

STUART KAUFFMAN, AUTOORGANIZACIÓN BIOLÓGICA Y SELECCIÓN NATURAL

Joaquín González Álvarez



Stuart Alan Kauffman es uno de los más distinguidos biólogos teóricos en el campo de la complejidad biológica. Sus investigaciones están dirigidas al análisis crítico de la Teoría de la Evolución en su estadio actual conocido como Síntesis Evolutiva Moderna. Kauffman no niega la Teoría de Darwin, sino que la complementa basándose principalmente en los aportes de la Teoría de la Complejidad.

Nació Kauffman en Estados Unidos el 28 de septiembre de 1939, sus estudios fueron multidisciplinarios como multidisciplinaria es la Teoría de la Complejidad, al abarcar temas de termodinámica de no-equilibrio, sistemas dinámicos no lineales, genética, etc., todos los cuales son utilizados por nuestro científico para sostener su tesis principal. Para tener idea de esta tesis kauffquiana será necesario previamente conocer lo esencial de las disciplinas antes mencionadas.

Tal como se adelanta en el título, uno de los conceptos claves en el tema, es el de autoorganización biológica lo cual requiere presentar uno de los conceptos más importantes no sólo de la ciencia, sino del conocimiento humano en general. Me refiero al concepto de *entropía*. Entropía es la medida del desorden. ¿pero qué es desorden en nuestro contexto?. Por orden entenderemos, el estado en que se encuentra un fluido no sometido a ninguna acción que tienda a impedir el movimiento libre, espontáneo, de las moléculas que lo componen. Así el aire en una jeringuilla cerrada por el extremo de la aguja, estará desordenado aunque no lo será completamente si está el émbolo tapando el otro extremo. Estará desordenado totalmente si sacamos por completo el émbolo. Ahora el desorden será el máximo en este sistema, la entropía será máxima, y... muy importante!, se dice de un sistema con máxima entropía (máximo desorden), que está en **equilibrio termodinámico**. De modo que en nuestro contexto **orden y equilibrio son conceptos antagónicos** aunque parezca paradójico. De ahora en adelante diré solamente equilibrio al referirme al equilibrio termodinámico.

La fundamental Segunda Ley de la Termodinámica dice: En todo sistema aislado la entropía (el desorden) tiende siempre a aumentar cuando no permanece constante. Vemos perennemente cumplirse esta ley, por ejemplo cuando se vira un vaso con agua, el agua se derrama, se desordena espontáneamente. Nunca hemos visto al agua entrar

espontáneamente al vaso. La naturaleza tiende al desorden, esto es, tiende al equilibrio. En el ejemplo de la jeringuilla si comprimimos el aire con el émbolo, tendremos el sistema *lejos del equilibrio* situación que desempeñará crucial rol en la explicación de la tesis de Stuart Kauffman, como veremos mas adelante, porque la autoorganización biológica se produce en sistemas lejos del equilibrio. En el caso de la jeringuilla se advierte claramente que para alejar a un sistema del equilibrio es necesario forzarlo, esto es suministrarle energía. En el alejamiento del equilibrio, la entropía disminuye y para que se cumpla la Segunda Ley, aumentará la entropía en el medio exterior al sistema.

En los sistemas alejados del equilibrio ocurren fenómenos peculiares a la vez que muy importantes de los cuales ha realizado cruciales estudios el Nóbel belga Ilya Prigogini cuyos resultados constituyen la Termodinámica del No-equilibrio, la cual le valió el otorgamiento del preciado galardón a ese científico.

Estamos ahora en condiciones de ir adelantando algo sobre la autoorganización en un sistema alejado del equilibrio, aspecto fundamental en la investigación de Kauffman. Volviendo a la jeringuilla, el aire comprimido por el émbolo está a su vez presionando sobre el émbolo por tendencia de la entropía a aumentar produciendo una inestabilidad y si esta contrapresión llega a tomar un gran valor, tal que el émbolo se desplace a una nueva posición sin posibilidad de regresar, el sistema se habrá organizado en un nuevo estado, se habrá autoorganizado, *auto* porque el proceso ocurre entre los mismos elementos que componen el sistema.. Para mantenerse en el nuevo estado el sistema necesitará que se le suministre energía. Un sistema alejado del equilibrio, si se inestabiliza, se encontrará en estado de *caos determinista*. En nuestro contexto el importante concepto de caos significa que si las condiciones iniciales del sistema varían ligeramente, el estado de los componentes del sistema (ejemplo las moléculas de un fluido) varía notablemente haciéndose imprevisible. Se califica de determinista a pesar del desorden, porque a las puertas del caos (el aire en la jeringuilla al comenzar la inestabilidad) el sistema adopta un orden como ocurre en la autoorganización (en la jeringuilla en la nueva posición del émbolo). En estos sistemas complejos se observa emergencia del orden a partir del desorden como acabamos de explicar.

La Termodinámica del No-equilibrio es una de las vertientes de la Teoría de la Complejidad la cual trata de sistemas en los que surgen propiedades emergentes que no presentan sus elementos componentes aisladamente. Las moléculas que forman un tejido, aisladamente no presentan las propiedades que éste posee como sistema. Lo contrario a emergentismo es reduccionismo, esto es, tratar de explicar los fenómenos a partir de las propiedades de los elementos aislados del sistema. Los efectos que causa una acción sobre un sistema dinámico complejo no son directamente proporcionales a la misma, por lo que se dice que los sistemas dinámicos de los que trata la Complejidad, son no lineales. Los sistemas biológicos son dinámicos no lineales, por lo que en la lejanía del equilibrio se producirán fenómenos emergentes como la autoorganización biológica, concepto clave en la investigación de Stuart Kauffman. La autoorganización biológica se produce de forma similar a lo que en forma esquemática hemos esbozado con el ejemplo de la jeringuilla. Los sistemas biológicos son sistemas de propiedades complejas como el emergentismo y la autocreatividad. El ámbito de la complejidad no concede escenario al reduccionismo, sino a un constante proceso de autocreatividad y emegentismo, como el de la autoorganización

biológica, producto de cuyo proceso emergen nuevos sistemas aleatoriamente como pueden ser nuevos ejemplares de una especie, como eslabón de la evolución biológica. Según Kauffman la aleatoriedad es una característica de los procesos biológicos evolutivos.

Apoyado en lo explicado en las últimas líneas, Kauffman presenta su fundamental tesis que complementa genialmente la Teoría de Darwin, modificando la explicación de la *selección natural* relacionándola con la autoorganización. Según la tesis de la Síntesis Evolutiva Moderna (SEM), aceptada en el momento en que Kauffman da a conocer su idea innovadora, las nuevas especies son el resultado de la obtención de caracteres hereditarios, acumulativa por generaciones tras generaciones sucesivas de pequeños incrementos estructurales de los ejemplares, como tamaño, maniobrabilidad para vencer las dificultades que le presenta el medio, etc.. Los que logren esos cambios por supervivencia de los más aptos según la SEM, por herencia constituirán una nueva especie por selección natural de los más aptos. Ante lo improbable de este proceso, Kauffman explica la selección natural aduciendo que, si por eventos aleatorios de autoorganización, emerge un ejemplar que YA cuenta digamos con un órgano que le ha servido para subsistir, por ejemplo, YA cuenta con cuello de largo adecuado para alimentarse de frutas altas, este ejemplar transmite por herencia esa "ventaja" y surge la especie Jirafa.

Indiscutiblemente la tesis de Kauffman resulta mucho más aceptable que la propuesta en la SEM y ni decir que refuerza con argumentos de la ciencia moderna al evolucionismo frente al creacionismo.

No obstante ser Stuart Kauffman un científico de muy alto nivel, en cuya formación académica encontramos estudios doctorales en prestigiosas universidades de especialidades biológicas, químicas, físicas y filosóficas habiéndose graduado por último como médico, profesión que ejerció brevemente y sólo como investigador, no es un científico que pudiéramos llamar fundamentalista, que sólo admite el razonamiento más geométrico en el decir de Spinoza. Tampoco es materialista desde el punto de vista filosófico-teológico, aunque no reconoce la existencia de un dios personal y antropomórfico, advertimos en él a un no teísta capaz de sentimientos clasificables de espirituales y religiosos, que se conmueve como ha expresado en sus escritos, ante "esa autocreatividad de la naturaleza que sobrecoge y produce en nosotros una actitud de reverencia, de respeto y de misterio". De Kauffman ha dicho el teólogo jesuita Javier Monserrat que ha "reinventado la sacralidad".

Joaquín González Álvarez

j.gonzalez.a@hotmail.com