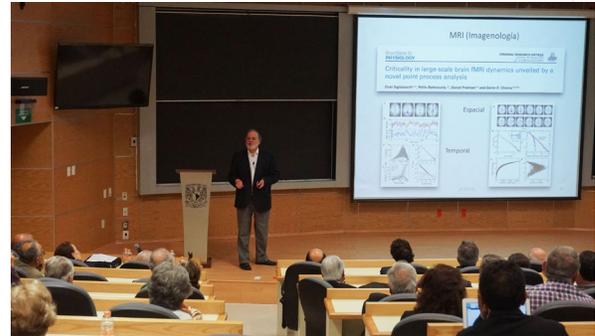


¿La Tierra se comporta como un ser vivo?

Neith Martínez Sánchez y Felipe Jiménez Rodríguez
19 de septiembre de 2018

En la década de los años setenta un químico llamado James Lovelock formuló la hipótesis de que la Tierra tenía un comportamiento parecido al de un ser vivo: se autorregula para mantener condiciones favorables para la vida, conocida como la hipótesis Gaia. Se han suscitado muchas discusiones en torno a su veracidad. Estudios recientes en el ámbito de las ciencias de la complejidad podrían apoyar lo dicho por Lovelock.

El pasado martes 11 de septiembre Alejandro Frank, coordinador general del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) e investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, impartió la [conferencia](#) titulada “Matemáticas y Biología, una visión compleja” donde presentó algunos resultados y proyectos futuros en torno al trabajo realizado estudiando los sistemas complejos, entre los cuales se habló de la Tierra



La conferencia se llevó a cabo en el marco del Congreso *El futuro de la ciencia: especulaciones y certezas*, que conmemoró el 60 aniversario de José Antonio de la Peña investigador del Instituto de Matemáticas de la UNAM, realizado en el Auditorio “Alfonso Nápoles Gándara” de dicho Instituto.

La complejidad

“La complejidad no es lo complicado”, comentó Alejandro Frank en los primeros momentos de su conferencia.

Un sistema complejo se encuentra en la frontera de dos tipos de sistemas. Por un lado están los sistemas con un comportamiento determinista, ordenado o simple; por ejemplo, la trayectoria de un balón de fútbol americano en el aire está totalmente descrita por una ecuación matemática. En el otro extremo están los sistemas aleatorios o desordenados, como las partículas de un gas que se encuentran a temperatura elevada, donde no es posible describir la trayectoria de cada partícula.

La complejidad tiene un comportamiento intermedio entre esos dos sistemas que se conoce como criticalidad, donde se aprecia una conexión entre todas las escalas del sistema o invariancia de escala, lo que permite que la información se transmita de manera óptima en todo el sistema.

Una manera de estudiar los sistemas complejos es mediante sus cambios de estado a través del tiempo o “series de tiempo”, donde también es posible observar la invariancia de escala. Al ver la serie de tiempo de un sistema complejo es fácil distinguirlo del comportamiento de un fenómeno aleatorio o de uno simple.

La complejidad de la vida

“En los seres vivos compiten dos características que son antagónicas”, mencionó el investigador. La primera característica es la robustez, es decir, que el sistema no cambie tanto, que sea estable. Por otro lado, que el sistema tenga adaptabilidad para hacer frente a cambios en el entorno.

Así es posible estudiar a los seres vivos desde la perspectiva de los sistemas complejos. “Nuestra hipótesis es que la criticalidad es el equilibrio óptimo de estas dos necesidades (comportamientos) y esto sería el motivo por el cual esperamos un comportamiento crítico invariante de escala en los sistemas vivos”, continuó Frank.

Frank y su equipo estudiaron una especie de nemátodo (*Caenorhabditis elegans*), un animal con forma de gusano cilíndrico, que posee una válvula que le permite moverse y que es parecida a un corazón. Al analizar la serie de tiempo de las contracciones de dicha válvula se encontró invarianza de escala, por lo que el comportamiento del nemátodo es también crítico.

Como ejemplo de este comportamiento robusto y adaptativo el conferencista habló del corazón humano. “Necesitamos que el corazón bombee de una manera segura, pero si viene un león persiguiéndome no quiero que el corazón siga tranquilo, necesito que el corazón bombee el oxígeno (en la sangre) a los músculos para correr”.

Se analizaron series de tiempo de corazones humanos, los corazones enfermos presentaron dos tipos de comportamientos: ordenado, como aquellos con insuficiencia cardíaca o aleatorio, de aquellos corazones que padecían fibrilación. Mientras que un corazón sano presentó invarianza de escala, es decir, el corazón está en el equilibrio óptimo o saludable.

El grupo de trabajo de Frank espera aplicar estas herramientas de la complejidad para estudiar padecimientos como la epilepsia. Por medio de varios estudios, mencionó Frank, se encontró que el cerebro mantiene un estado de alerta que es crítico; así la criticalidad funge como el estado de salud del cerebro, y en dicho estado de alerta la respuesta ante un estímulo es casi instantánea. Por ejemplo, cuando tocamos un objeto muy caliente retiramos la mano inmediatamente.

Se espera usar las señales que emite el cuerpo para generar alertas tempranas que avisen a una persona si su salud está cerca de sufrir una alteración.

La tierra y la complejidad

Con esta idea también se estudian los terremotos y las erupciones volcánicas, “Hay señales por todos lados, y creemos que el sistema nos avisa cuando va a haber un cambio”, dijo Alejandro Frank.

Uno de los resultados más emocionantes, comentó Frank, es estudiar la dinámica de la Tierra. Es conocido que la temperatura de la Tierra ha aumentado en los últimos años, fenómeno conocido como cambio climático. Se cree que es debido a los gases de efecto invernadero pero no es posible afirmarlo, pues la temperatura de la Tierra ha variado mucho a lo largo del tiempo, mencionó Frank a los asistentes.

A pesar de que gran parte de la comunidad científica está convencida de que el calentamiento global se debe a la actividad humana, todavía existen dudas sobre el origen de este fenómeno. Muestra de ello es la discusión publicada por la cadena de información alemana Deutsche Welle: [“Escépticos del clima: el calentamiento global divide a la comunidad científica”](#).

Alejandro Frank presentó las gráficas de las variaciones de la temperatura por décadas desde 1880. “Para nuestra gran sorpresa la temperatura de la Tierra se comporta como un ser vivo”, apuntó Frank. La Tierra presentó comportamiento crítico en los primeros años pero desde la década de los años cincuenta los datos se parecen a un sistema que ya no está en estado crítico y es similar al comportamiento de un corazón no saludable.

“La criticalidad parece ser el equilibrio evolutivo de los sistemas complejos”, concluyó Alejandro Frank.