: "Das Universum hat ganz sicher keinen 'Rand'. Man nimmt aber in der Tat an, dass das Universum nur begrenzt groß ist. Also ist die Sphäre ein naheliegendes Modell: nur endlich groß, aber ohne Rand. Das kann man an der zweidimensionalen Sphäre sehen, denn die Erdoberfläche ist ja auch endlich groß, ohne Rand. Für die dreidimensionale Sphäre ist das genauso."

•

«Hasta el siglo XX, la descripción del Universo como un todo pertenecía a los dominios de la religión o la filosofía. El descubrimiento en los años veinte del "desplazamiento al rojo" de la luz emitida por las galaxias y, en consecuencia, de la expansión del Universo, introdujo la cosmología como disciplina científica, al disponer, además, de la relatividad general de Einstein (1916), [según la cual, la gravedad es geométrica. En lugar de ser básicamente una fuerza que atrae los objetos, como teorizó Newton en 1687, Einstein fue más allá determinando que la gravedad es en realidad

una curvatura o deformación del espacio. Así, cuanto más grande es un objeto, más dobla el espacio a su alrededor]. [...]

Las últimas medidas sobre la expansión del Universo nos dicen que la velocidad de expansión está acelerándose, en contra del argumento que sostiene que la gravitación atractiva debería estar frenando la expansión. ¿Cuál es el origen de la materia oscura que es la responsable de esa aceleración?

El Universo en sus primeros 10^{-45} segundos después del *big bang* estuvo regido por las leyes de la gravitación cuántica, aún desconocidas hoy en la física fundamental. Del Universo primordial tenemos información directa a través de los "fósiles" que nos han quedado de aquella época: *la radiación de fondo de microondas* presente en todas partes y la proporción de núcleos atómicos ligeros sintetizados en la época del *big bang*.

Cuando el Universo, en su expansión y enfriamiento, llegó a temperaturas tan bajas que los electrones ya no podían escapar de su atracción eléctrica con los protones, se formaron los átomos de hidrógeno. Al mismo tiempo, la radiación electromagnética se desacopló de la materia, al ser esta neutra, y quedó para el futuro como una radiación de fondo.

Este desacoplamiento ocurrió 300.000 años después del *big bang* y la radiación, que contiene información pormenorizada de aquella época, es la que estudiamos hoy, después de 14.000 millones de años.

Además de una energía oscura, que representa el 73% del total, hay una materia oscura, tampoco conocida, que representa el 23%, y queda tan solo una proporción del 4% de materia agregada del tipo conocido (sin embargo, en gran parte aún no observada directamente). El contenido total de materia-energía proporciona una densidad crítica que predice un Universo en sin curvatura espacial. [...]

Cuando la temperatura del Universo dio a los protones y neutrones energías típicamente nucleares, pudieron sintetizarse los núcleos ligeros. La presencia hoy de esos núcleos en el universo es un fósil de aquella época: la síntesis de núcleos ligeros viene del Universo primitivo cuando este tenía un segundo de vida. Los núcleos medios se sintetizan hoy por reacciones de fusión nuclear en las estrellas, y los pesados, en los mecanismos de colapso y explosión de supernovas.

De las épocas anteriores a un segundo de vida se puede inferir información a partir de los efectos en las fluctuaciones de temperatura que se observan hoy en la radiación de fondo, pero sobre todo a partir de la física de partículas elementales desarrollada en la segunda mitad del siglo XX.

A 10^{-5} segundos tuvo lugar una transición de fase en la que los *quarks* de la materia fundamental quedaron confinados en los *hadrones*, particularmente protones y neutrones. La temperatura era aún suficientemente alta para mantener una situación de equilibrio dinámico entre protones y neutrones a través del proceso de interacción débil.

Próxima a la época de la nucleosíntesis (~ 1 segundo), ese equilibrio se rompió y los neutrones o bien se desintegraron, o formaron parte de los núcleos ligeros. Los neutrinos, que solo tienen interacciones débiles, se desacoplaron y han quedado como otra "radiación" de fondo, esta de neutrinos. Su detección es mucho más difícil que la de microondas.

A los 10^{-11} segundos después del *big bang*, se produjo otra transición de fase, esta electrodébil, en que la simetría de la interacción unificada se rompió, los mediadores débiles desaparecieron y solo quedaron, además de las partículas de materia, *quarks* y *leptones*, los fotones como mediadores de la interacción electromagnética.

Del tiempo anterior a los 10^{-11} segundos, no tenemos aún información a partir de la física de partículas. Hay muchas propuestas teóricas para llenar la región entre los 10^{-11} segundos y los 10^{-45} segundos de la gravedad cuántica, pero carecen de validación experimental.»

[José Bernabéu Alberola: "Prólogo" a Ramón Lapiedra: *Las carencias de la realidad*. Barcelona: Tusquets, 2008, p. 18-20]

[Impressum](#) | [Datenschutzerklärung und Cookies](#)

Copyright © [Hispanoteca](#) - Alle Rechte vorbehalten