

# Autómatas celulares

Ana Karen Sánchez

11 Abril 2016

## 1 Introducción

Modelo matemático para un sistema dinámico que evoluciona en pasos discretos. Es decir, es un modelo matemático para sistemas que soportan cambios; además, estos cambios se suceden cada tiempos constantes, razón por la cual, se usa una escala de enteros.

La idea de la creación de los autómatas celulares nació en la década de 1940 en donde John Von Neumann, intentaba la creación de un sistema que pudiera auto replicarse o extenderse de forma autónoma, mediante un modelo matemático, aplicados en una red rectangular. Contenían células las cuales asemejaban al proceso de vida en donde crecían, se reproducían y morían conforme pasaba el tiempo, Tienen diferentes valores y comportamientos entre si.

Se define Lattices es una cuadrícula de dimensión  $N$  e infinitamente extendida. Dentro de cada una de las celdas en la cuadrícula se encuentra una “Célula”. Cada célula toma un valor de un conjunto finito de estados  $k$ , el ciclo de vida de la célula y su evolución no dependerá solo de ella, si no, también de su entorno, los cuales determinaran sus condiciones de vida. Para determinar su evolución, la función de retícula, se aplica a cada una de la células dentro de la lattice, toma todos los valores de la celda y sus alrededores, así podrá determinar los nuevos valores de cada célula.

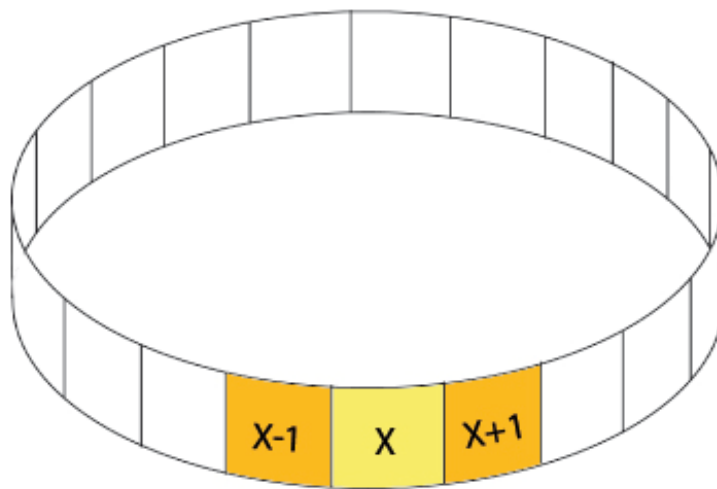
## 2 Autómatas celulares unidimensionales

Consiste en una sola fila de células a los que se aplica un principio de vecindad básico de dos vecinos por célula y a los que igualmente se pueden aplicar las diversas condiciones de frontera que hemos nombrado anteriormente

Como ejemplo, podemos tomar un autómata celular unidimensional con un radio de vecindad  $r=1$ , dos estados (0 y 1) y una condición de frontera de tipo periódico, como el que se muestra en la imagen. Usaremos para este caso un

tamaño de diez células y unas funciones de transición basadas en lo siguiente:

- Si ambos vecinos de la célula tienen el mismo estado, el estado de la célula a la que se aplica la función cambiaría.
- Si ambos vecinos de la célula tienen distinto estado, el estado de la célula a la que se aplica se mantendrá igual.



**Autómata celular unidimensional con un radio de vecindad  $r=1$  y una condición de frontera periódica.**

Stephen Wolfram clasificó el comportamiento de los autómatas celulares unidimensionales. Según Wolfram, todo autómata celular pertenece a una de las siguientes clases:

Clase I. La evolución lleva a una configuración estable y homogénea, es decir, todas las células terminan por llegar al mismo valor.

Clase II. La evolución lleva a un conjunto de estructuras simples que son estables o periódicas.

Clase III. La evolución lleva a un patrón caótico.

Clase IV. La evolución lleva a estructuras aisladas que muestran un

comportamiento complejo (es decir, ni completamente caótico, ni completamente ordenado, sino en la línea entre uno y otro, este suele ser el tipo de comportamiento más interesante que un sistema dinámico puede presentar).

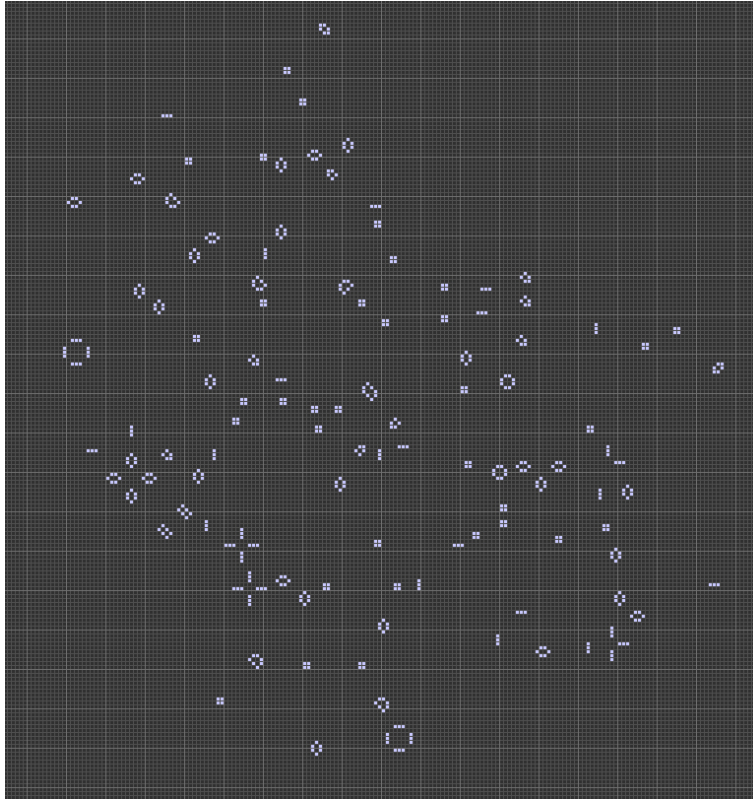
### Automatas celulares bidimensionales

Un autómata celular finito de 2 estados es la simulación mas simplificada posible de una célula viva sobre un tejido. Representa una unidad de interacción que tan solo puede presentar 2 estados (activo e inerte, encendido y apagado, vivo o muerto, o como quieran denominarse). A pesar de su simplicidad inicial permite simular la evolución de sistemas complejos y analizar pautas tales como el comportamiento emergente. Un nuevo nivel de complejidad consiste en trabajar con un autómata celular de 2 estados, situado en un universo plano (de 2 dimensiones) ilimitado (toroidal, cerrado circularmente en sus dos direcciones).

El autómata posee solo 2 estados, representados por dos imágenes distintas. El estado evolutivo del autómata dependerá de su estado actual y el de su entorno (sus 8 células vecinas, derecha, izquierda, arriba, abajo y las cuatro esquinas). El universo es cerrado e ilimitado (toroidal), de forma que las ultimas celdas de la derecha están unidas (interactúan) con las primeras de la izquierda y viceversa, al igual que las de la línea inferior lo hacen con la primera y viceversa. La evolución es discreta y simultanea para todos los componentes (células) del universo. Cada generación surge de golpe reemplazando completamente a la anterior.

Las reglas para una evolución son las siguientes:

- Una célula se inactiva (o permanece inactiva) si posee menos de 2 a mas de 3s vecinas activas (muerte).
- Una célula mantiene su estado, sea este cual fuera, si tiene tan solo 3 células vecinas activas (conservación).
- Una célula cobra actividad (o permanece activa si ya lo estaba) cuando la rodean 3 células activas (nacimiento).



#### 4 Autómatas celulares tridimensionales

Ampliamente estudiados por Carter Bays, los autómatas celulares de tres dimensiones se enfocan principalmente para encontrar una regla de evolución en tres dimensiones que sea la sucesora del Juego de la Vida en el espacio tridimensional, muchos de sus resultados son de tipo cuantitativo, basados principalmente en la simulación de varias reglas de evolución en pequeños espacios tridimensionales para encontrar estructuras que sean similares al Juego. La aplicación de estos autómatas celulares se centra en el estudio en campos estadísticos.

Son autómatas celulares que se desarrollan en un ámbito de  $Z \times Z \times Z$ , que usan el principio de vecindad de Moore a nivel tridimensional. Esto implica que la función de transición ha de tener en cuenta el estado de veintiséis células vecinas además del estado de la célula en cuestión.

Los autómatas celulares tridimensionales pueden seguir los mismos principios que los anteriores, aunque dado el incremento de la complejidad de los cálculos y el procesamiento, su puesta en práctica no es simple. Sin embargo, y puesto que se pueden considerar autómatas celulares tridimensionales con las mismas

variables de tipo frontera en el ámbito teórico, se debe considerar que la representación de los autómatas celulares tridimensionales considerando una frontera periódica es en forma de toroide.

