

# ¿Ciencia normal?

Jorge Estrella

## 1- El pesimismo entrópico

Si sostenemos en el aire una pelota de goma y la dejamos caer verticalmente, veremos su descenso, su rebote en el piso y su ascenso. Pero jamás retornará a la posición inicial, a la altura de nuestra mano. Alcanzará su elevación máxima, volverá a caer y regresará en altura. Pero esta vez tampoco logrará remontar hasta el segundo punto del espacio alcanzado en el primer bote. Su recorrido se irá acortando en cada rebote hasta que finalmente reposará en el suelo. En ese momento ha logrado su equilibrio y ha triunfado la entropía. Y no importará cuánto mejoremos la calidad elástica de la goma para botar en la superficie dura y pareja. Nótese que la actividad de la pelota de goma ha sido iniciada merced a un desequilibrio gravitatorio inicial: la distancia entre pelota y piso. Se puede generalizar esta idea y sostener que toda acción en el universo se funda en desequilibrios. Las diferencias de presión en nuestra atmósfera, por ejemplo, ocasionan el desplazamiento de nubes y las consiguientes lluvias. El gran elemento desequilibrador en este caso es nuestro Sol: como fuente calórica envía temperatura sobre nuestro planeta, cuya forma y movilidad de giro diario hace que dicha temperatura se distribuya desigualmente sobre su superficie. Tales desigualdades conforman centros de alta presión y otros de baja presión. Y tales desequilibrios de presión intentan ser emparejados por la entropía haciendo que el flujo sea siempre desde las zonas de mayor presión hacia las de presión menor. Y aun en el nivel de nuestras acciones personales puede observarse que las conductas se generan también en desequilibrios. Cuando compramos un libro, por ejemplo, ese acto simple es sólo posible si hay un claro desequilibrio entre el valor que adjudica el librero al libro y el valor que le adjudicamos nosotros como compradores: el precio pedido por aquél le parece más valioso que el libro (caso contrario no lo vendería). Para nosotros, en cambio, el precio que pagamos nos parece menos valioso que el libro a obtener (de lo contrario no lo compraríamos).

Pero si la entropía propende a nivelar las diferencias, a emparejar los desequilibrios, acabará con toda acción en el universo. La muerte térmica pronosticada por este segundo principio de la termodinámica es precisamente el estado de equilibrio final, de ausencia de desniveles. Y al no haber desequilibrios nada podrá ocurrir. Imaginemos a nuestro Sol apagado. La Tierra (y el sistema solar en que viajamos) radiará el calor que guardaba y acabará pronto emparejada con la temperatura cósmica de su ambiente. Y ello sería el fin de la vida conocida, entre otras cosas.

Y a la inversa, si el punto final es la muerte térmica, parece obligado suponer un estado anterior de alta organización, fértil en desequilibrios, con una complejidad de elevada improbabilidad. Y a partir de allí la entropía habría comenzado a erosionar dicho orden

para conducirlo al estado más probable: su muerte térmica, su nivelada homogeneidad.

Sin embargo lo que la cosmología sabe hoy sobre el estado del universo permite ser optimista sobre su salud. Porque las fuerzas conocidas –cada cual con su propia gradiente de entropía– no han podido cumplir con su vocación homogeneizadora. La fuerza gravitatoria, por ejemplo, propende a concentrar las masas en agujeros negros: el tirón hace que la materia se precipite en un derrumbe hacia el espacio interior de dicho agujero. Desde la física de Newton se sabe el estilo de acción de la fuerza gravitacional: es proporcional al valor de las masas e inverso del cuadrado de sus distancias. ¿Por qué entonces las masas están separadas, por qué conservan sus distancias aparentes, por qué no se convocan en un solo punto y arman un agujero negro final? En otras palabras, la fuerza gravitacional está sin cumplir su tenaz propósito entrópico: concentrar las masas en agujeros negros. ¿Por qué? La respuesta la sabemos todos hoy: porque el universo se halla en expansión. Porque hubo una explosión inicial o Big-Bang cuya velocidad de escape no dejó actuar a la gravedad. Stephen Hawking ha propuesto que si la densidad del instante inicial hubiese sido mayor en sólo una mil millonésima parte, la gravedad habría podido hacer su trabajo: frenar la voladura, obligarla a retornar y en sólo diez años hacer colapsar en un Big-Crunch a ese universo recién nacido.

Con otra de las cuatro fuerzas conocidas viene ocurriendo algo semejante. La interacción fuerte, en efecto, que cohesiona los núcleos atómicos, propende a convertir átomos de helio en carbono y desde allí otros átomos más pesados hasta llegar al hierro, el átomo más estable que dicha fuerza produce. Así como el estado entrópico al que conduce la gravedad es el agujero negro, el hierro es el óptimo entrópico de la interacción fuerte. Y sin embargo uno de cada cien mil átomos del universo es de hierro. Tampoco la interacción fuerte ha podido cumplir su trabajo entrópico. Y los agujeros negros, piensan los especialistas, sólo abarcarían el uno por ciento de la masa galáctica.

En otros términos, el universo se las ingenió para encumbrar la diversidad y huir de la monotonía entrópica. Para remontar organizaciones improbables y complejas como los seres vivos.

La entropía –según el cosmólogo H.Reeves– sólo se ha incrementado en el uno por mil desde el inicio del cosmos hasta hoy.<sup>1</sup>

Otra consecuencia turbadora de la nueva cosmología es que sitúa el desorden en los inicios del universo. «¿Quién hubiera imaginado –sostiene I.Prigogine– que podamos ser llevados a situar la ‘muerte térmica’ del Universo no al final de su historia sino en su origen? La idea de que el orden que caracteriza nuestro Universo actual no es un orden superviviente a una progresiva degradación sino un orden producido a raíz de una explosión entrópica original y del que la radiación fósil nos permite evaluar su gigantesco coste, da la medida del camino recorrido».<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hubert Reeves. *El sentido del universo*, capítulo 5. Buenos Aires: Ed.Emecé, 1997.

<sup>2</sup> I.Prigogine-I.Stengers. *Entre el tiempo y la eternidad*, 7. Alianza Editorial, 1988.

## 2- El optimismo evolucionista

El pesimismo entrópico, sin embargo, nació en los mismos años (mediados del siglo XIX) que el optimismo evolucionista. Esta idea reconoce el ascenso hacia la complejidad, la capacidad autoorganizadora de la materia del universo. Comenzó con la advertencia documentada (Lamarck, Darwin) que los seres vivos participan de una historia evolutiva común que los emparenta; y el desarrollo de la espectrografía permitió a los astrofísicos del siglo XIX saber que los elementos conocidos en nuestro planeta (metales, gases, por ejemplo) también estaban presentes en el Sol y en las estrellas y galaxias remotas. La espectrografía (cuya invención coincide con la aparición en 1859 de **El Origen de las especies** de C. Darwin) traía noticias de una comunión química de las partes constitutivas del universo, no importa su procedencia. La Tierra formaba parte de la misma familia que las estrellas más remotas y el hombre remontaba su linaje a toda la biosfera. En los años veinte del siglo pasado se confirmó (Friedman, Lemaitre, Hubble) que nuestro universo se halla en expansión, idea que remitió pronto a la de un momento inicial (Big-Bang) cuya fecha se ubica hace unos quince mil millones de años. Y la teoría del ADN, surgida hacia mitad del siglo XX, está dando argumentos poderosos en favor de la comunidad evolutiva de los seres vivos.

De modo que hoy asistimos a esta doble verdad sobre el mundo: la entropía se cumple inexorablemente, pero también la evolución. Y aunque parezcan inconciliables, ambas interpretaciones del universo (en decadencia, en ascenso) se dan de la mano y parecen imprescindibles para saber lo que sabemos. «La letargia térmica –sostiene H. Reeves– no está en el futuro sino en el lejano pasado. Ésta es la imagen del mundo ofrecida por la irradiación fósil. La historia del universo no es la de la degradación de un orden inicial poderosamente organizado. Por el contrario, **es la edificación de la pirámide de la complejidad a lo largo de las edades**, lo que la astronomía, la física, la química y la biología nos ofrecen como espectáculo».<sup>3</sup>

De ahí su idea de «moratoria entrópica». Algo así como un «viva hoy como si fuese para siempre, pague después». En la magra escala temporal de los humanos, miles de millones de años de moratoria equivalen a un tiempo futuro infinito.

Lo notable de la visión que nos trae el final de siglo recién pasado es el giro en redondo desde el pesimismo entrópico hacia el optimismo evolucionista. Y advertir el ascenso del universo hacia la complejidad, descifrar sus estrategias para eludir la entropía, reconocer su fantástica capacidad para trepar en el caos y desde allí montar órdenes inéditos, nos está reinstalando no sólo en el optimismo. También en el sentimiento de lo maravilloso. Asistimos al renacimiento del asombro, auroral como el griego.

## 3- La simetría

He contrapuesto esquemáticamente la imagen de un mundo que se despeña en la inercia entrópica con la visión de un universo que se encumbra hacia niveles cada vez más

<sup>3</sup> Op.Cit., 5.

complejos de organización. Pero por cierto jamás las cosas son tan simples. Ambas versiones no sólo antagonizan entre sí dentro de la ciencia. Tienen también un adversario común. Se trata del poderoso **principio de identidad de lo real**.

Para entender cómo viene este principio a complicar el panorama de una visión unitaria de la realidad, recordemos que para la ciencia –y para cualquier conocimiento– hay siempre un plano fenoménico en el que está interesada, pero hay también –supone– un ordenamiento, una organización dentro de la que aparecen las secuencias fenoménicas estudiadas. ¿En qué consiste ese ordenamiento? La respuesta más antigua propone que tras de los fenómenos hay **leyes** que los rigen. A la ciencia le viene interesando, precisamente, la búsqueda, hallazgo y formulación de tales leyes (y a la tecnología, su aplicación). Estas leyes tienen la ventaja, sobre los fenómenos, de ser estables y de ofrecernos una comprensión de esos fenómenos, precisamente. En rigor, sin suponer que el mundo está formado por fenómenos que se muestran y por leyes que se ocultan, no habría investigación científica. ¿Qué se busca en ella?: regularidades, patrones de comportamiento que los fenómenos ocultan y debemos descifrar.

Ahora bien, tanto en ciencia como en filosofía hay dos interpretaciones antagónicas sobre cuál de ambos planos –el de los fenómenos, el de las leyes– es más real. Para quienes privilegian lo fenoménico, los hechos son lo único que hay. Las leyes son ficciones, útiles para dirigir nuestra acción pero inexistentes. ¿Cómo habrían de existir si no tenemos constancias físicas de ellas? En el extremo opuesto se hallan quienes privilegian a las leyes como verdadera realidad:<sup>4</sup> lo fenoménico, siempre derrumbándose en el pasado, es una ficción, no tiene existencia propia, no alcanza a ser propiamente. En cambio la constancia imperturbable de las leyes merece con mayores méritos la atribución de realidad, aunque no las percibamos directamente.

Ahora bien, las leyes son custodias de la **identidad** de lo real. En tanto que lo fenoménico aparece siempre disperso, cambiante, heterogéneo, la ley amarra esa dispersión y asegura la constancia idéntica tras el cambio. En ese sentido la ley se sustrae de la temporalidad, se instala en una especie de eternidad que desconoce el cambio.

Y aquí surge, precisamente, la confrontación con las nociones de entropía y evolución: para éstas el tiempo es un componente real del universo, no una ficción. Existe objetivamente una **flecha del tiempo**, una dirección irreversible de los sucesos. Y aunque la idea de entropía proponga un descenso hacia la homogeneidad y la idea de evolución un ascenso hacia lo heterogéneo, ambas requieren de un tiempo unidireccional vigente en los hechos.

Una consecuencia importante del uso del principio de identidad de lo real –que otorga preeminencia a las leyes sobre lo fenoménico– es el carácter reversible del tiempo. Hay una **simetría del tiempo**, defendida por los físicos. Ello quiere decir que donde sea haga-

<sup>4</sup> K. Popper ha denominado 'programa parmenideo de investigación' a esta tendencia (cf. *El mundo de Parménides*, Ed. Paidós, Barcelona, 1999).

mos un corte temporal, encontraremos una **identidad** entre pasado y futuro. En otras palabras, no hay una flecha obligada del tiempo. Éste podría revertirse y las leyes seguirían siendo cumplidas respetuosamente por los fenómenos que proceden del futuro y marchan hacia el pasado.

#### **4- Conclusión**

En el corazón de la ciencia actual se hallan estas tres ideas filosóficas fuertes: identidad, entropía, evolución. Las dos últimas han surgido simultáneamente hacia la mitad del siglo XIX. La primera tiene origen claro en la antigua Grecia. Conciliarlas no es sencillo, como tampoco eliminar alguna de ellas en beneficio de las otras. La ciencia de hoy parece requerir de todas, aunque se opongan. La evolución, por ejemplo, respeta la letra de la entropía, pero no su espíritu. Y tanto la noción de evolución como la de entropía, ¿acaso pueden abandonar la búsqueda de leyes que caracteriza a la ciencia y que las aproxima a la defensa de la identidad?

