

## ¿El fin de la certidumbre o el fin de la incertidumbre?

Pedro Miramontes

Ilya Prigogine: *The End of Certainty: Time, Chaos and the New Laws of Nature*. Free Press: Simon and Schuster (1997). 228pp. ISBN:0 684-837-056

Desde los inicios de una fructífera carrera científica que le llevó a obtener el premio Nobel de química en 1977, Ilya Prigogine ha mostrado una gran preocupación por convencer a sus colegas y al público en general de que el tiempo fluye en una sola dirección: es decir, de que existe una *flecha del tiempo*.

A primera vista, esta inquietud podría parecer exagerada o incluso obsesiva, pues ¿no nos consta a todos que nuestras vidas transcurren hacia el futuro y nunca hacia el pasado? Que envejecemos irremediablemente y nos alejamos de la juventud por culpa del sentido del tiempo.

Sin embargo, para muchos físicos contemporáneos no es tan obvio que el tiempo corra en una sola dirección. Esto se debe a que las leyes de la mecánica clásica son simétricas ante una inversión en el tiempo: cuando se sustituye  $-t$  por  $t$  en las leyes de Newton, éstas permanecen invariantes y la dirección del futuro se transforma en la del pasado. Pero aún, en la corriente dominante de la mecánica cuántica, la Escuela de Copenhague, el transcurso del tiempo es consecuencia de la perturbación del universo por un observador, de manera que, simplemente, no hay tiempo si no hay testigos. Esta interpretación ha sido popularizada por Stephen Hawkins y se desprende directamente de la interpretación de Lagrange del tiempo como una 'cuarta dimensión espacial' en la cual el pasado es indistinguible del futuro y, por tanto, no hay *flecha del tiempo*.

El debate comienza cuando se intenta explicar la ocurrencia de los fenómenos irreversibles (un tronco de leña se quema y se convierte en ceniza, mientras que nadie ha visto que las cenizas se "desquemen" para convertirse en madera). Para los físicos que aceptan, concien-

---

temente o porque les da pereza filosofar, la interpretación de Copenhague, la irreversibilidad es aparente y es resultado de nuestro conocimiento imperfecto del universo y sus leyes, mientras que para Prigogine es intrínseca e inherente a las mismas.

*The End of Certainty* es un esfuerzo más de Prigogine por convencernos de la existencia de la irreversibilidad, de que es consecuencia de las leyes y principios que rigen a la naturaleza y, más aún, de su papel como fuente de generación de orden y complejidad a partir de la materia prima del universo y, por último, de que la flecha del tiempo es una consecuencia de la irreversibilidad.

Este último punto es particularmente delicado, por una parte, resulta poco difícil aceptar que la inestabilidad dinámica genere complejidad y orden a partir de la nada (Prigogine es uno de los autores del notable concepto de la *auto-organización* en sistemas lejanos del equilibrio termodinámico); pero por otra, el que la irreversibilidad termodinámica implique una flecha del tiempo, obliga a Prigogine a elaborar una construcción elegante pero aún por demostrarse.

En efecto; la entropía es, de manera simplista, una magnitud directamente proporcional al *desorden* de un sistema y las leyes de la termodinámica nos enseñan que en un sistema aislado, esta magnitud no puede decrecer. La creación de "orden biológico" en el mundo de la vida, la generación de "orden térmico" en un refrigerador, son ejemplos de disminución local de la entropía, posibles únicamente a cambio de un incremento de ella en el entorno de estos sistemas. Si el tiempo fluye en la dirección de orden a desorden, tendríamos que aceptar que el universo como sistema global comenzó en un estado ordenado, hipótesis que carece actualmente de confirmación.

Prigogine es consciente de que, ante este problema, no es válido postular un estado *ad hoc* del universo en su origen (como lo hace Hawking en su libro *La historia del tiempo*). En lugar de eso, nos propone un universo que surge de una fluctuación espontánea a partir de un estado *habe*. Esta fluctuación habría sido el origen de un estado momentáneamente ordenado a partir del cual el universo hubiera comenzado su marcha hacia el desorden y, por tanto, su existencia inmersa en el flujo del tiempo. Según Prigogine, la existencia de una flecha del tiempo proviene de una *ruptura de simetría* a partir de la cual la materia se creó a expensas del campo gravitacional.

Este modelo es extremadamente interesante y aunque todavía no alcanza un status satisfactorio, está siendo desarrollado por algunos equipos de astrofísicos y cosmólogos.

Lo que no queda claro nunca en el libro, y posiblemente nadie en este mundo lo sepa, es por qué a partir de la ruptura de simetría coexisten de ahí en adelante las leyes reversibles de la física en un mundo termodinámicamente irreversible.

*The End of Certainty* es un libro bello, en el cual su autor derrocha erudición y cultura científica. Sin embargo, padece un problema del que contados libros de divulgación escapan: no se sabe a qué tipo de público está dirigido, su nivel es disparate; por ejemplo, dedica buena parte de su contenido a explicar amablemente a un público imaginario nociones elementales y luego apoya sus afirmaciones con argumentos y ecuaciones de alto calibre incomprensibles salvo para los especialistas.

El punto más polémico del libro es la interpretación filosófica. De manera sutil pero notable se puede observar desde el principio la tendencia de Prigogine a adherirse a un tipo de indeterminismo que no es lejano al de Popper. Esto, en sí, es respetable pero lo que llama la atención es que tal vínculo venga de una de las personas que más han contribuido a la aceptación de las teorías del caos y de los sistemas complejos.

En la conclusión, el autor hace un llamado a encontrar

Un camino digno a las imágenes plenas de un mundo determinístico, en el cual no hay lugar para la facultad creadora y la novedad, y un mundo regido por un dios aficionado a los dados, donde todo es absurdo, sin causa e incomprensible.

Si bien este llamado sigue las mejores tradiciones dialécticas, desde mi punto de vista, Prigogineerra al confrontar el determinismo con el azar y al afirmar que el determinismo no es fuente de novedad, cuando él, mejor que nadie, sabe que el caos es producto de dinámicas determinísticas y que no conocemos, hasta ahora, ningún otro proceso que produzca tanta riqueza y variedad de conductas. Adicionalmente, parece ignorar que para todo propósito práctico, el azar es indistinguible del caos de alta dimensionalidad.

Me parece que su afinidad con Popper le juega a Prigogine una mala pasada: es adverso al *determinismo* como sinónimo de *mechanista*, pero si la aversión tenía sentido antes del descubrimiento del caos determinístico, Prigogine mismo ha contribuido a superarla pues su trabajo ha contribuido a la comprensión de la dinámica caótica y es ésta quien nos permite transitar el umbral en el que lo desconocido *era fornito* y donde el mecanicismo era notoriamente insuficiente.

Pedro Miramontes es profesor de tiempo completo y pertenece al grupo de Biotecnólogos de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

