

# Autómatas celulares

por

PEDRO LATORRE GARCÍA

(CPEPA Gómez Lafuente, Zaragoza)

La última exposición que estamos terminando de realizar la cuaterna de coordinadores del programa Conexión Matemática se titula *Las conexiones de las matemáticas*. Los carteles ya están completados y solo nos falta terminar las actividades. Los lectores de esta sección pueden descargar los bonitos carteles en el enlace:

<http://5.134.115.37/material/Conexiones-1.pdf>.

En la búsqueda de recursos para la elaboración de las actividades del ámbito de la biología he encontrado dos temas muy interesantes. El primero son los autómatas celulares y el segundo son los sistemas-L, que dejamos para más adelante. Como introducción visual a este último, recomiendo la página

<http://www.kevs3d.co.uk/dev/lsystems/>.

Definir un autómata es una tarea complicada para un buen docente y para mí es una misión casi imposible. Debido a la similitud de la evolución de estos objetos con una colonia de seres vivos empleamos una terminología propia de la biología. Partimos de un conjunto de células, que podemos suponer que son cuadrados o cubos. Cada una se encuentra en un estado: la célula está viva, muerta o incluso en más inquietantes formas. Llamamos *generación* al estado de todas las células en un determinado momento o paso; el autómata evoluciona de forma discreta, no continua. La transformación de una generación en la siguiente depende de unas reglas generalmente muy sencillas que suelen ser invariables a lo largo del proceso, aunque pueden hacer uso de la aleatoriedad.

Por lo tanto para definir un autómata solo necesitamos establecer el estado inicial de las células (generación inicial) y las reglas que determinan su evolución. Tanto si trabajamos en el plano con cuadraditos o en el espacio con cubitos, nuestro conjunto de células lo podemos extender indefinidamente o delimitar a una región.

El autómata celular más famoso se llama *Game of Life* y fue creado por John H. Conway en los años 70. Puede servirnos como ejemplo aclaratorio. En este caso, las células son cuadrados con dos estados: vivo o muerto. Su evolución es función del estado de la célula y sus ocho vecinos o cuadrados contiguos. Una célula muerta con 3 vecinas vivas nace. Una célula viva con 2 o 3 vecinas vivas sigue viva, en otro caso muere. Más información en

[https://es.wikipedia.org/wiki/Juego\\_de\\_la\\_vida](https://es.wikipedia.org/wiki/Juego_de_la_vida).

La actividad que he elegido se basa en un autómata unidimensional. Cada fila representa una generación. Por sencillez, la primera consta de una única célula viva que se pinta de color negro. Las siguientes filas se construyen en función de la anterior: el estado de una célula solo depende de las tres que tiene justo arriba, arriba-izquierda y arriba-derecha. Como en el juego *Game of life* la evolución solo depende del estado de la célula y sus dos vecinas. El carácter unidimensional permite escribir una generación debajo de otra.

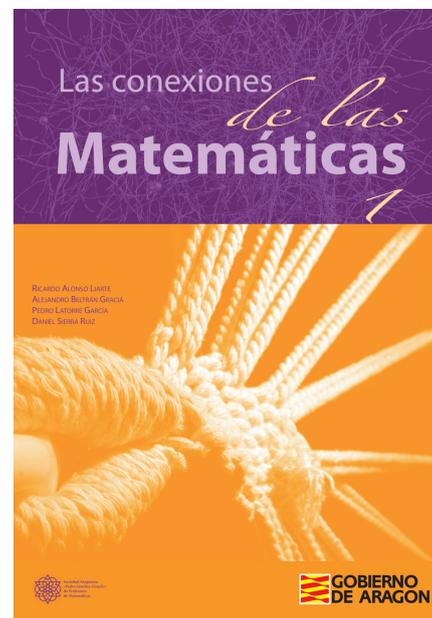


Figura 1

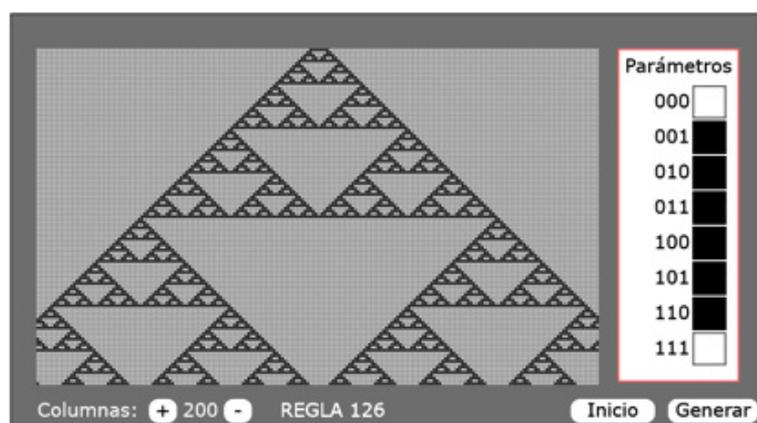


Figura 2

En la pequeña aplicación desarrollada que puede descargarse en el enlace <http://5.134.115.37/apps/rule126/rule126.html> observamos el comportamiento de las 128 reglas de transformación que solo dependen del entorno más cercano. En los extremos, la regla 0 aniquila inmediata y definitivamente a todas las células y la regla 128 da vida a todas ellas para siempre. En el intermedio la variedad en la forma de evolucionar el autómatas es muy grande y difícil de predecir a priori, por lo menos para mí. La regla 126 que aparece en la figura genera el fractal conocido como triángulo de Sierpinski.

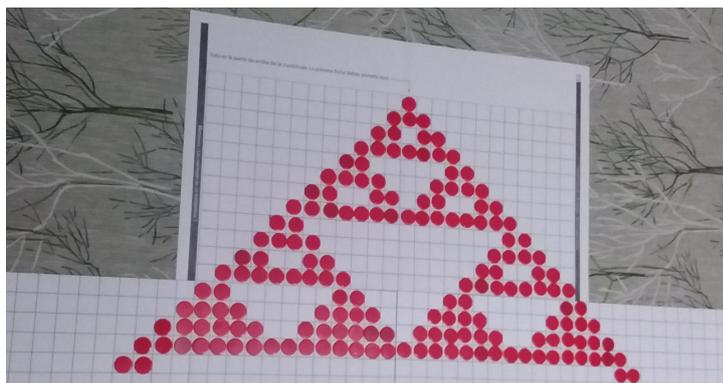


Figura 3

Hemos preparado una actividad para realizar manualmente el autómatas de la regla 126. Consta de una plantilla realizada en un papel A3 con cuadraditos cuyo tamaño permite que quepan fichas de parchís. En el centro de la primera fila se coloca una ficha y después hay que completar las siguientes siguiendo la regla. El resultado puede verse en la figura 3. Si se añaden a la hoja 6 filas más, el resultado visual es más atractivo. El objetivo de la actividad es que los alumnos sepan seguir unas reglas y aprecien que pese a ser muy simples el resultado final obtenido mediante su repetición es complejo y atractivo. No hay por qué restringirse a la regla 126, los alumnos pueden explorar diferentes. El límite es el número de fichas y sobre todo la paciencia. Parece una buena alternativa utilizar de forma conjunta un programa que genere el autómatas.

El siguiente nivel serían los autómatas tridimensionales y los cuatridimensionales. La figura 4 ha sido generada a partir del programa gratuito *Vision of Chaos* <https://softology.com.au/voc.htm>. Se trata de una generación avanzada de un autómatas tridimensional que evoluciona en función de los cubitos vecinos.

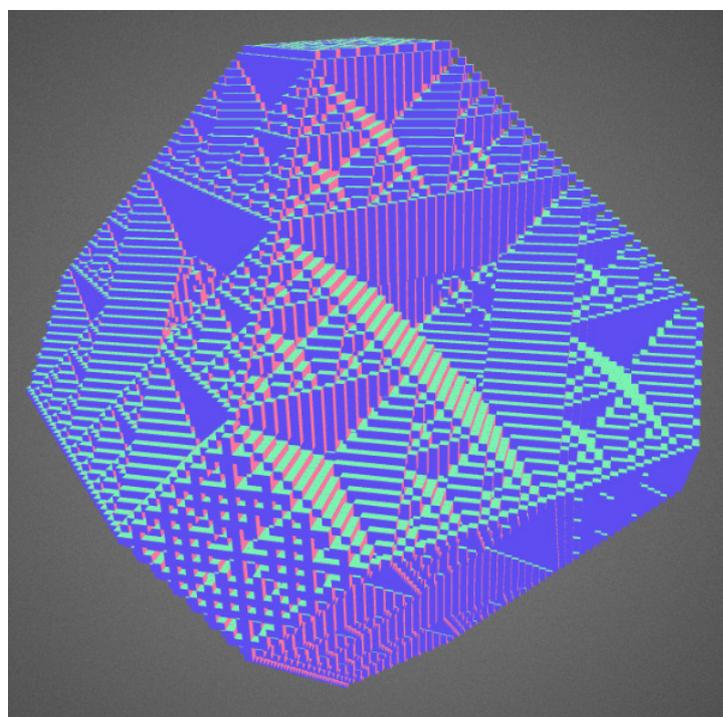


Figura 4

Fe de erratas. En el artículo del número 23 de EA, *Orden y Caos*, dentro del bloque Reto del verano aparece una tabla titulada «¿En qué filas está tu letra?». Debe sustituirse la palabra «waterpolo» por «wáter».

Director: Ricardo Alonso Liarte (IES Salvador Victoria, Monreal del Campo)

Consejo de Redacción: Alberto Elduque Palomo (Departamento de matemáticas de la Universidad de Zaragoza), M.ª Ángeles Esteban Polo (CEIP Josefa Amar y Borbón, Zaragoza), Julio Sancho Rocher (IES Avempace, Zaragoza).

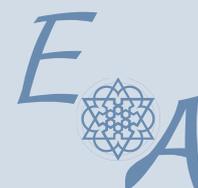
*Entorno Abierto* es una publicación digital bimestral que se edita en Zaragoza por la Sociedad Aragonesa «Pedro Sánchez Ciruelo» de Profesores de Matemáticas. *Entorno Abierto* no se identifica necesariamente con las opiniones vertidas en las colaboraciones firmadas.

Envío de colaboraciones a [sapmciuelos@gmail.com](mailto:sapmciuelos@gmail.com)

Blog: <http://sapmatematicas.blogspot.com/es/>

Twitter: @SAPMciuelos

Web: <http://sapm.es>



Marzo de 2019  
ISSN: 2386-8821e

