

## COMPLEJIDAD Y EVOLUCIÓN

*You have to pick up the Bass, as Mingus called his, with audible capitals, and think of the slow years the wood spent as a tree, which might well have been enough for wood, and think of the skill of the bassmaker carried without great thought of it from home to the shop and back for decades, and know what bassists before you have played, and know how much of this is stored in The Bass like energy in a spring and know how much you must coax out. How easy it would be instead to pull a sword from a stone. But what's inside the bass wants out, the day one day you will. Religious stories are rich in symmetry. You must release as much of this hoard as you can, little by little, in perfect time, as the work of the body becomes the body of work.*

WILLIAM MATTHEWS.

El poema de William Mathews *Mingus in Diaspora*, se basa en el famoso contrabajista de jazz Charles Mingus para meditar en lo que para muchos parece ser el último proceso artístico y estético. Parafraseando palabras del músico, Mathews trazó el viaje que éste debe hacer en su labor física, a medida que el trabajo del cuerpo se transforma en una obra artística. El poema sostiene que a medida que escuchamos al músico, no sólo estamos presenciando una actuación, sino una conciencia que se extiende desde los procesos básicos de hacer la música y se sostiene todo el camino hacia el mundo natural. El músico tiene que pensar no sólo en la tradición a la que pertenece –y que otros músicos antes que él han forjado– sino en los elementos, en la historia natural que se encuentra detrás de su instrumento. Este intrincado proceso musical es un gran paradigma para la creación artística.

Sin embargo, en otro contexto, en un contexto científico, el proceso puede darnos más luz y revelarnos lo que son la información, la complejidad y la evolución y como trabajan unidos.

Hace algunos meses el *New York Times* publicó un artículo sobre algo llamado “The Memoriad”, una competencia al estilo olímpico, en la que los participantes eran sometidos a una serie de pruebas, no en su destreza en algún deporte en particular, sino en la manera en que su memoria trabaja. Algunas de las pruebas incluyeron algo parecido a un exagerado y prolongado juego de memoria. Los contendientes tenían que descubrir cartas y recordar su posición, de manera que cuando una carta similar apareciera en otra posición, ellos pudieran eliminar ambas del conjunto. Como muchas de estas competencias, ésta también parecía no sólo inocua, sino trivial. Quizá por esta trivialidad y el tono adulatorio que el periodista usaba al relatar las hazañas de los concursantes, fue publicada una carta al editor varios días después despreciando el talento de los competidores y del campeón. La carta intentaba recordar, tanto a los lectores como a los periodistas, que uno puede ser testigo de hazañas más sorprendentes de la memoria casi todos los días si –por ejemplo– tenemos la voluntad de comprar un boleto para un concierto y meditar por un minuto los logros de la memoria de un pianista de concierto.

Cuando asistimos al recital de una pianista o cualquier otro músico, no importa cuán torpe o hábil sea, estamos no solamente ante una sorprendente hazaña de la memoria, sino, quizá, ante una de las más claras expresiones de lo que en este capítulo llamaremos complejidad. Pensemos un poco en esto: la pianista en un momento

dado tiene en mente una página completa de la música que está interpretando. Ella probablemente la habrá leído. En otras palabras, el sentido de la vista le transmite no el sonido que está produciendo, sino el símbolo de esos sonidos. Y mientras ella los pudo haber oído mentalmente antes de tocarlos, lo que finalmente sucede es que su cerebro cambia la información visual en una sensibilidad motora que desencadena órdenes para que sus dedos presionen determinadas teclas, en un proceso en que la mente está adquiriendo conocimiento y los centros de memoria del cuerpo recordando y esto se nota mucho más en disciplinas como la música, en las que la precisión y una especie de visualización, van de la mano. En breve veremos que éste no es necesariamente el caso. Por lo pronto vamos a continuar con nuestra pianista; la pieza de música que esta interpretando puede ser, por ejemplo, un preludio de Bach. Ella puede haber terminado de leer la música varias veces en el mismo tiempo que nos tomaría describir cómo toca la primera nota. En otras palabras, este diminuto proceso, la lectura y ejecución de una nota, no es solo un acto instantáneo, sino que es apenas uno de dos mil que se suceden en la ejecución de una pieza de dificultad intermedia. Vista, cerebro y cuerpo pueden, en otras palabras, repetir el mismo proceso unas dos mil veces en un lapso de tres minutos.

Por sorprendente que parezca esta hazaña, puede ser sobrepasada fácilmente por las máquinas que actualmente poseemos. Una computadora promedio, de hecho, con un software adecuado, es capaz de interpretar las notas y llevar a cabo su sonido. Las computadoras son hasta cierto punto máquinas complejas; sin embargo, el trabajo de la computadora no debe

confundirse con la hazaña del pianista. Muchos científicos, incluyendo algunos muy prominentes, se han vuelto locos con la revolución de las computadoras y la posibilidad de la inteligencia artificial, al grado de expresar pretensiones extraordinarias y declaraciones vergonzosas. Un par de ejemplos deben ser suficientes.

En su libro *Physics of Immortality*, donde podría haber dado una explicación sensata del Punto Omega, Frank Tipler cambia el argumento en una fantasía de ciencia ficción. El problema de Tipler es que da una explicación que sobrepasa la lógica. Su argumento es el siguiente: si vamos a seguir desarrollándonos de manera que nuestra civilización o nuestros descendientes sean capaces de llegar a la vida eterna que el Punto Omega promete, debemos colonizar el espacio, porque ni el Sol ni la Tierra durarán tanto tiempo. Inmerso en el sueño de ciencia ficción de Tipler uno puede encontrar la noción de que tal como la Tierra y el Sol tienen sus límites, el cuerpo y la mente también, por lo que sólo las máquinas, supercomputadoras de generaciones mucho más avanzadas que las que conocemos, podrán llevar a cabo nuestro esfuerzo evolutivo. La ingenuidad de este concepto depende de la falla en distinguir entre un concepto preciso y uno “emboscado”.

Cuando los científicos postulan el Punto Omega, piensan en la confluencia de todas las energías en un solo punto. A la energía organizada (o que produce la organización) le llaman información. Por lo tanto, lo que ellos visualizan es la información llegando a este punto final del universo. El problema aquí es el término. La información como concepto ha sido tomada en préstamo de la

comunidad de la inteligencia artificial y las computadoras. En el mundo de la computación, información es cualquier cosa que pueda ser codificada en términos binarios. No se describe de qué tipo de información se trata; en otras palabras, no es necesario, solamente es un término relativo, un término que indica un proceso, no un contenido; para la computadora, *Don Quijote de la Mancha* de Cervantes, *Mein Kempf* de Hitler, el menú de un restaurante o una forma de impuestos, son lo mismo, información. Tipler no es el único que tropieza cuando argumenta que la complejidad es inherente tanto a los humanos como a las máquinas. De hecho, uno de los más rigurosos y absurdos argumentos que apoyan la complejidad de las computadoras está en el primer capítulo del libro de R. Dawkins, *The Blind Watchmaker*.

Así que la pregunta que surge es: ¿en qué se diferencia la pianista de la computadora? ¿por qué es más complejo el mecanismo que opera en el caso de la pianista que en el de la computadora? Si la pianista a la que estamos haciendo referencia es una profesional, en el momento en que está leyendo una pieza de música, a condición de que nunca la haya escuchado, aun en grabación, lo primero que hará será empezar por descubrir patrones. El patrón más básico para los humanos es el ritmo, por lo que deberá encontrar primero, por ejemplo, la manera en la cual las semicorcheas que son ejecutadas por la mano izquierda, requiere un efecto de *staccato* que hace destacar la melodía ejecutada con la mano derecha. Deberá también notar que los temas se van repitiendo en variaciones, así como su dinámica y sus articulaciones. Su trabajo, en otras palabras, está lleno de cambios repentinos. Si

ella quizá empieza como una autómatas, haciendo un trabajo que cualquier computadora puede llevar a cabo, a medida que su interpretación avanza, empieza a depender de una memoria más profunda, no sólo de la habilidad para descifrar la información, como hacen las computadoras, sino a poner en juego la habilidad para utilizar la información del pasado, la habilidad de usar una “visión retrospectiva” para determinar un resultado. Esto último hace una distinción crucial, y si no es todavía una descripción profunda de lo que es la complejidad, por lo menos está cerca. Usamos el término visión retrospectiva adrede: después de todo las computadoras realizan trabajos por medio de la memoria que les proporcionan los programas de aplicación. Las computadoras no tienen lo que hemos llamado visión retrospectiva.

Estamos siendo quizá hasta ridículos por la manera en que simplificamos el proceso, puesto que aun antes de que la pianista dé un segundo repaso a la pieza, empieza a ponerla en contexto. Esto requiere de la visión retrospectiva y de una memoria que se pueda expandir como no lo puede hacer ninguna computadora. La memoria documentada que ha pasado como conocimiento de generación en generación, y como tal es la más difícil de tratar porque es amorfa y cambiante. Veamos qué es lo que sucede: antes de que la pianista haya abierto la partitura por primera vez, con el solo hecho de saber quién la escribió, sabe el tipo de sonido que la música va a producir. Su memoria, en otras palabras, tiene guardado el tipo de idioma musical que se usaba cuando el compositor la escribió, por ejemplo al final del siglo XVIII o principios del XIX. Y en cuanto a que la música sea famosa, como el tardío Haydn o el

Beethoven en su época temprana, o menos conocida, como una sonata de Dussek, ella tendrá cierta idea de cómo usar el pedal, articular las frases y escoger sus tiempos. Así, en el segundo repaso de la interpretación, lo que hace se volverá más difícil, pues tendrá que descubrir la individualidad y el mensaje de la pieza de música. La visión retrospectiva tendrá que ser de mucho más alcance. No solamente tendrá que tomar decisiones, sino que empezará a comparar en el amplio banco de datos que guarda en su mente. Entonces podrá descubrir, quizá, cómo cierto pasaje evoca el estilo o la frase de otro compositor y puede entonces darse cuenta de que el *staccato* tiene una calidad nerviosa o vibrante que a otra pieza le falta, etcétera.

En el capítulo previo discutimos los sistemas caóticos. Lo que aquí hemos presentado es un sistema caótico en su más alta expresión. El resultado no puede ser previsto porque existen demasiadas variables. Lo que tenemos también es el regalo más grande de la complejidad, un cuerpo y una mente –no solamente el trabajo de la mente de la pianista, sino el trabajo de su cuerpo entero– que puede determinar el resultado de un sistema caótico. Si saltamos hacia adelante, por motivos de brevedad, hasta el momento en que la pianista haya finalmente memorizado y entendido la obra completa, podremos ser testigos de la conciencia, la visión retrospectiva y la memoria, que combina de cierta forma el movimiento de brazos, muñecas, dedos, piernas y pies, para que produzcan un resultado predecible.

El llamar a este trabajo información, el imaginar que de alguna manera pueda ser cuantificado y guardado en un código binario, no

sólo es reductivo sino torpe. Y claro, nosotros podemos adquirir la interpretación de la pianista en un disco, podemos ponerlo en el reproductor que leerá “unos” y “ceros” y los transformará en sonidos, pero es un terrible error pensar que porque podemos reproducir el trabajo de la pianista, éste puede ser reducido a unos y ceros. Lo que obtenemos es una grabación de un momento, una grabación de una conciencia trabajando, pero no podemos capturar la conciencia misma. Ésta es la distinción crucial que algunos científicos no han tomado en cuenta cuando usan el concepto de información como un término general.

La complejidad, como la hemos definido, involucra tres aspectos: el uso de la memoria y la visión retrospectiva para predecir un resultado, y la habilidad para obtener de sistemas caóticos resultados consistentemente previsibles. Y por último, algo que no hemos mencionado porque es muy obvio para ser mencionado, pero al mismo tiempo es bastante importante para omitirlo: la complejidad, para decirlo de alguna manera, es como un filtro que toma la energía, la destila y la transforma y la libera. Siendo simplistas podemos decir que cuando pagamos nuestro boleto de entrada al recital, estamos dando testimonio de cómo la nutrición de la pianista, que sustenta su cuerpo, produce otras clases de energía, en este caso, por supuesto el sonido, pero un sonido con tonos semánticos y emotivos.

Ha sido nuestro argumento durante todo el tiempo, que la complejidad que nuestra pianista parece expresar, no es exclusiva de los artistas, ni de los humanos, sino que –por supuesto a diferentes niveles– está profundamente arraigada no sólo en la vida



sino en las estructuras inorgánicas –proporcionando así un sentido a la trayectoria de la evolución– y también en la materia misma.

Ambos argumentos nuestros son polémicos. Ya hemos visto cómo prominentes científicos como Stephen Jay Gould han dedicado el trabajo de toda una vida a un intento de desmentir la existencia de cualquier sentido, de cualquier flecha en la evolución.

Igualmente, físicos prominentes han sostenido que la energía es energía y la información es información y, así, no existe diferencia entre la nutrición de la pianista y su actuación, puesto que ambas son cuantificables. Más allá, ellos discuten que no hay pruebas para pretender que la tendencia a la complejidad es inherente a la materia.

Todos sus argumentos parecen a primera vista convincentes. Después de todo, quien quiera puede ir y reproducir, o “bajar” de internet el primer movimiento de la *Heroica* de Beethoven, leer todo Aristóteles o jugar un juego de computadora. Para la computadora y para el servidor, no hay distinción entre Aristóteles y Mario Brothers. El procesador leerá todo el material como unos y ceros y la computadora usará la misma cantidad de electricidad cada minuto, mientras que el usuario podrá escuchar a Beethoven o bajar basura de su correo electrónico. Así que lo que hay que preguntarles a aquellos que se niegan a aceptar el reduccionismo al cual las computadoras y la terminología de la física parecen condenarnos es: ¿hay algo en la ciencia que pudiera desmentir el hecho de que toda la energía es igual y toda la información es igual? ¿existe algo, en otras palabras, que por lo menos parezca insinuar el hecho de que aun cuando todos los sistemas consuman la misma energía, a

medida que su nivel de complejidad se incrementa, la energía que utilizan no sólo se usa más eficientemente sino que realmente se transforma en energía útil? Como ha sido el caso a lo largo de todo el libro, la evolución, pese a su falta de precisión predictiva, parece tener la clave. Una de las cosas más impresionantes que se observan en *El origen de las especies*, quizá más que ver la mente de Darwin trabajando, es el subyacente dolor, la verdadera conciencia de sufrimiento que Darwin le dio a su teoría. No fue un frío científico de laboratorio, sino uno muy curioso –inquisitivo–, que habiendo descubierto que ni la conservación ni la innovación eran la clave de la teoría, se dio cuenta constantemente de que por cada miembro de una especie que logra heredar su material genético, hay muchos que perecen en el proceso. De hecho, una de las sentencias centrales de Darwin puede ser la que sigue:

En el estudio de la naturaleza es de lo más necesario tener siempre en mente las anteriores consideraciones –nunca olvidar que puede decirse que cada organismo individual que se encuentra alrededor de nosotros, está esforzándose hasta lo máximo para incrementar el número de individuos de su especie; que cada uno ha vivido luchando en algún periodo de su existencia; que las grandes destrucciones inevitablemente caen entre los jóvenes como entre los viejos, durante cada generación o a intervalos recurrentes.

El estar consciente de la destrucción y de la muerte es central a la evolución, y entendiendo su papel podemos empezar a reconsiderar si queremos seguir pensando tanto en la energía como

en la información de la manera indiscriminada en que lo hemos hecho.

Imaginemos un grupo de ballenas y que regresamos a la indiscriminada cacería de ellas como se hizo en el siglo XIX. Si estas ballenas se extinguieran, no solo perderíamos a un actor central de cierto ecosistema, sino que, como las ballenas son un tipo de inteligencia, una manera específica de entender el mundo, la pérdida sería una pérdida de conocimiento, que no va a transmitirse más, que no evolucionará más. Imaginemos de la misma manera lo que sucedió en el siglo XVII cuando los colonizadores acabaron con etnias enteras y sus lenguajes desaparecieron completamente, así como la manera de preparar sus alimentos, su música, etc.

La selección es una espada de doble filo. La razón de la selección, el porqué dentro de las especies muchos miembros están condenados a desaparecer antes de que transfieran su material genético, es la escasez de los recursos. En otras palabras, la selección es la manera mediante la cual la naturaleza puede distribuir los recursos y ha sido capaz de conservar la energía. Porque tantos miembros de una especie dada perecen, las especies pueden sobrevivir. Al mismo tiempo, no debemos olvidar que en la muerte de cada miembro de una especie se tiene una pérdida de una pieza única de información. Es esta dicotomía pérdida-ganancia, la que requiere un balance. El intercambio de información por energía, el intercambio de recursos por una estampa genética menos, tiene que ser, en palabras de Darwin, constantemente puesto en "revisión", de otra manera la población se merma o probablemente

aumente vertiginosamente hasta que agote sus recursos y se prive de comida, hasta que consuma toda su energía.

¿Cómo puede la visión de Darwin sobre la selección redefinir el actual concepto, tanto de conservación, como de energía? La respuesta descansa en su énfasis en el balance, en la insistencia en que tal o cual sistema, pese a su crueldad y al sufrimiento que impone, está finamente sintonizado. Insistiendo en esto, lo que Darwin subraya es la manera en la cual un organismo complejo, un organismo cuya existencia depende de una molécula codificada con información compleja, depende también de una red de relaciones más amplia. En otras palabras, para Darwin ni la información ni la energía pueden ser transferidas al vacío, son parte de un sistema mayor. La visión de Darwin es por supuesto la verdadera semilla de la cual creció la ecología. Pero antes de discutir la ecología, veamos cómo, pensando en la información y la energía en un contexto más amplio, podemos empezar a redefinir ambos conceptos.

Para lograr esto debemos ubicarnos en un escenario a la vez simplista e improvisado. Es, por supuesto, difícil de discutir que actualmente los humanos somos parte de un ecosistema, aunque es innegable que dependemos de los recursos del planeta; nuestra presencia en él ha sido, más que cualquier otra, la que ha conducido a transtornar los balances y “revisiones” que Darwin menciona. Sin embargo, porque nuestro escenario, pese a su naturaleza simplista, no está muy lejos de la realidad, puede servir para ilustrar. Nosotros extraemos nuestro sustento, nuestra energía, del alimento que consumimos. Nuestros cuerpos son fábricas que procesan lípidos, proteínas e hidratos de carbono y los convertimos en combustibles

que no sólo mantienen el cuerpo, sino que lo reparan. Diferentes combustibles, ya sea que provengan de fuentes diferentes –lípidos, carbohidratos o proteínas– producen resultados diferentes. Los azúcares, por ejemplo, son buenos combustibles, pero se queman rápido, no permanecen. Por siglos, la dieta de la población en general parecía bastante balanceada cuando el alimento estaba disponible (uno no debe olvidar que la falta de alimento suficiente debida a los malos cultivos y a la miseria urbana ha estado presente en toda la historia de la civilización). Aun hoy, la dieta rural consiste principalmente de vegetales y se deja la carne para ocasiones especiales. Esta dieta balanceada aun está en las noticias cuando nos hacen notar que la dieta mediterránea parece ser más saludable que otras dietas del norte, más abundantes en grasas. Y esto es también evidente en América, donde hasta hace poco tiempo la dieta de los países de América Latina era mucho más saludable que las de Estados Unidos.

La primera revolución culinaria llegó, como todas, pegada a los talones de otra revolución. Las dietas excesivas, ricas en grasas y azúcares, sólo estuvieron al alcance de la realeza y los pudientes. Careme, el primer chef que empezó a sistematizar lo que ahora llamamos cocina clásica, pasó la mayor parte de su vida sirviendo en las cocinas de la aristocracia. Sus platillos eran elaborados y empalagosos aun visualmente. Sin embargo, una vez que la Revolución francesa depuso a la vieja aristocracia, muchos de los chefs que servían a los ricos y a los nobles, se encontraron sin trabajo. Fue entonces cuando el restaurante llegó a ser el lugar donde se iba a obtener un reconstituyente –en francés *restaurative*,

de allí el nombre – un lugar donde se podía ir a probar los sabrosos y elaborados platillos que antes estaban reservados a los ricos, y que los pobres y la clase media sólo comían en las ocasiones muy especiales. Esta revolución resultó semántica, pues transformó el significado de la comida. El cordero, reservado para la primavera y la pascua, por ejemplo, estaba ahora disponible diariamente. Las cocinas se empezaron a desarrollar, no sólo en la línea de los productos locales, sino en la de las sabrosas grasas que eran utilizadas como saborizantes. Aún hoy podemos distinguir entre la cocina francesa y la italiana por la grasa que usan: la primera usa mantequilla y la segunda aceite de oliva.

Mientras que esta revolución semántica en los hábitos alimentarios fue todavía tímida en cuanto a la dieta diaria se refiere, definitivamente impulsó o por lo menos se quedó corta con respecto a la subsecuente revolución culinaria. Como la anterior, la segunda revolución culinaria llegó en los talones de otra revolución, esta vez económica. Cuando la Segunda Guerra mundial llegó a su término, Estados Unidos experimentaron una abundancia que ninguna otra nación había experimentado. El “sueño americano” (automóvil, casa, seguridad económica, etc.), llegó a estar cada vez más cerca de la satisfacción, por lo menos para muchos. Donde hay seguridad económica en alguna medida, siempre hay comerciantes dispuestos a tomar parte de la riqueza. Algunos de los comerciantes que se beneficiaron de una manera fenomenal de esta abundancia fueron aquellos que estandarizaron e industrializaron los alimentos. En una cultura en la que la comida había perdido su significado, en la que un asado era tan común como un pan, en la que la comida y la ocasión

estaban ya divorciados, no fue difícil hacer de la carne, que estaba establecida como un alimento ocasional, el plato principal. Hoy, en su libro *Fast Food Nation*, Eric Schlosser nos lo recuerda: McDonald es el principal consumidor de carne de vaca en el planeta. Como tal, determina cuánta carne de vaca debe alimentarse, crecer, matarse y prepararse. Ellos están en la primera parte de nuestro escenario porque parecen ser los principales proveedores de energía a gran escala para la población de todo el planeta.

La pregunta es: ¿qué clase de energía proveen y a qué costo? Eric Schlosser argumenta que el costo de la “*fast food*” es abrumador puesto que somete a un esfuerzo excesivo tanto al jornalero no calificado como al ambiente. En su libro nos muestra que el cambio de la granja familiar a los “complejos industriales”, que ha permitido “dominar los mercados de productos de consumo uno tras otro”, se debe a tan “ecológico” costo.

La industria del empaquetamiento de la carne ha pasado de ser “un trabajo altamente especializado y bien pagado, al más peligroso trabajo en Estados Unidos” realizado por jornaleros no calificados, “transitorios e inmigrantes”. A su vez, por todos los recursos naturales y humanos, el consumidor obtiene una nutrición pobre: “a medida que la gente come más a menudo fuera de su hogar, consume más calorías, menos fibra y más grasa”. La baja calidad de la comida se hace evidente al comprobar cómo, en las últimas décadas, a medida que las cadenas de *fast food* se han establecido en todo el planeta, la tasa de obesidad se ha incrementado.

Uno de los argumentos centrales de Schlosser es que aunque lo parece la revolución de la *fast food* no es inevitable. De hecho,

muchos de los que se niegan a aceptar la cultura de la *fast food* siguen aún ofreciendo opciones. Una de estas opciones ante la absurda propuesta de la *fast food* de consumir grandes cantidades de energía para obtener poca energía adecuada que dar al consumidor, es una muy antigua. La comida hecha en casa es la respuesta a la baja eficiencia energética de la comida industrializada. Abramos cualquier libro de cocina étnica o regional y encontraremos no la fórmula de una industria, sino el conocimiento de los productos de la Tierra y su temporada, así como el conocimiento de cómo preparar los alimentos y cuándo deben comerse. Ésta es una clase especial de conocimiento y es bastante antigua. No sólo toma en cuenta los recursos, sino cómo se pueden aprovechar al máximo. En las dietas regionales encontramos gente interactuando con su medio ambiente, no sólo explotándolo.

Lo que tenemos en nuestros dos ejemplos, el de McDonald y el de la comida hecha en casa, es la manera como la energía puede usarse. El primer ejemplo nos señala una transformación de energía de baja eficiencia; el segundo, una transformación un poco más eficiente, y además tenemos a nuestras neuronas procesando sabores, olores y texturas. El primero nos da un conocimiento bajo, de sabores artificiales, de texturas suaves. En otras palabras, con McDonald obtenemos información “procesada”. Cuando el proceso lo hacemos en forma no industrializada, nuestro cerebro se estimula y obtenemos información nueva.

En lo que terminamos finalmente al ver nuestros dos platillos está el significado de la complejidad y su contraparte. Lo que hemos visto varias veces a lo largo de este capítulo es que la complejidad



es la manera como la energía se conserva. Esta conservación ocurre porque en cualquier instante, el sistema, tomando energía de su entorno, produce más de la que tenía al principio. Lo opuesto a la complejidad, no es, como muchos podrían pensar, la simplicidad o el desorden, sino la basura, el desperdicio. El desecho sucede cuando esas revisiones darwinianas no se producen y los sistemas se salen de balance. Imaginemos un ecosistema como puede ser un bosque en las cercanías o en medio de un área urbana; sus habitantes introducen muchas plagas, como pueden ser ratas, palomas, insectos nocivos, etc. Si el bosque es suficientemente grande, puede ser capaz de albergar mamíferos y aves depredadores, como zorras, águilas y búhos. Los bosques de la serranía del Ajusco, el Desierto de los Leones o el bosque de Tlalpan, en alguna época grandes ecosistemas, nos pueden servir de ejemplo. Todos los animales que no son depredadores requieren, por supuesto, espacios para recorrer y alimentarse. Pero más importante aún, requieren una revisión, un control en la diseminación de su población. En estos bosques a los que nos referimos el problema actual es la sobrepoblación de plagas de todo tipo y son el mejor ejemplo de un sistema que ha perdido el balance. Los coyotes y tlacuaches, las serpientes de cascabel y los grandes búhos, fueron llevados a la extinción debido a una obsesiva y patológica cacería desde comienzos del siglo XX. Sin control, cualquier población crecerá vertiginosamente, y esto ha sucedido en los bosques en cuestión. La falta de balance acabó con varias especies en ellos. De las restantes algunas han prosperado bien y otras han desaparecido. El gusano descortezador, las ratas, los perros, los gorriones carroñeros, etc. sustituyeron a los cenizales,

los canarios, el conejo teporingo, etc. Los nuevos habitantes de éstos ahora mal llamado bosques, incluyendo a los humanos, que en mayor medida han propiciado la situación, están a punto de terminar con los recursos. La vegetación, por otro lado, no ha sido más afortunada; el bosque que cubría la mayor parte de esta zona se está muriendo, y se morirá si no se toman medidas para reducir las plagas. Las actuales especies están acabando con sus propios recursos. Y esta situación es la ejemplificación del desperdicio, de la basura. Éste es un sistema que utiliza la energía en su propio perjuicio. Y al final, la suma de toda esta energía llegará al mínimo. La entropía al máximo. El material genético, tanto de las plantas como de los animales, no podrá transmitirse más. Se llega al desgaste cuando la energía que se consume tiende a la “suma-cero” total.<sup>1</sup>

El reverso de la suma-cero, la contraparte, es por supuesto la complejidad. Mucha gente que ha malentendido a Teilhard de Chardin, ha discutido que en sus escritos uno puede ver el mismo tipo de misticismo predestinado que abunda en escritores como Bergson. Ellos argumentan que Teilhard de Chardin ha impuesto una flecha a la evolución, un sentido que es falso. Ciertamente aquí hay una lectura equivocada. En realidad los escritos de Teilhard de Chardin son sobresalientes en todos sus temas pero, en especial, son los mejores escritos sobre la evolución en todo el siglo XX, porque fue lo suficientemente presciente para eliminar la idea de pirámides en su discusión de la evolución y reemplazarlas por dos conceptos que son fundamentales para entender el universo evolutivo, la energía radial y la complejidad. Ambos conceptos son

complementarios y, de hecho, la energía radial, por así decirlo, nos brinda la manifestación visual de la complejidad. Complejidad del funcionamiento de las estructuras que refleja la complejidad de su conocimiento.

Hemos discutido en un capítulo previo la definición de energía radial. Pero para Teilhard de Chardin, la imagen de la rueda con sus rayos disparándose hacia todas partes es más predominante que sólo describir una energía que trabaja por debajo de niveles detectables. Uno puede decir que una vez que él identificó la función de la energía radial, fue lo suficientemente astuto, como los geómetras griegos, para entender que lo que está informado a pequeña escala, tiende a realizarse a escalas más grandes. Si el dominio de la energía radial puede invertir la entropía y balancear las fuerzas, entonces esto se debe a que su estructura es eficiente: debe poder lograr aprovechar lo que consume, de manera que parezca que da más de lo que recibe. Pero hay más, al encontrar una estructura eficiente, uno encuentra una estructura que se replica a sí misma con ligeras variaciones. Esta idea de la réplica con variaciones es lo que las matemáticas fractales han aclarado más que ninguna otra disciplina.

Como el caos, los fractales son una rama moderna de las matemáticas y, pese a su relativa novedad, sus consecuencias han sido penetrantes en otras ciencias. Lo que las matemáticas fractales sostienen son dos cosas. La primera es que existen estructuras iniciales que se replican a escalas más grandes. Uno de los principales ejemplos que usan son los mapas de las costas. Si se aumenta la escala gradualmente y se observa cómo varía la

estructura de la costa, uno se encuentra que la misma geometría se repite con ligeras variaciones, a mejor y mayor escala cada vez. La segunda cosa que implican las matemáticas fractales es que al detectar estructuras que se replican con éxito en orden de ir en contra de la entropía y del desorden, éstas señalan ciertas guías para la posible “evolución” de una entidad o sistema. Para entender esto será útil regresar a nuestro mapa de la costa. La costa es una estructura que ha sido moldeada por la erosión y las fuerzas geológicas. Como estructura, se defiende de la presión y la gravedad, y si bien se erosiona lentamente, cede a lo largo de grandes periodos de tiempo. El proceso como sus estratos, sus rocas, sus bancos de arena y aun sus arrecifes se van conformando, es lo que permite a la costa minimizar los efectos de fuerzas que la pueden destruir. Lo que la réplica de lo pequeño a mayor escala logra es permitir la estabilidad de las estructuras mayores. Teilhard de Chardin entendió esto intuitivamente y encontró en la energía radial la semilla de toda organización de estructuras mayores; la semilla, en breve, de la complejidad. Quedan algunos pocos puntos que tratar acerca de esta energía y el porqué sirve de semilla a estructuras complejas. La estructura radial no es, sin embargo, jerárquica. A diferencia de la pirámide, que da prioridad y privilegia bases o crestas, y a diferencia de las flechas, que señalan un sentido, la energía radial solo permite interrelación e interdependencia. En otras palabras, la estructura radial crea redes para entender la evolución. La evolución, bajo esta luz, no es una especie de juego de mutaciones sin fin, que ocurre mediante ensayos y errores, ni algún fenómeno orquestado; por el contrario, es

el probar la viabilidad de una estructura y, en ese probar, uno encuentra el aumento de posibilidades y de lo extenso de la red inicial.

Muchos han encontrado la visión de Teilhard de Chardin meramente poética. Sin embargo, la energía radial es literal. Encontramos sus variaciones cada vez que volvemos la mirada y observamos la manera en la cual la naturaleza ha invertido la entropía, el caos y el desorden. La encontramos en el átomo; hasta donde sabemos, el modelo orbital ha sido reemplazado por uno más amorfo, y pese a esto, a lo amorfo del nuevo modelo, lo que encontramos ahí al final es un modelo de interdependencia entre los “rayos” y el centro. Encontramos otra variación impresionante en una de las más majestuosas estructuras que han emergido en el intento de la naturaleza para defenderse de la entropía: la molécula de ADN. Aquí, a diferencia de lo que sucede en el átomo, tenemos el principio de una estructura que se desenvuelve a partir de su modelo inicial que era estático. A pesar de todo los rayos centrados están ahí. Esta vez la interdependencia, la red, es más profunda, y si lo es, esto se debe finalmente a que la estructura radial es capaz de guardar información. La red, que era solamente una cadena proteica, fue finalmente capaz, como sistema, de producir más que sí misma por un método diferente que la simple yuxtaposición, que es el método mediante el cual los átomos se ligan para formar materia estable. Ahora puede procesar la energía, el calor, la luz y polimerizarse, replicándose una y otra vez. Desde entonces, la historia es bien conocida y ha sido contada varias veces por algunas de las más eminentes mentes.

---

<sup>1</sup> Cuando hablamos de “suma-cero” (*zero sum*) nos referimos a este concepto según la teoría del juego, que discute que los sistemas complejos rechazan la suma-cero.