

JVida: Juego de la vida

2. Estudio de la situación actual

2.1. ¿Qué es el Juego de la vida de Conway?

El juego de la vida es un autómata celular desarrollado por John Horton Conway. Conway nació en 1937 y comenzó su carrera de Matemáticas en la Universidad de Cambridge. A finales de 1960, motivado por el trabajo de Von Neumann, ideó una máquina capaz de crear copias de sí misma haciendo uso del concepto de vecindad de Moore.

En el Juego de Conway (Conway's Life) el tablero, universo, espacio o mundo está constituido por una rejilla ortogonal ilimitada de dos dimensiones con celdas cuadradas. Una célula ocupa una celda de su mundo; pudiendo tener dos posibles estados: viva (1) o muerta (0). Es equivalente referirse a célula viva que a celda ocupada.

El estado de cada célula en la rejilla evoluciona en unidades de tiempo discretas. Para calcular el estado de cada célula, se tienen en cuenta los valores de las ocho celdas vecinas (modelo de Moore), que son las adyacentes en horizontal, vertical y diagonal. El estado previo de cada célula se tiene en cuenta para calcular el estado de las mismas en la siguiente generación.

Todas las celdas se actualizan simultáneamente. Cuando una célula muere la celda que ocupaba queda vacía.

Conway definió las siguientes reglas que determinan las transiciones de estado:

- SUBPOBLACIÓN, si una célula viva está sola o tiene un solo vecino, muere.
- SOBREPoblación, si una célula viva tiene más de tres vecinos, muere.
- NACIMIENTO, si una celda vacía tiene exactamente 3 células vecinas vivas, la célula "nace".
- ESTABILIDAD, si una célula viva tiene 2 ó 3 células vecinas vivas, permanece viva.

2.1.1. Autómata celular del juego de la vida

Conjunto de Estados	Q	(Muerto o Vivo)
Alfabeto	Σ	(0, 1)
Transición	P	Muerto (0) o Vivo (1)
Estado Inicial	q_0	Estático
Estados finales	F	Dinámico
Espacio de células	n x m	Número de Filas (n) Número de Columnas (m)
Reglas de transición	<ul style="list-style-type: none"> • Subpoblación • Sobrepoblación • Nacimiento • Estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Si una célula viva está sola o tiene un solo vecino, muere. • Si una célula viva tiene más de tres vecinos, muere. • Si una celda vacía tiene exactamente 3 células vecinas vivas, la célula "nace". • Si una célula viva tiene 2 ó 3 células vecinas vivas, permanece viva.


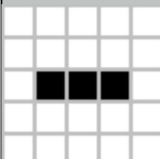
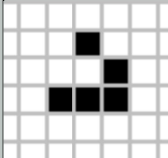
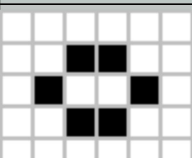
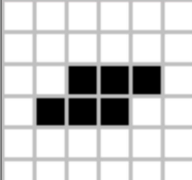
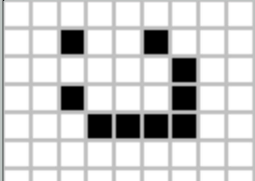
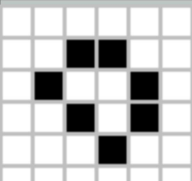
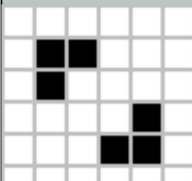
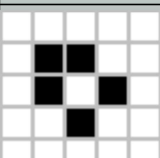
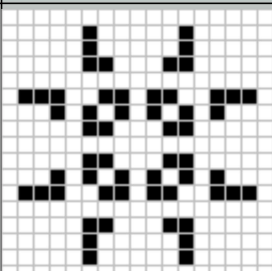
Ha sido usado como análogo de la evolución del universo en su complejidad e incluso la consciencia partiendo de las leyes deterministas de la física que gobiernan nuestro universo. Los autómatas celulares han servido para estudios en temas como el urbanismo, el crecimiento de las células biológicas, la dinámica de fluidos y la vida artificial. Se ha

usado también en el estudios de mercado, publicidad, arte y espectáculos, desarrollo de órganos, distribución de poblaciones, climatología, criptografía, etc.

2.1.2. Patrones

Un patrón celular es una configuración de células vivas que permanece estable. Algunos de estos patrones se generan con facilidad de forma espontánea durante el desarrollo del juego y otros son interesantes por su comportamiento, pudiendo responder a leyes algebraicas, formándose incluso estructuras complejas que podrían corresponderse con las puertas lógicas AND, OR y NOT.

Existen numerosos tipos de patrones que pueden tener lugar en el juego de la vida, como patrones estáticos ("[vidas estáticas](#)", en inglés [still lifes](#)), patrones recurrentes ("[osciladores](#)", [oscillators](#), un conjunto de vidas estáticas) y patrones que se trasladan por el espacio ("[naves espaciales](#)", [spaceships](#)). Los ejemplos más simples de estas tres clases de patrones se muestran seguidamente. Las células vivas se muestran en negro y las celdas vacías.

PATRONES ESTÁTICOS		OSCILADORES		NAVES ESPACIALES	
Bloque		Guiño(con periodo 2)		Planeador	
Colmena		Sapo(con periodo 2)		Nave espacial ligera	
Pan		Faro(con periodo 2)			
Bote		Pulsar(con periodo 3)			

Los patrones llamados "*Matusalenes*" pueden evolucionar a lo largo de muchas generaciones o ciclos, antes de estabilizarse. El patrón "*Diehard*" desaparece después de 130 ciclos de tiempo, mientras que "*Acorn*" tarda 5206 ciclos en estabilizarse en forma de muchos osciladores, y en ese tiempo genera 13 planeadores.

2.1.3. Variantes

Desde la creación del juego se han desarrollado nuevas reglas. El juego estándar, en el que nace una célula si tiene 3 células vecinas vivas, sigue viva si tiene 2 o 3 células vecinas vivas y muere en otro caso, se simboliza como "23/3". El primer número o lista de

números es lo que requiere una célula para que siga viva, y el segundo es el requisito para su nacimiento.

Así, "16/6" significa que "una célula nace si tiene 6 vecinas y vive siempre que haya 1 o 6 vecinas". [HighLife](#) ("Alta Vida") es 23/36, porque es similar al juego original 23/3 sólo que también nace una célula si tiene 6 vecinas vivas. *HighLife* es conocida sobre todo por sus [replicantes](#). Se conocen muchas variaciones del juego de la vida, aunque casi todas son demasiado caóticas o demasiado desoladas.

- /3 (estable) casi todo es una chispa
- 5678/35678 (caótico) diamantes, catástrofes
- 1357/1357 (crece) todo son replicantes
- 1358/357 (caótico) un reino equilibrado de amebas
- 23/3 (complejo) "Juego de la Vida de Conway"
- 23/36 (caótico) "[HighLife](#)" (tiene replicante)
- 2/7 (caótico) "[Diffusion Rule](#)" (gliders, guns, puffer trains)
- 235678/3678 (estable) mancha de tinta que se seca rápidamente
- 245/368 (estable) muerte, locomotoras y naves
- 34/34 (crece) "Vida 34"
- 51/346 (estable) "Larga vida" casi todo son osciladores
- Se han desarrollado variantes adicionales mediante la modificación de otros elementos del universo. Las variantes anteriores son para un universo [bidimensional](#) formado por cuadrados, pero también se han desarrollado variantes [unidimensionales](#) y [tridimensionales](#), así como variantes 2-D donde la malla es hexagonal o triangular en lugar de cuadrada.

2.2. Historia y antecedentes

El juego de la vida es un ejemplo de lo que se llama autómata celular, que en general se puede definir como una rejilla o retículo (en cualquier número de dimensiones) en la que cada celda de la rejilla puede estar en un número de estados.

El concepto de autómata celular fue inventado por Stanislaw Ulam y John von Neumann en los años cuarenta. El estudio de los patrones de crecimiento de cristales y de las máquinas autorreplicadoras (que pueden hacer copias de ellas mismas) les llevó a formalizar el concepto de autómata celular. Aunque fueron objeto de estudio durante un par de décadas, fue John Conway y su juego de la vida quien convirtió a los autómatas celulares en un tema de estudio popular.

Wolfram (el creador del entorno Mathematica) ha dedicado mucho tiempo a estudiar los autómatas celulares. En particular a él se debe una clasificación de autómatas celulares en cuatro categorías:

1. *Todos los patrones iniciales acaban rápidamente en un patrón homogéneo e independiente del estado inicial.*
2. *Los patrones iniciales acaban rápidamente en un patrón estable u oscilatorio.*
3. *Casi cualquier patrón inicial termina en un patrón caótico. Los cambios pequeños en una región rápidamente se expanden por todo el tablero.*

4. *Los patrones tienden a desarrollar estructuras aisladas que muestran un comportamiento complejo.*

Las líneas que dividen estas cuatro categorías son algo subjetivas. Desde luego la categoría 4, que representa un delicado equilibrio entre que todos los patrones terminen siendo simples oscilaciones, o terminen en un estado caótico que arrasa todo el tablero son los más interesantes. De hecho se conjetura que todos los autómatas celulares que se encuentran en esta categoría son capaces de imitar el comportamiento de cualquier ordenador. Es decir, que son "*máquinas universales de Turing*" capaces de realizar cualquier cálculo. En particular las reglas originales de Conway pertenecen a este interesante grupo; se puede programar el juego de la vida dentro del juego de la vida.

2.3. Ciclo de vida de una simulación con el Juego de la Vida

El flujo de funcionamiento básico sería el siguiente:

- 1) El usuario se identifica y entra en el programa.
- 2) El usuario configura un escenario a simular.
- 3) El usuario ejecuta la simulación.
- 4) El usuario guarda opcionalmente los resultados de la simulación.

2.4. Software disponible

Tras una investigación, se puede comprobar que existen varias implementaciones ejecutables y en código fuente del software objeto de este proyecto:

- Versión on-line applet con código fuente Java: <http://www.bitstorm.org/gameoflife/>
- Código fuente en todos los lenguajes: http://rosettacode.org/wiki/Conway's_Game_of_Life
- Versión libre, con código fuente C, del juego de la vida: <http://ironphoenix.org/gtklife/>
- Versión freeware del juego de la vida: <http://vaxasoftware.com/juegos/index.html>
- Versión usando las cualidades gráficas de OpenGL del juego de la vida.
<http://www.nigels.com/glt/gltlife/>
- Versión del juego de la vida para Windows: <http://psoup.math.wisc.edu/Life32.html>
- Simulador OpenSource de El Juego de la Vida para Windows, MacOS X y Linux:
<http://golly.sourceforge.net/>
- Repositorio GitHub de Game of Life Sequencer Bank:
<https://github.com/gmuller/golsequencer>
- Compilación del juego 3D para la videoconsola Wii de Nintendo:
<http://www.wiibrew.org/wiki/Lifemiiwii>

2.5. Fuentes consultadas

- Original article from the October 1970 issue of Scientific American. <http://www.ibiblio.org/lifepatterns/october1970.html>
- Juego de la vida. http://es.wikipedia.org/wiki/Juego_de_la_vida
- Conway's Game of Life. https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_Game_of_Life
- Presentación Juego de la vida. http://www.infor.uva.es/~felix/datos/tprg/tr_vida.pdf
- Sitio web de estusiastas del Juego de la vida. <https://conwaylife.com/>
- Universos simulados y autómatas celulares. <http://www.investigacionciencia.es/blogs/matematicas/33/posts/universos-simulados-y-autmatas-celulares-11813>
- Ejercicio: El Juego de la vida. <http://books.google.es/books?id=6RPcqWUgb6UC&pg=PA103&lpg=PA103&dq=patrones+juego+vida&source=bl&ots=gMRi0GtYLA&sig=rutDTADIFhio9peQ1YVXBREjZ6g&hl=es&sa=X&ei=ws1xVJfhNI6zaYKUgFAF&ved=0CFgQ6AEwCw#v=onepage&q=patrones%20juego%20vida&f=false>
- NATIONAL GEOGRAPHIC. Alan Turing. La computación. Pensando en máquinas que piensan. Edición especial número 29. Pág. 46-48
- El juego de la vida. Inteligencia en redes de comunicaciones. <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/09-10/04mem.pdf>
- Descripción y Aplicaciones de los Autómatas Celulares. http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/cellularautomata/Summer_Research_files/Arti_Ver_Inv_2011_DARG.pdf
- Imágenes. https://www.google.es/search?q=El+juego+de+la+vida+de+Conway&hl=es&biw=1280&bih=631&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAcQ_AUoAmoVChMIInpa6-bj_yAlVw8AUCh3-pQGi#imgrc=cBt1HBSqPVMt_M%3A
- Conway's life demo. <https://www.youtube.com/watch?v=s92EW7jVeq0&hl=es-419&gl=MX>
- Game of Life Demo. <https://www.youtube.com/watch?v=9klgfBsjMuQ>
- Ibáñez, A. (2017, 22 de julio). La complejidad matemática del "juego de la vida". El País. Recuperado de: https://elpais.com/tecnologia/2017/07/12/actualidad/1499873974_152327.html

2.5.1. Aspectos avanzados

- Hashlife. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hashlife>
- Quadtree. <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadtree>
- Speed of light (cellular automaton). [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light_\(cellular_automaton\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light_(cellular_automaton))