

EL NACIMIENTO DEL TIEMPO

por Ilya Prigogine

Editorial Tusquets, Barcelona, 1993

“... la ciencia debe unir el hombre al universo. El papel de la ciencia es precisamente el de encontrar estos vínculos, y el tiempo es uno de ellos. El hombre proviene del tiempo, si el hombre fuese quien crea el tiempo, este último sería evidentemente una pantalla entre el hombre y la naturaleza”

Ilya Prigogine

RT Este libro reúne dos conferencias dictadas por Prigogine entre los años 1984 y 1987, precedidas por una entrevista realizada al científico. Como lo anuncia el nombre de la obra, el tema central que se desarrolla en ella es el problema del TIEMPO. Sin embargo, éste sirve de pie para abordar algunos de los más recientes interrogantes surgidos en la ciencia. Por lo tanto, aquí vemos resumida toda la labor del Premio Nobel en Química. El autor intenta mostrar que somos testigos de una revolución en el concepto del mundo y del conocimiento, ya que la ciencia debe asumir definitivamente la realidad de la flecha del tiempo y su irreversibilidad.

Prigogine proporciona distintos argumentos a favor de la irreversibilidad, tomando como ejes tanto el nivel microscópico como el macroscópico e incluso el cosmológico.

Recordemos que la mecánica clásica explicaba la realidad como algo estático y reversible. Incluso la dinámica suponía la existencia de sistemas estables donde nociones como probabilidad e irreversibilidad tenían poco o ningún sentido. La ciencia clásica podía dar cuenta de los movimientos periódicos, fenómenos que son reversibles, pero no podía dar explicación de la irreversibilidad que observamos. Desde este punto de vista, los fenómenos irreversibles trataban de explicarse por leyes que suponían la reversibilidad y, en última instancia, eran sólo apariencia.

Prigogine propone una visión totalmente diferente, en la que la irreversibilidad no es ni aparente, ni se limita a casos aislados en el universo, sino que rige en todos los órdenes de la realidad y constituye la base de toda la organización que observamos hoy en el universo. Para el científico, la *Termodinámica* es la teoría que permite concebir un universo dinámico, un universo en evolución. Cuando Clausius formula la segunda ley de la termodinámica, introduce una magnitud: la **entropía**, según la

cual, los sistemas presentan una tendencia al desorden. Esto significa que el estado más probable al que se dirige un sistema es el de equilibrio, la no-diferenciación, la homogeneidad. De esta manera, nos dice Prigogine, la termodinámica nace como una ciencia del equilibrio.

¿Cómo podemos compatibilizar esta ley de la Termodinámica con lo que nos muestra la evolución del Universo?

Parece muy difícil ya que el Universo fue evolucionando hacia estructuras cada vez más complejas.

Es aquí donde radica lo más interesante del trabajo del autor, ya que estudia lo que sucede en aquellos sistemas alejados del equilibrio.

“Un sistema en equilibrio es un sistema aislado, no posee ligaduras externas”, afirma el autor. De esta manera, si se produce una fluctuación, es decir, una perturbación dentro del sistema, se da automáticamente una autorregulación, con lo cual el equilibrio se restablece.

Por el contrario, en un sistema inestable, alejado del equilibrio, la materia adquiere mayor sensibilidad y está sometida a ligaduras externas más fuertes. En este caso, las fluctuaciones adquieren mayor importancia. Si la perturbación llega o supera un punto crítico (x), surge una nueva estructura, proceso que es **irreversible**.

Prigogine analizará sistemas alejados del equilibrio en los distintos niveles de realidad, mostrando el papel creativo de los mismos y su importancia en la emergencia de estructuras novedosas en el universo.

A nivel molecular, en condiciones de equilibrio, cada molécula sólo ve lo más próximo a ella, pero cuando estamos ante una estructura de no-equilibrio, como los **relojes químicos**, deben existir señales que recorran todo el sistema. Por consiguiente, las moléculas tienen que ser más sensibles a todo lo que sucede en su entorno.

Los relojes químicos constituyen un ejemplo de **oscilaciones químicas** y consisten en lo siguiente: Dos componentes de una reacción química están constituidos por moléculas **rojas** (1) y **azules** (2). Se suponía que las reacciones químicas estaban producidas por un movimiento desordenado de las mismas y choques azarosos entre ellas. Por consiguiente, cabía esperar que el resultado de las reacciones del ejemplo fuese la observación de un color impreciso (entre el rojo y el azul) con algunas manchas rojas y otras azules esparcidas en forma irregular. Sin embargo, lo que sucede es totalmente diferente. En realidad veremos que sucesivamente, el recipiente se tiñe de rojo, posteriormente de azul, luego nuevamente de rojo y así en forma sucesiva. Todo ello con una sincronización espectacular. El fenómeno observado en los relojes químicos echa por tierra lo que suponíamos sobre las reacciones químicas y prueba, según Prigogine, que existe cierta comunicación a distancia entre las

moléculas. Para que sea posible esta periodicidad en los cambios de color es necesario que existan señales que atraviesen todo el sistema y sean recibidas por cada una de las moléculas. La condición mínima que debe cumplirse para que se den estas oscilaciones químicas es la relación autocatalítica entre las moléculas para regular la velocidad de reacción.

La posible **comunicación a distancia** a la que hace referencia Prigogine en esta obra, se ha convertido en una de las cuestiones más polémicas entre los teóricos de la ciencia. Otro experimento, el realizado por Aspect y su grupo de investigación, muestra la existencia de una transmisión instantánea de información entre las partículas. Esto pone en duda las teorías localistas reales, sostenidas por algunos científicos cuánticos.

La comunicación espontánea rompe con la idea de estadios aislados en la naturaleza, constituye un cambio absoluto pues supone cierta flexibilidad que sólo es posible en estructuras alejadas del equilibrio. La comunicación a distancia refuta la idea de **reversibilidad** y la concepción de **trayectoria lineal** de la mecánica clásica. Ésta suponía que si se conocía el estado actual de un sistema, podría seguirse su trayectoria. Sin embargo, las estructuras alejadas del equilibrio rompen con esa linealidad por dos razones:

1. La existencia de distintas variables que pueden intervenir en el proceso.
2. Cuando se llega al punto crítico, se produce una bifurcación y no puede predecirse el estado posterior.

En este mismo sentido, Prigogine intenta mostrar que la vida es sólo otro fenómeno de irreversibilidad, aunque sea quizás el más evidente.

Posteriormente, formula una nueva hipótesis cosmológica, la del **Big Bang frío**. Ésta supone, en el origen, la existencia de un **universo vacío**, el cual poseería las siguientes características: **energía nula** (si consideramos que la temperatura es igual a 0 y ésta constituye la medida de la energía), **cantidad de materia nula** (si no existe energía, tampoco la materia, y la masa es nula). En un universo tal, tampoco existiría la **fuerza de gravedad**. El autor concibe al universo como un **vacío inestable**, por lo que es posible que el universo que hoy observamos puede haberse producido, en principio, sin gasto alguno de energía. Esto se explica si consideramos que en un vacío inestable pueden producirse fluctuaciones que den origen a la materia a partir de la **nada**. El universo se habría formado por una enorme producción de entropía (en contraposición a la idea tradicional que supone una entropía mínima en el origen del universo, y su evolución hacia una entropía máxima: la **muerte térmica**). La hipótesis del máximo de entropía en el universo primitivo estaría corroborada indirectamente por la existencia de dos elementos en su estructura: **fotones** (miden el desorden) y **bariones** (miden el orden). La preponderancia de fotones (109 fotones por cada

barión) muestra que en los primeros momentos del universo debe haberse producido una gran explosión entrópica, siendo los bariones los sobrevivientes a la misma.

Ahora bien, el paso de un universo vacío a un universo con materia fue el primer gran fenómeno irreversible. A partir de este momento, la dirección de la evolución está marcada por la irreversibilidad.

La entropía, entonces, ya no es entendida como el principio de la degradación, sino que supone dos componentes: **orden y desorden**. Desde este punto de vista, dado un sistema, la segunda ley de la termodinámica afirma que existe una función, la **entropía**, que puede descomponerse en dos partes: el flujo entrópico (proveniente del mundo externo), y una producción de entropía interna (proveniente del propio sistema). **La variación total de entropía es igual a la suma de la variación de la entropía interna más la variación de la entropía externa.**

Prigogine supera así la dicotomía **evolución-entropía** que hace tiempo torturaba a los científicos, presentándonos una cosmovisión diferente a la clásica: **probabilidad vs. determinismo, irreversibilidad vs. reversibilidad, estabilidad vs. inestabilidad, simplicidad vs. coherencia, aislamiento vs. grupos y subgrupos**. Éstos son algunos de los problemas que Prigogine aborda en este libro, los cuales se entretajan con el problema del **tiempo**. Ante un universo como el que nos muestra el autor, el tiempo, su dirección y la irreversibilidad no pueden ser negados ya por la ciencia. Todo lo dicho prueba la **“asimetría entre el pasado, el presente y el futuro”**, la cual es válida para cualquier nivel de realidad.

Hipótesis como la autoproducción del universo a partir de la nada y la existencia de la comunicación a distancia, no pueden menos que asombrarnos. En esta obra, Prigogine nos ubica ante afirmaciones casi inconcebibles hasta no hace mucho tiempo, afirmaciones que ponen en evidencia la revolución en el concepto del mundo que viene afrontando la ciencia y que la filosofía no puede ignorar. Este pequeño ejemplar nos muestra un universo creativo, en el que la irreversibilidad del tiempo y novedad de los procesos son sus protagonistas.

El lector puede encontrar en él hipótesis científicas sumamente actuales y fascinantes, presentadas en un lenguaje que, con un poco de esfuerzo, es comprensible para quienes no manejan los tecnicismo científicos.

GABRIELA VEGA CARO