



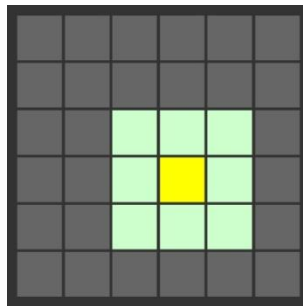
## AUTÓMATAS CELULARES

Los autómatas celulares (AC) surgen en la década de 1940 con John Von Neumann, que intentaba modelar una máquina que fuera capaz de autoreplicarse, llegando así a un modelo matemático de dicha máquina con reglas complicadas sobre una red rectangular. Inicialmente fueron interpretados como conjunto de células que crecían, se reproducían y morían a medida que pasaba el tiempo. Su nombre se debe a esta similitud con el crecimiento de las células.

Un autómata celular es un modelo matemático para un sistema dinámico compuesto por un conjunto de celdas o células que adquieren distintos estados o valores. Estos estados son alterados de un instante a otro en unidades de tiempo discreto, es decir, que se puede cuantificar con valores enteros a intervalos regulares. De esta manera este conjunto de células logran una evolución según una determinada expresión matemática, que es sensible a los estados de las células vecinas, y que se conoce como regla de transición local.

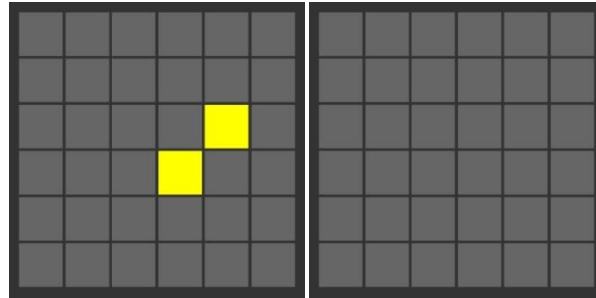
El autómata celular se regirá por las siguientes reglas:

- A efectos de aplicación de las reglas, una celda del tablero se considerará rodeada por ocho celdas vecinas (celdas a izquierda-derecha, arriba-abajo y las cuatro celdas contiguas en diagonal como se muestra en la figura 1). Una celda en el borde del tablero evolucionará como si todos sus vecinos no accesibles fueran celdas vacías.



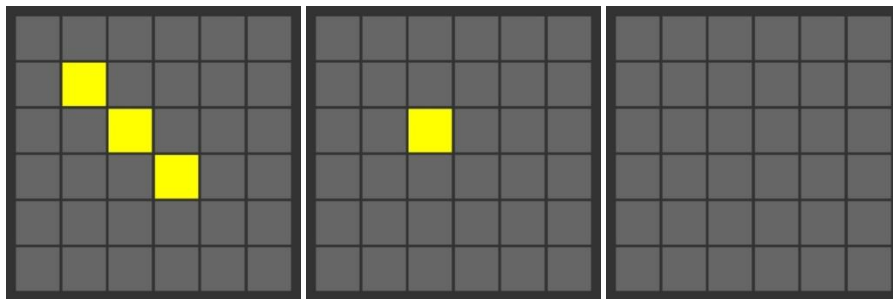
**Figura 1. Célula (amarillo) y sus vecinos (verde claro).**

- La supervivencia, nacimiento o muerte de las células deberá determinarse considerando sus vecinos en esa generación. Es decir, no deberán realizarse cambios sobre el tablero hasta que no se haya determinado el destino de todas las celdas en la siguiente generación.
- Si una celda está ocupada por una célula y tiene una sola célula vecina o ninguna, se siente muy sola y muere triste y solitaria.



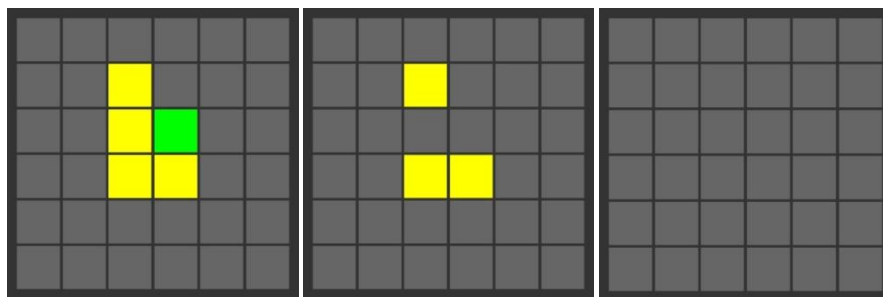
**Figura 2. Ambas células mueren de soledad al solo tener una vecina.**

- Si una célula tiene 2 o 3 vecinas, logra sobrevivir a la siguiente generación.



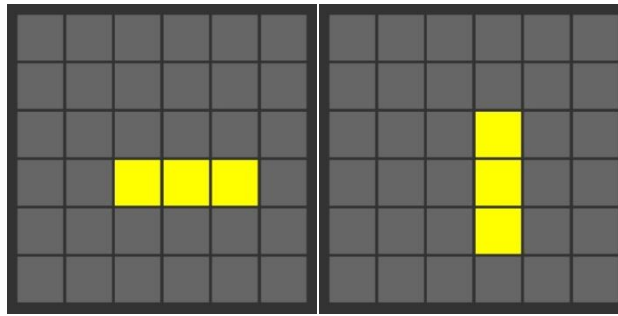
**Figura 3. En la segunda generación las células en los bordes mueren por soledad y sobrevive la central, la cual en la tercera generación muere de soledad.**

- Normalmente el cruel mundo celular posee recursos limitados por lo que si una célula viva tiene 4 o más vecinos muere hambrienta en manos de la sobrepoblación.



**Figura 4. Dos células mueren de sobrepoblación en la segunda generación, en la tercera mueren el resto en la cruel soledad.**

- En una celda vacía nace una nueva célula si y solo si, tiene 3 células vecinas.



**Figura 5. La célula central sobrevive, la de los extremos mueren de soledad y en las celdas vacías donde habían 3 vecinos nacen nuevas células.**

- Este autómatas ha sido llamado racista al usar un único color para las células, para solventarlo se decide trabajar con los siguientes parámetros:

Color	Valor inicial del color (x)
Rojo	0.8
Azul	0.5
Verde	0.3
Amarillo	0.1

**Tabla 1. Colores y valor por color.**

- Para determinar el color de cada célula en cada generación se considera el siguiente filtro donde cada casilla tiene un peso “p”:

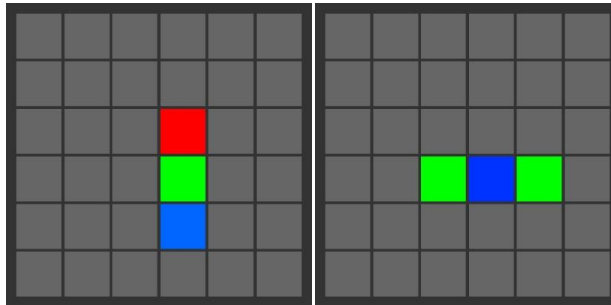
0.2	0.3	0.4
0.1	1	0.1
0.4	0.3	0.2

**Figura 6. Filtro (Amarillo célula, blanco vecinos).**

- El intervalo del color “C” de la célula en la nueva generación se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$C = \sum x_{ij} * p_{ij}$$

- Se establece el color que tenga el valor inmediatamente inferior en la tabla de colores.
- En caso de que la casilla no tenga células vivas el valor inicial del color es 0.



**Figura 7. Ejemplo de determinación de color.**

### **Objetivos:**

- Hacer un autómata celular. Un programador no se puede llamar como tal si nunca ha hecho uno en su vida.
- Dominar el recorrido de matrices. La mayoría de los cálculos requeridos en un futuro necesitarán un gran dominio de estas.
- Aprender sobre el uso de filtros. Pilar fundamental de las redes neuronales convolucionales.
- Familiarizarse con el comportamiento básico de la neurona.