

## Computabilidad y Complejidad

### **Práctica 2: Autómatas Celulares (III: El Juego de la Vida).**

El Juego de la Vida fue concebido por J.H. Conway y popularizado por M. Gardner en el número de octubre de 1970 de la revista Scientific American, en el artículo titulado: "The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game 'life'".

El juego se desarrolla con autómatas celulares extremadamente simples en un espacio celular bidimensional infinito en ambas direcciones.

Cada celdilla del espacio celular se encuentra en uno de los dos siguientes estados:

- ✧ vivo, generalmente representada con la celdilla coloreada en negro; y
- ✧ muerto (estado por defecto), generalmente representada con la celdilla coloreada en blanco.

Para cada celdilla se consideran como sus vecinas las ocho celdilla adyacentes que la circundan más ella misma (vecindad de Moore).

En cada etapa del juego cada celdilla realiza una de las siguientes transiciones (reglas de Conway):

- ▶ Si la celdilla está viva y tiene dos o tres celdillas circundantes vivas, entonces continúa viva en la siguiente etapa, en otro caso muere.
- ▶ Si la celdilla está muerta y tiene exactamente tres celdilla circundantes vivas, entonces vive en la siguiente etapa.

Además de estas reglas pueden definirse otras de interés.

Informalmente diremos que unas reglas son GoL (Game of Life) siempre que:

- Todas las celdillas circundantes en una vecindad se traten de la misma manera en cada regla.
- Exista al menos un `glider` (véase lo que sigue).
- Las configuraciones aleatorias terminen estabilizándose.

Las reglas de Conway son las reglas GoL originales y son con mucho las más famosas e interesantes.

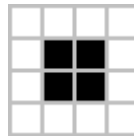
En lo que sigue sólo consideraremos las reglas de Conway.

El juego de la vida arranca en una configuración inicial en la que sólo están vivas un número finito de celdillas, y a partir de la cual evoluciona a través de la correspondiente secuencia de configuraciones, una por etapa.

En estas configuraciones pueden considerarse diferentes casuísticas. Entre las mismas son de especial interés las siguientes.

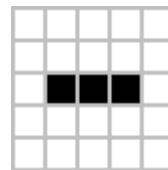
A partir de una determinada etapa aparecen:

- **Invariantes:** son subconfiguraciones que permanecen inalterables en las etapas siguientes. Ejemplo:



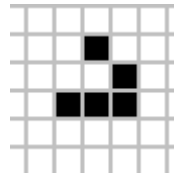
- **Osciladores:** son configuraciones que presentan (exceptuando un posible desplazamiento) un comportamiento cíclico permanente, con período  $k$ , de modo que después de cada  $k$  etapas vuelve a reproducirse la misma subconfiguración (posiblemente desplazada). Así un invariante puede verse como un oscilador de período 1 sin desplazamiento.

Ejemplo de oscilador de periodo 2 :

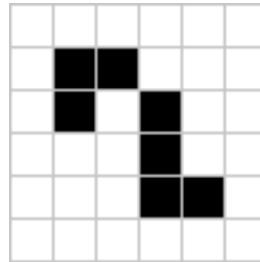


- **Gliders:** son osciladores con desplazamiento a través de una columna, fila o diagonal. Frecuentemente se reserva el término `glider` (planeador) para los que se desplazan siguiendo una diagonal, denominándose los otros `spaceships` (astronaves).

Ejemplo de planeador:

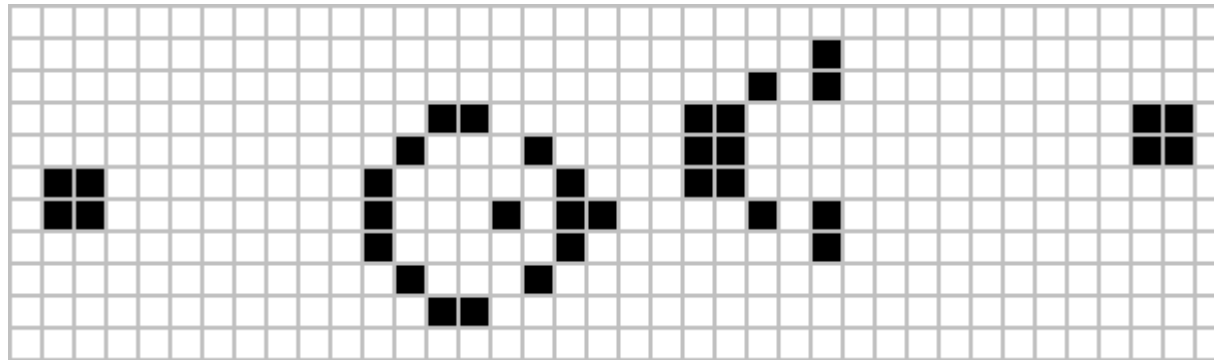


- Eaters (aniquiladores): subconfiguraciones sin desplazamiento global capaces de eliminar los gliders con los que se encuentran (cuando colisionan de la manera apropiada), mediante una dinámica que hace que recuperen, después de un número dado de etapas, su subconfiguración de partida; de modo que pueden estar permanentemente realizando el ciclo de eliminación de gliders.





- Guns of gliders (emisores periódicos de gliders): **osciladores** sin desplazamiento que periódicamente emiten gliders.



COMPUTACIONALMENTE EL JUEGO DE LA VIDA ES EQUIVALENTE A  
LA MÁQUINA DE TURING.

# ACTIVIDADES

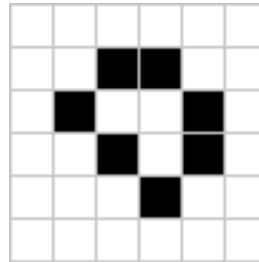
Ejecutar las computaciones asociadas a las siguientes configuraciones iniciales y describir su resultado (utilizando, si se requiere, como apoyo las apropiadas capturas de pantalla).

Para su realización se aconseja utilizar alguno de los siguientes enlaces:

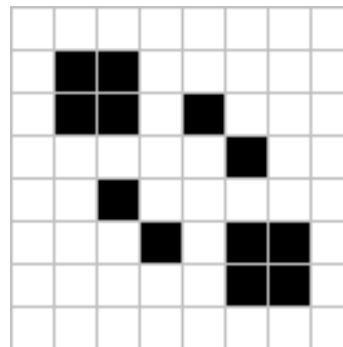
- <http://pmav.eu/stuff/javascript-game-of-life-v3.1.1/>
- <http://www.cuug.ab.ca/dewara/life/life.html>

que permiten jugar al Juego de la Vida en un espacio celular finito (toroidal).

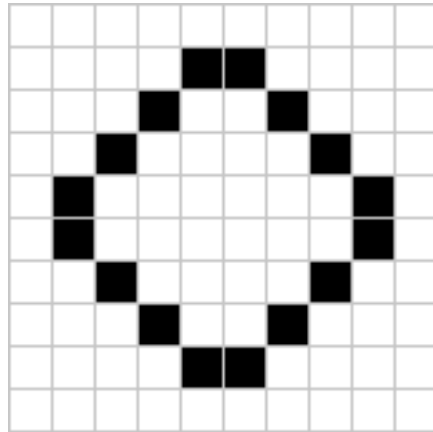
1)



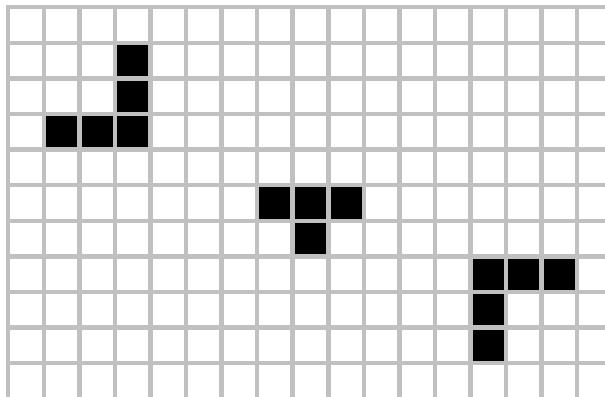
2)



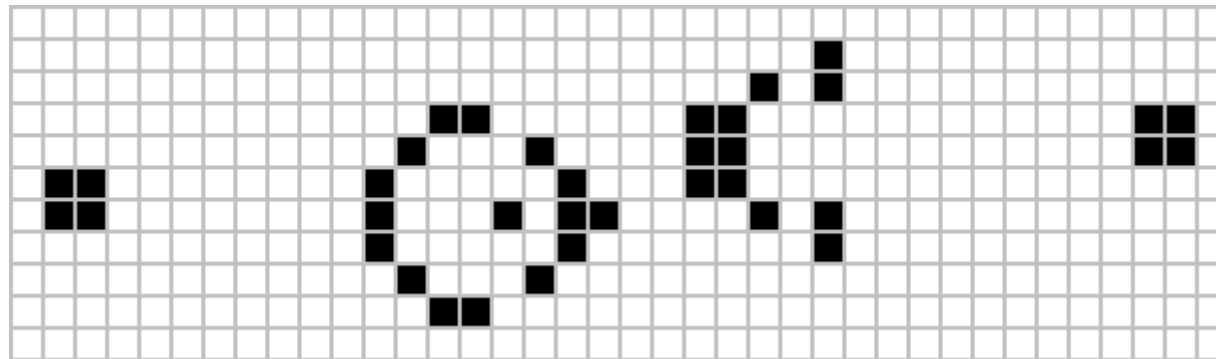
3)



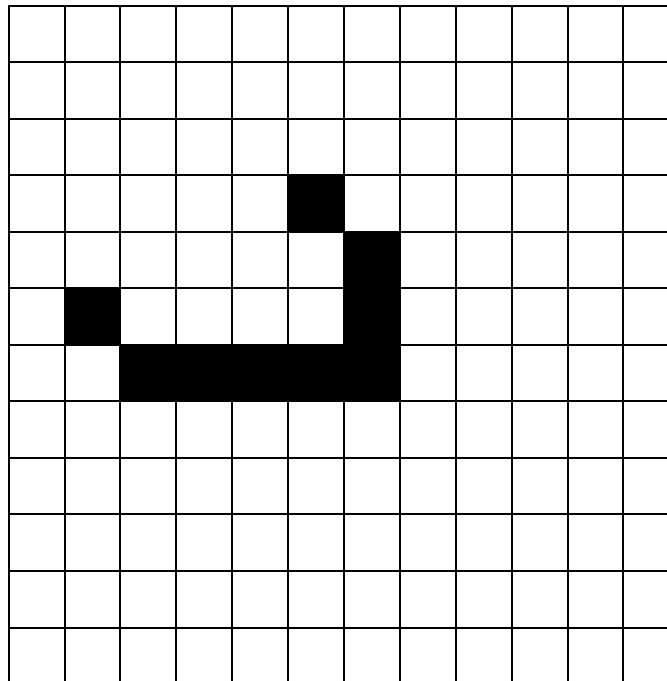
4)



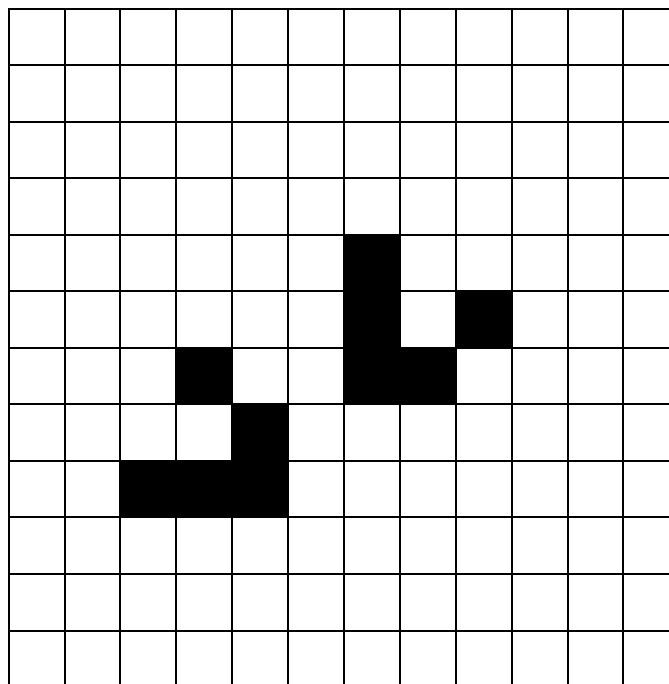
5)



6)



7)





8)

