

Del caos al orden

LLUÍS SALAS *

Estoy sentado en la arena de una playa, donde los acantilados entran en el mar. Unas olas gigantescas baten en espuma, tan fuerte que pueden oírse desde la cercana casa. Contemplo en silencio el ir y venir de estas ondulaciones, relieves de este bravo océano de poniente. Y me pregunto, aun a riesgo de dejar de saborear ese instante, ¿cómo pueden emerger del caos oceánico ondulaciones tan ordenadas como esta larga ola gigante? Aun sin la respuesta, sonrío para mis adentros como si acabara de descubrir un secreto. Quizás ésa sea la esencia de la belleza de tan singular espectáculo, el orden emergiendo espontáneamente de las profundidades del caos. A partir de este impulso emergen olas de pensamientos, y su vaivén se convierte poco a poco en un discurso sobre la relación que mantienen esos eternos opuestos: el caos y el orden que, como el yin y el yang, transforman sin cesar nuestro universo.

Las leyes de transformación entre el caos y el orden están muy bien establecidas en el seno de la física, en una disciplina conocida como termodinámica. La ventaja, además, es que podemos derivar filosóficamente y aplicarlo

por analogía sobre cualquier otro aspecto de nuestra vida cotidiana. Con un enunciado simple y a la vez impactante la termodinámica dice algo así como: "En un universo aislado, el desorden (la entropía) siempre aumenta."

Este enunciado siempre me ha parecido una afirmación muy romántica. Y digo romántica porque así me parece la idea de un caos imparabable en continua expansión, como se expande una tormenta veraniega en una oscura noche sin estrellas, escena que bien podríamos encontrar en algún cuento de Bécquer. El universo en el que vivimos tiende irremisiblemente al caos y al desorden. Y eso es algo que tenemos asumido perfectamente porque podemos observarlo cotidianamente en nuestro entorno. Sabemos que hay que limpiar y ordenar la casa porque tiende incesantemente al desorden; tenemos que arreglar periódicamente la fechada, pintar sus paredes, porque paulatinamente se degrada; nosotros mismos tenemos que arreglarnos diariamente, peinarnos o afeitarnos, porque también de natural nuestro aspecto adquiere un aire desordenado; incluso el envejecimiento de los seres vivos y su muerte es un proceso de desordenación: después de la muerte nuestro cuerpo se descompone y desordena hasta desaparecer. En fin, podrí-

Sabemos que hay que limpiar y ordenar la casa porque tiende al caos. El universo en el que vivimos va hacia el desorden y el caos

* Lluís Salas es monje zen y físico.

mos dar una lista interminable de ejemplos de cómo nos vemos obligados a corregir continuamente esa tendencia natural del cosmos a desordenarse, a sumirse en el caos, y cómo, en otros casos, simplemente podemos aceptarlo abrumadoramente. Nada de eso nos sorprende, lo que nos sorprende realmente es cuando la situación contraria se produce, cuando del caos emerge el orden, a veces incluso de forma abrupta y espontánea. Ese fenómeno también es estudiado con interés por una rama de la física. Es cuando se crean unas formas que se conocen como fractales, que se han observado en la creación de cristales.

El segundo principio de la termodinámica da filosóficamente mucho más de sí que el resto de principios y teoremas de esta disciplina. Pero vayamos por partes. Empecemos por el principio y desarrollemos estas ideas hasta el final. Así podremos explotar este segundo principio con más precisión y vehemencia. El primer principio de la termodinámica es seguramente ya conocido por todos. Forma parte de nuestro sentido común, mucho más popular que el segundo y se enuncia así: "En un universo aislado la energía siempre se conserva."

Es la famosa ley de la conservación de la energía, que todos hemos oído alguna vez. Es la ley que puede explicar experimentos como los de Galileo, quien, dejando caer una bola por una rampa, observaba de qué manera esta bola era capaz de ascender por otra rampa hasta la misma altura desde la que se la había dejado caer (despreciando rozamientos). Si dejamos caer una pelota sujeta por una goma, volverá a la altura de nuestra mano; el péndulo de un reloj de pared, una vez lo soltamos, empieza a oscilar volviendo siempre a la misma altura; hay bastantes ejemplos de procesos irreversibles en los que la conservación de la energía, de no ser por el rozamiento, sumiría a los objetos en un movimiento continuo eterno.

Pero en la naturaleza existen procesos que no son reversibles. Por ejemplo, podemos dejar caer un vaso al suelo y se rompe en mil pedazos. Si los recogemos y los lanzamos de nuevo al aire, la ley de conservación de la energía no impide que podamos considerar que el vaso volviera a reordenarse de nuevo, juntando todos sus trocitos. Pero eso no es así.

También podríamos considerar que al subir una cuesta con el coche consumiendo un litro de gasolina, al volver a bajar lo hayamos recuperado. Eso sería un proceso reversible que no infringiría la ley de conservación de la energía y además sería muy económico para nuestro bolsillo. Pero eso no es así y bien que



lo sabemos. Cuando una célula se alimenta, crece y se envejece, podríamos invertir las reacciones químicas que se producen y la célula se rejuvenecería y devolvería los alimentos ingeridos, y eso infringiría la ley de conservación de la energía. Pero eso no es así.

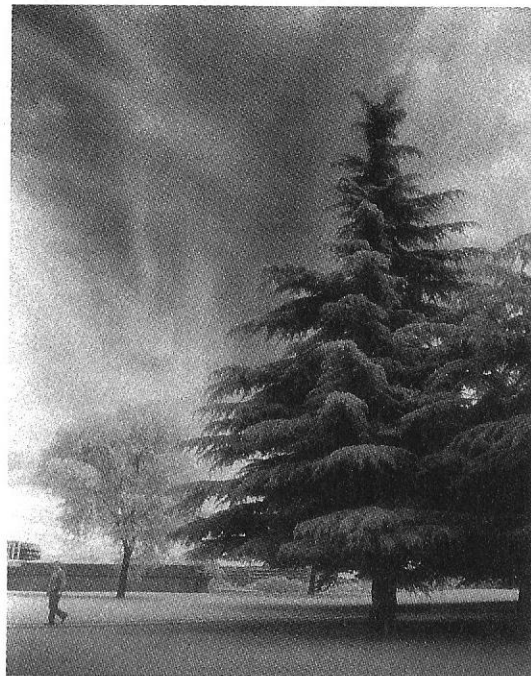
Por eso hacía falta la segunda ley de la termodinámica: "En un universo aislado, la entropía (el desorden) siempre aumenta."

Eso explica que el vaso pueda romperse al caer—aumenta el desorden—, pero impide que al lanzarlo al aire recupere su forma original, porque la entropía disminuiría violando esta segunda ley. También explica que una vez que convertimos un litro de gasolina, que la quemamos desordenándola químicamente para producir trabajo con el motor del coche, es imposible reordenarla de nuevo invirtiendo el movimiento del motor del coche, porque la entropía disminuiría. En la vida de una célula, explica por qué en el proceso de alimentación y metabolismo de los alimentos, el desorden químico que se genera en ellos no es reversible, porque disminuiría la entropía.

Entonces el crecimiento y la muerte de la célula, íntimamente ligados a su metabolismo, por ser también un proceso de desordenación, no pueden revertirse, y la muerte de la célula es, como ya sabemos, irreversible.

La formulación de que el universo tiende al desorden es equivalente a afirmar la irreversibilidad del tiempo. Si nos figuramos que el tiempo fuera reversible, todos los procesos serían reversibles. Bastaría con invertir el tiempo para revivir una célula muerta. Pero la

Si dejamos caer una pelota sujeta por una goma, volverá a la altura de nuestra mano. Lo mismo el péndulo de un reloj de pared



irreversibilidad del tiempo está íntimamente ligada a la tendencia irremisible de aumentar el desorden. De hecho, desarrollando fórmulas termodinámicas puede demostrarse su equivalencia matemática.

Si aplicamos esta ley de la termodinámica sobre los seres vivos, algo muy sustancioso, nos damos cuenta de que es la causa de la impermanencia de las cosas. Si los procesos pudieran ser reversibles, la muerte no sería más que un estado transitorio reversible. La impermanencia es la consecuencia de la irreversibilidad de los procesos reales. Cuántas veces no hemos sentido miedo ante la irreversibilidad de algunos sucesos en nuestra vida; cuando después de una pérdida, de un error, nos damos cuenta de que lo sucedido es irreversible, y nos preguntamos todavía cómo poder revertir ese proceso, mientras un frío entumecimiento se apodera de nuestro cuerpo. Seguro que todos podemos recordar situaciones, aún siendo niños, en las que la certeza de irreversibilidad de algunos sucesos nos han paralizado de miedo, mientras el frío de la impermanencia se anudaba en el estómago.

Aun admitiendo que es esa tendencia incorregible del cosmos a aumentar el desorden la que nos empuja hacia esa desgarradora impermanencia, podemos desde la oscuridad del caos vislumbrar una luz esperanzadora. ¿Puede el caos convertirse en orden? ¿Puede la desordenada arena del desierto agruparse y ordenarse formando un cristal de rosa del desierto? ¿Puede el lodo que se seca resquebrajarse en hexágonos regulares? ¿Puede el

caos de una tormenta crear un tornado? ¿Puede el carbón negro convertirse en un perfecto diamante translúcido? Si hemos dicho que el universo tiene al desorden y lo tenemos cotidianamente asumido, ¿cómo es posible que del caos, a veces, puedan emerger formas ordenadas como lo que se conoce como fractales? ¿Incumple eso el segundo principio de la termodinámica?

Lo cierto es que las formas fractales que se observan, por ejemplo, en la formación de los cristales, no incumplen la ley de crecimiento entrópico, puesto que para crearse consumen energía o desordenan su entorno en mayor medida del orden que han obtenido. Algo parecido a lo que ocurre cuando construimos un edificio: para hacerlo generamos una cantidad de desechos, de detritos, de destrucción del entorno, que superan en creces el volumen construido. Eso explica también cómo, los residuos vegetales, aplicando calor y presión en el interior de la tierra, puedan convertirse en un mineral más ordenado como el carbón, primero, y en un diamante (una estructura cristalina perfectamente ordenada), después.

Así pues, ya vemos que las estructuras ordenadas que aparecen espontáneamente no incumplen el mencionado principio del crecimiento del desorden, pero su rareza las hace atractivas. La participación del azar en el origen de la formación de estas estructuras las convierte en un misterio entrañable de la naturaleza. Acostumbrados como estamos al acuciante desorden cósmico, nos sorprende el orden espontáneo de un cristal, de una nube, de

¿Cómo es posible que del caos, a veces puedan emerger unas formas ordenadas, lo que se conoce como fractales?



Se prepara una disolución de agua con sales de óxido de cobre o de zinc, se calienta y se deja reposar. Bien fría, basta un golpe y empieza a cristalizarse.

una paisaje. Incluso me atrevería a decir que esas formas espontáneas encierran una belleza irresistible, algo indescriptible, como cuando del caos subconsciente de un pintor, emergen unas formas abstractas que, plasmadas sobre una tela, emiten una inexplicable belleza.

Hablamos antes de la formación espontánea del diamante como un ejemplo de los procesos de cristalización de los minerales, pues es sin duda uno de los mejores ejemplos sobre la aparición del orden a partir del caos. ¿Cómo se produce esa cristalización? Uno puede provocar cristalización en el laboratorio, no para hacer diamantes, pero sí para hacer cristales de óxido de cobre o de zinc. Se prepara una disolución de agua con sales de este cristal, se calienta y se deja reposar. Cuando el líquido se enfría, los cristales empiezan a formarse. A veces se depositan suavemente en el fondo dibujando formas que reflejan su estructura interna más íntima. Pero lo más interesante es su cristalización abrupta. Y esto sucede cuando la disolución está sobre-enfriada, eso es que su temperatura está ya por debajo del punto en el que puede empezar la cristalización. Basta entonces con un pequeño golpecito, o con dejar hacer en el líquido una pequeña impureza y la cristalización comienza abruptamente. Y ese es otro hecho destacable en los fenómenos que estamos analizando de cambiar de estados desordenados a estados ordenados: la curiosa característica del cambio abrupto. Es decir, que una vez se han conseguido las condiciones de madurez para la formación del cristal, un golpecito, la reverberación de un sonido pueden hacer que la transición del desorden al orden se realice súbitamente.

Finalmente, lo más interesante de los principios de la termodinámica, del crecimiento entrópico, es aplicar todas estas teorías del caos a nuestra propia mente. Comprendemos por qué la tendencia natural de todo ser humano es desarrollar neurosis y otros desórdenes mentales, porque el desorden de su mente es el proceso natural de tendencia al desorden que compartimos con este universo de tiempo irreversible.

Algo que se puede mitigar o restaurar a través de energía procedente del exterior, el entorno social en el que vive, y la atención que nos prestan nuestros semejantes. Y somos todos conscientes que los desórdenes mentales y emocionales son uno de los males endémicos de la sociedad contemporánea. Víctimas pasivas de la termodinámica, tendemos a desordenarnos irremediamente en el caos de nuestros deseos y esperanzas, de nuestros éxitos y fracasos, amenazados por el acuciante fantasma de la impermanencia.

Pero, ¿será posible que en nuestra mente, en la disolución de nuestros anhelos y emociones pueda cristalizar abruptamente un diamante? ¿Es eso posible? ¿Hasta qué temperatura tenemos que sobreenfriarnos para que el golpe de una piedra contra un bambú, el canto de un sutra o un pulgar alzado ocasione como un relámpago que nuestras pesadas ilusiones cristalicen en el más perfecto diamante?

El caos absoluto es un concepto romántico, pero sobre todo inquietante. Y lo más inquietante es esa oculta capacidad espontánea de que un relámpago estalle en cualquier momento y lo ilumine todo con una belleza absolutamente abrumadora.