La forma de la naturaleza

Israel Colchado Flores*
7 de febrero 2018

Un banco de peces o el patrón de crecimiento de una colonia de bacterias son ejemplos de sistemas biológicos complejos con comportamientos auto-organizantes. Para estudiar la dinámica de estos colectivos se han desarrollado modelos teóricos que asumen poblaciones homogéneas en términos de su cinética y comportamiento.

Sin embargo, para Hiroki Sayama director del *Center for Collective Dynamics of Complex Systems Binghamton University* (CoCo), "existe una brecha entre estos modelos con la realidad", ya que no permiten captar fenómenos observables en el mundo real como la morfogénesis –la adquisición de forma— de organismos multicelulares o el crecimiento y auto-organización de sistemas sociales humanos.

En muchos de estos modelos se ignoran propiedades que los elementos del conjunto poseen, explicó el profesor del departamento de Ciencia de Sistemas e Ingeniería Industrial, particularmente cuando se trata de describir la forma que adquieren estos sistemas biológicos (morfogénesis).

En su conferencia, *Self-Organization of Morphogenic Collective Systems*, impartida durante la Segunda Semana de Ciencias de la Complejidad el pasado 1 de febrero, el Dr. Sayama presentó tres pincipios morfogénicos que deben incluirse en los modelos de comportamiento colectivo biológico: heterogeneidad, capacidad de compartir información y, que estos elementos puedan diferenciarse y re-diferenciarse.

¿De dónde venimos?

Si usted ya leyó la más reciente novela de Dan Brown, Origen, reconocerá la pregunta que encabeza esta sección. Para Sayama, una de las principales preguntas que se busca responder en el campo de los sistemas complejos es la evolución entre el mundo micro y el mundo macro. "En mi agenda de investigación escogimos la adquisición de la forma (morfogénesis) como un ejemplo para cuestionar el acertijo que la transición de lo micro a lo macro representa", explicó en entrevista.

Usando los tres principios morfogénicos es posible construir un sistema morfogénico colectivo, esto es, un sistema compuesto por un gran número de componentes que se auto-organizan para dar lugar a estructuras y comportamientos "no triviales".

Luego, mediante simulaciones computacionales es posible ver algunos de los efectos de introducir estos principios al comportamiento de colectivos. De esta forma se definen cuatro distintas clases de sistemas morfogénicos colectivos, donde cada clase, suscesivamente, es más compleja que la anterior.

Comportamiento de enjambre

La clase A está formada de individuos homogéneos, mientras que en la clase B hay heterogeneidad. Por su parte, los elementos de las clases C y D son capaces de seguir ciertas reglas (diferenciarse/re-diferenciarse), aunque la capacidad para compartir información (comunicación) es exclusiva de la clase D.

Observando las diferentes simulaciones, es imposible no maravillarse sobre cómo, lentamente, las simulaciones "parecieran" cobrar vida propia.

Para poder describir los efectos en la organización colectiva dependiendo de la clase a la que pertenece el sistema, Sayama utilizó el modelo conocido como "química de enjambre".

Este modelo está formado por agentes heterogéneos (clase B) que se desplazan. Los resultados que obtuvo mostraron que la heterogeneidad de los componentes tiene un impacto significativo en la estructura y comportamiento del sistema.

Si llevamos el modelo a la clase C o D, esto permite que el sistema tenga una organización coherente y que se obtenga una gran cantidad de comportamientos distintos (como la capacidad de repararse ante perturbaciones).

Lo que hace especial al modelo de Sayama es que, a diferencias de muchos otros, no pretende imitar la forma de moverse de un sistema, sino que pretende vislumbrar nuevas propiedades morfogenéticas de los sistemas colectivos.

Incluso aquellas que no existen en la vida real.

Aquí algunas de las simulaciones:

https://www.youtube.com/watch?v=qSQOxfmjyeY

https://www.youtube.com/watch?v=UWsWzHVaZNg

https://www.youtube.com/watch?v=SO_EhKqXyX0

https://www.youtube.com/watch?v=0KzJre7b7HI

*Becario del Programa
UNAM-DGAPA-PAPIME PE308217

UNAM La Universidad de la Nación