

Máquinas que se autorreproducen y se autoorganizan¹

José Manuel Gómez Soto*



Imagine un universo plano, discretizado en cuadros, como una hoja cuadriculada. Cada cuadro puede tener valores enteros: 1, 2, 3, 4, usualmente pequeños. Cada uno de estos valores (o estados) cambia en forma paralela en todo el plano en intervalos de tiempo también discretos.

Lo que decide el nuevo valor de cada uno de los cuadros es una función que pregunta por el valor del cuadro que se quiere cambiar y el valor de los vecinos que lo rodean. A cada cambio de los valores del plano se le conoce como *generación* y el cambio de los valores de plano en plano se le conoce como *evolución*. Se tiene así un sistema dinámico discreto en el tiempo, en el espacio, así como en el valor de sus variables.

Este modelo sencillo conocido como *autómata celular* se le ocurrió a John Von Neumann y a Stanislaw Ulam en los años 50, para demostrar que no existe contradicción lógica en que una máquina se pueda autoreproducir. Von Neumann realizó esta demostración con un *autómata celular* con 29 estados, en el plano y una vecindad conocida ahora en su honor como la vecindad de von Neumann². En esa misma década, Watson y Crick encontrarían la estructura y función del ADN³ (Ácido desoxirribonucleico), que revelaría la forma en la que los seres vivos logran autorreproducirse, como un mecanismo que tiene un programa de instrucciones que se interpreta y copia para las siguientes generaciones. El mecanismo de autoreproducción que

había propuesto von Neumann en su modelo matemático. De esta manera y sin ser consciente tal vez de ello, Von Neumann había creado el modelo matemático más sencillo que sería utilizado después para tratar de explicar como se autoorganizan muchos fenómenos de la naturaleza⁴, preocupación que daría origen al área de Sistemas Complejos. La idea de sistemas donde miles o millones de componentes cuya interacción local lleva a fenómenos globales que no pueden explicarse a partir de los componentes individuales, es una metáfora que se encuentra en muchas partes de la naturaleza; por dar algunos ejemplos, considérese los cardúmenes, donde la interacción local entre los peces forman remolinos que los ayudan a ahuyentar de los depredadores, las parvadas que a nivel global se sincronizan, o las hormigas que logran como colonia llevar alimento de manera óptima al hormiguero.

Los autómatas celulares se utilizan en muchas aplicaciones, en problemas (voy a insistir) donde se vislumbra la existencia de muchos elementos con interacción local formando un comportamiento que va más allá de los componentes que lo forman. Con estos elementos en mente véase, por

¹ Artículo publicado en el editorial de octubre-noviembre 2007, de la página web de la Dirección de Posgrado e Investigación. (En línea). Disponible en: <http://comunidad.uisa.edu.mx/public_html/academica/posgrados/artanteriores/pdf/12%20oct-nov08.pdf>, consultada: 16 de enero del 2009.

² John von Neumann, *Theory of Self-reproducing Automata* (edited and completed by A. W. Burks), University of Illinois Press, 1966.

³ Watson J.D. and Crick F.H.C. (1953). *A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid*. Nature 171: 737-738.

ejemplo, el tráfico vehicular de las ciudades, donde cada vehículo se mueve de acuerdo a los que van en frente, y el flujo general se comporta como un fluido sobre las avenidas. En este contexto, los embotellamientos son un "ente" que se mueve en sentido contrario al flujo de los automóviles, hasta que los espacios de la ruta que va recorriendo logra desintegrarlo. ¿Cuál es la densidad vehicular óptima que debe tener una avenida para evitar embotellamientos? ¿Dónde deben establecerse pausas mediante semáforos para tener un flujo continuo? Estas y otras preguntas están tratándose de resolver analizando estos sistemas mediante autómatas celulares⁵. El paradigma, que ofrecen los autómatas celulares conocido también como de abajo hacia arriba⁶, ha permeado muchas áreas, entre ellas a la inteligencia artificial (I.A.), donde los nuevos enfoques para conseguir "inteligencia" tratan a este comportamiento como un fenómeno que surge de la interacción de componentes

"nointeligentes". De esta manera, conceptos como control descentralizado, enjambre de robots, o robots autoconfigurables han hecho presencia en los principales laboratorios de I.A. del mundo. Otras aplicaciones son los materiales magnéticos⁷, el procesamiento de imágenes⁸, en el estudio de sistemas ecológicos⁹, el encriptamiento de información¹⁰, la modelación del crecimiento de las manchas urbanas¹¹ hasta el crecimiento de tumores cancerosos¹², por mencionar algunas. Y mientras estas interesantes aplicaciones se están dando, los expertos del área siguen realizando estudios teóricos sobre los autómatas celulares para acercarse a dar respuesta a la pregunta fundamental de los Sistemas Complejos: ¿cómo y por qué, existen fenómenos que se autoorganizan?

*Investigador. Dirección de Posgrado e Investigación, Universidad La Salle, jmgomezgoo@gmail.com

De La Salle

⁴ Editado por: G. A. Cowan, D. Pines, and D. Meltzer *Complexity: Metaphors, Models, and Reality*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Proc. Vol. XIX, Addison-Wesley, 1994.

⁵ K. Nagel and M. Schreckenberg, *A cellular automaton model for freeway traffic*, J. Phys. I France 2 2221-2229 (1992).

⁶ Del comportamiento local y microscópico de los componentes hacia el comportamiento colectivo de todo el sistema.

⁷ Vichniac, Gérard, *Simulating physics with cellular automata*, Physica D, 10, 96-115, (1984).

⁸ Kendall, Preston, Jr. y Michael J.B. Duff, *Modern Cellular Automata: Theory and Applications*, Plenum Press, (1984).

⁹ Levin, S. A., T. M. Powell y Stelle J. H. (eds) Patch Dynamics, "Lectures Notes in Biomathematics," Berlin. Springer Verlag. (1983).

¹⁰ Gutowitz H., *Cryptography with Dynamical Systems, Cellular Automata and Cooperative Phenomena*, Eds: E. Goles and N. Boccara, K., Reidel Press (1993).

¹¹ Manrubia Sussanna C., Zanette Damian H. y Sole Ricard V., *Transient Dynamics and Scaling Phenomena in Urban Growth*, Fractals, 7, 1-8, (1999).

¹² T. Alarcón, H. M. Byrne and P. K. Maini, *A cellular automaton model for tumour growth in inhomogeneous environment*, Journal of Theoretical Biology, Volume 225, Issue 2, Pages 257-274, (2003).



DIRIGIDO A: Toda persona interesada en el estudio del arte y sus manifestaciones.

OBJETIVO: El participante valorará la importancia del arte y sus manifestaciones; desarrollará su capacidad de análisis y apreciación de acuerdo a los principios formales de cada una de las artes para lograr un mayor crecimiento personal y profesional.

MÓDULOS

- I. Pintura
- II. Escultura
- III. Música
- IV. Literatura
- V. Arquitectura
- VI. Cine

HORARIO: sábados de 9:00 a 14:00 h.

DURACIÓN: 120 horas (6 módulos de 20 horas cada uno).

INSCRIPCIONES ABIERTAS

Mtra. Guillermina Alonso Dacal
Coordinadora del Diplomado en Arte
Facultad de Filosofía
Benjamín Hill 43, Condesa, 06140, México, D.F.
Tel. 52-78-95-36, Fax: 52-78-95-02 ext. 2261
e-mail: gad@ulsa.mx
01800-LA SALLE (01800-5272553)

Diplomado en Arte

De La Salle



Universidad
La Salle®

Licenciaturas | Especialidades | Maestrías | Doctorados