



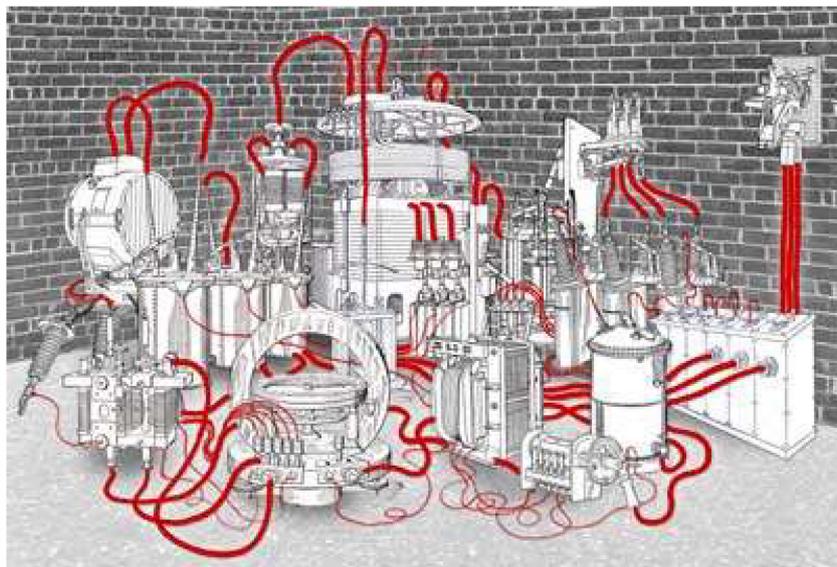
Juegos, vida y el juego *Vida* (*)

Rachel Thomas
Co-editora, *Plus Magazine*

A pesar del nombre del juego, cuando John Conway desarrolló el sistema que llamó *Vida*, no tenía en absoluto la intención de simular la vida. Sin embargo, la naturaleza del juego, próxima a la de la vida, con sus complejidades interminables y la imposibilidad de hacer predicciones, ha cautivado la imaginación de todo el mundo. El objetivo original de Conway fue enteramente matemático: trataba de encontrar el llamado *sistema universal*, esto es, un sistema capaz de realizar computaciones arbitrarias; una especie de ordenador infinitamente programable.

En los años cincuenta del siglo pasado, von Neumann, un pionero en el campo de los autómatas celulares, tuvo éxito en inventar un sistema universal. Su sistema involucraba un autómata celular en el plano bidimensional, de manera que el estado de cada celda o célula en el tiempo $t+1$ depende únicamente del estado de sus vecinas en el tiempo t . El sistema de von Neumann era increíblemente complicado —requería 29 estados— como consecuencia de la forma en que lo había obtenido. Conway describe el proceso que von Neumann usó para desarrollar este complicado sistema así: “Si quería determinada habilidad, como la facultad de transmitir mensajes, añadía unos cuantos estados más y la conseguía. Y si quería algo más, añadía unos cuantos más, y así hasta llegar a los 29 estados. De este modo el apéndice de su artículo se convierte en una ingente relación de tablas de transición. ¡Un verdadero lío!”

Por el contrario, el objetivo de Conway era encontrar un sistema universal “espectacularmente sencillo”. Más que forzar explícitamente al sistema para que se comporte en la forma deseada —el enfoque de von Neumann—, Conway creía que el mejor planteamiento consiste en escoger un sistema con un comportamiento adecuado, vivir con él y, con el tiempo, aprender cómo programarlo para que haga cálculos arbitrarios.



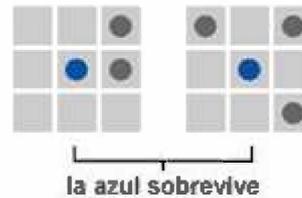
¿Es universal?

“Por ejemplo, tome todo un lote de componentes electrónicos y conéctelos al azar en un almacén. Probablemente obtendrá una máquina de calcular universal”, afirma Conway. Simplemente es cuestión de vivir con el sistema y aprender cómo funciona. “Vd. podría apretar un botón y observar que aparece una pequeña luz roja, y entonces intentar comprender cómo esos botones corresponden a estas cosas y descubrir una forma de sumar dos números. Aprieta este botón 5 veces y luego hace algo más, y después lo aprieta 8 veces, y descubre que la respuesta es 13. Y si el almacén es lo bastante grande y el comportamiento lo suficientemente interesante, Vd. aprende gradualmente a utilizar pequeñas piezas de él para hacer lo que quiera. Así que este es el sueño. Y la pregunta ahora es: ¿cuán pequeño se puede hacer el almacén?, ¿cómo de simples las conexiones?”.

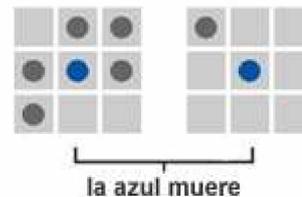
Reglas para vivir...

Vida se juega en un tablero cuadrulado donde cada casilla o célula o bien está viva (ocupada) o bien está muerta (vacía). Se parte de una configuración inicial de células vivas, y el juego progresa a través de generaciones cuando se aplican las reglas de la vida y de la muerte.

Una célula viva sobrevive a la próxima generación si tiene dos o tres vecinas.



Una célula viva muere si tiene cuatro o más vecinas (superpoblación) o si tiene una única vecina o ninguna (aislamiento o soledad).



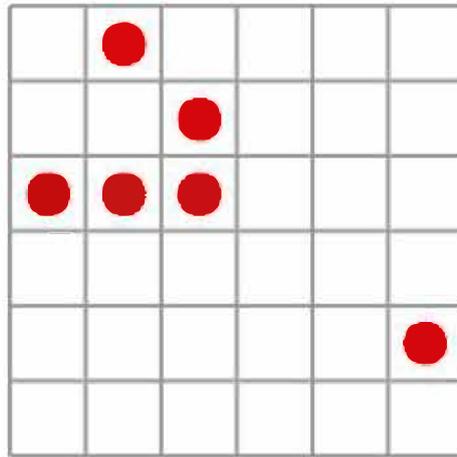
Una célula se convierte en una célula viva en la próxima generación si tiene exactamente tres vecinas (nacimiento).



El juego *Vida* no es tan sencillo como Conway había esperado, pero es –dice– “una suerte de fracaso grato”. En cierto sentido, el sistema de von Neumann era más simple, ya que el estado de una célula dependía solamente de sí misma y de sus cuatro vecinas transversales, mientras que *Vida* involucra a todas sus ocho vecinas. Idealmente, Conway buscaba un sistema que fuera “asombrosamente simple”, uno que únicamente implicara una dimensión: un autómata celular en una recta, más que en un plano. Con un sistema bidimensional “se tiene que valorar el estado de la posición (x,y) en el tiempo t . Sería mucho mejor si pudiéramos reducir la complejidad del espacio donde estamos operando”, asegura Conway.

El paso más duro resultó ser el encontrar un sistema bidimensional adecuado para estudiar. Aunque tales sistemas operan en un plano infinito, su estudio entraña observar alguna sección finita acotada del plano. El grupo de investigación de Conway utilizó los tableros del [Go](#)^[1] para desarrollar el juego *Vida*, y a fin de poder estudiar un sistema fue necesario que las poblaciones no tendieran a explotar y salirse del tablero. Esto significaba que había que imponer en el sistema una especie de regla de la muerte. Y, naturalmente, el sistema debería guardar un comportamiento lo suficientemente interesante como para tener alguna posibilidad de ser un sistema universal, así que era igualmente importante que las poblaciones no se extinguieran de forma habitual; de aquí la regla del nacimiento.

“Jugamos con toda clase de reglas, estudiando sus efectos y viendo lo que sucedía”, dice Conway. “O bien las cosas tendían a explotar en una población enorme, o bien las cosas tendían a extinguirse. Surge así la cuestión de cómo ajustar las fuerzas relativas de las reglas del nacimiento y de la muerte de modo que [para una población típica] exista una probabilidad equilibrada de que no se extingan, ni tampoco crezcan linealmente”. La dificultad real de encontrar un sistema adecuado estriba en hallar las fuerzas relativas correctas de estas reglas de modo que el sistema sea a la vez lo suficientemente interesante como para estudiarlo y lo suficientemente estable como para vivir con él.



Deslizadores o planeadores desplazándose a través del plano.

Tras dos años de té o café en las pausas, Conway y un grupo de estudiantes graduados y colegas experimentaron con las reglas de la vida y la muerte. Y cuando llegaron al conjunto de reglas que se convirtieron en *Vida*, rápidamente dejaron de trastear. Vivir con este sistema pronto reveló la presencia de configuraciones, que decidieron llamar “deslizadores” o “planeadores” –configuraciones que “paseaban” a través del plano– y que fueron un signo precoz de éxito, porque, para probar la universalidad y demostrar que un sistema es capaz de efectuar computaciones arbitrarias, es necesario tener alguna forma de transmitir información a través del plano de una configuración a otra. “Cuando llegamos a este sistema dejamos totalmente de experimentar con cualesquiera otras reglas, pues estaba claro que este funcionaría. Se comportaba exactamente en la forma que queríamos, y empezamos a tratar de probar que funcionaba”, comenta Conway.

En cuestión de semanas el grupo había construido casi todas las configuraciones necesarias para computaciones arbitrarias: puertas Y, puertas O, y así sucesivamente, tantas como componentes de una computadora ordinaria. Sin embargo, lo único que aún faltaba era una fuente inicial de deslizadores, que denominaron una “pistola lanzadora” o “cañón lanza-planeadores”. En este punto “hice propaganda de ello”, dice Conway. Escribió a Martin Gardner^[2] sugiriéndole *Vida* para su columna de Juegos Matemáticos en *Scientific American* y se ofreció un premio de 50\$ por una configuración cuya población tendiera a infinito. La columna encendió la imaginación del público y muy pronto un grupo del MIT^[3] liderado por R.W. Gosper descubrió una “pistola lanzadora”. A las dos semanas del descubrimiento de la “pistola lanzadora”, ambos grupos, el de Conway y el del MIT, establecieron que el sistema era universal y “fue una historia de gran éxito”.

Vida ha estimulado una enormidad el interés del público desde que primeramente se le hizo publicidad en la columna de Gardner. En un momento dado, el ejército de los EEUU estimó en millones de dólares el valor del tiempo de cálculo que había sido “despilfarrado” en mirar el juego *Vida*, y todavía se sigue jugando con él hoy en día. Conway está satisfecho de que *Vida* interese al público. “Siempre trato de vender matemáticas al público en general, para motivarle”, dice. Y quizás fue una suerte que Conway desarrollara un sistema bidimensional en lugar de uno lineal, ya que es a observar cómo se juega *Vida* en el plano a lo que la gente responde favorablemente.

Es la similitud del juego con la vida real lo que cautiva la atención del público, y aunque el objetivo no era en realidad imitar la vida, en algún sentido, sí lo era encontrar vida artificial. “Creo que si *Vd.* tiene una configuración suficientemente grande, verá su evolución en el plano”, dice Conway. “Lo que sucedería es que de cuando en cuando habría una criatura capaz de reproducirse a sí misma, y entonces comenzarían a poblar el plano. Salvo que el plano esté lleno de trastos viejos al azar, lo que podría matar a algunas de ellas. Así unas estarán mejor equipadas para sobrevivir que otras y de vez en cuando tropezarán en algo que hace daño y podría comenzar un cambio. La mayoría de estos cambios será probablemente para empeorar, pero ocasionalmente uno de éstos podría ser para mejorar, y entonces ya conoce la historia. Probablemente habrá conseguido que ocurra una evolución y obtendrá criaturas que realmente merecen el nombre de vida”. Conway imagina incluso que si se dejara jugar *Vida* durante un periodo de tiempo muy largo, estas criaturas podrían, eventualmente, adquirir consciencia.

Aunque las reglas son reminiscentes de las que se encuentran en la vida real, la intención de Conway no fue imitar la vida como nosotros la conocemos. “Mucha gente ha producido cosas de este tipo que están más cerca de la vida real, como una con cadenas de ADN en el modelo. Esto va en contra de mi filosofía, ya que copia el mecanismo reproductivo que tenemos. Mi filosofía es partir de la nada y ver si tiene su propio mecanismo reproductivo”.

“Porque realmente no estoy interesado de ninguna manera en lo que nos hace funcionar. Siempre he tenido la idea de que estar demasiado interesado en nosotros mismos es propio de una mentalidad provinciana. ¿Qué ocurrirá cuando nos encontremos con los marcianos, me refiero a alguien por ahí fuera, otra forma de vida inteligente? No existe ninguna razón obvia por la cual ellos vayan a usar ADN como forma de almacenar información, reproducirse y todo lo demás. Probablemente tengan un sistema totalmente distinto”.

“Tengo la impresión de que las cosas matemáticas abstractas en las que estoy interesado están probablemente más cerca de aquellas en las que los marcianos están interesados. Las cosas no matemáticas en las que estoy interesado,

... estoy interesado en el idioma inglés, bueno, los marcianos no van a conocer nada de la lengua inglesa. Y he estado interesado en las chicas [risas], bueno, ellos no van estar interesados en las chicas, quiero decir, ¡no en mi tipo de chicas! Pero pienso que probablemente sí que tenemos algunos intereses comunes, los intereses comunes son los matemáticos”.



El lenguaje universal de las matemáticas.

Aunque Conway cree que los marcianos también estarán interesados en la física, puesto que compartimos el mismo universo físico, la ventaja de las matemáticas es que no requieren ningún equipamiento costoso para hacer descubrimientos. La mente sola es todo lo que se precisa para estudiar matemáticas, y como Conway afirma, él puede “interrogar al universo abstracto ¡desde el sillón, el baño o la cama!”. Y, más que esto, el universo matemático no es precisamente provinciano para él. “Aunque puedo sentarme solo e interrogar al universo abstracto, no es exclusivamente mi universo. Es también el universo de mis colegas. Existe una cierta estabilidad sobre esto, y creo realmente que es asimismo el universo abstracto de los marcianos”.

“Siempre he estado interesado en el mundo abstracto. Y la razón es porque no entiendo por qué existe. No entiendo por qué los teoremas no cambian. Nosotros todavía podemos demostrar el teorema de Pitágoras, más de 2000 años después de que fuera encontrado”.

Conway ni siquiera da por sentado el concepto de lógica. Aunque, como matemático que es, trabaja con lógica y demostraciones todos los días, se cuestiona si nuestros axiomas de lógica son fundamentales. “Estaré muy interesado en saber lo que piensan los marcianos”, dice. “¿En realidad piensan de la misma forma en que lo hacemos nosotros? ¿Será su lógica la misma?”.

El logro del que Conway se siente más orgulloso es su descubrimiento de una nueva clase de números, los *números surreales*, y le produce alegría pensar que permanecerán en este universo abstracto durante milenios, como el teorema de Pitágoras (Donald Knuth escribió una excelente introducción a los números surreales en forma de un relato corto – *Los números surreales: cómo dos ex-estudiantes volvieron a las matemáticas puras y encontraron la felicidad total*–). Conway descubrió los números surreales después de ver al campeón británico de Go jugando en el Departamento de Matemáticas de Cambridge. “Observé que en el Go, cuando está a punto de finalizar un juego se tiende a dividirlo en una suma [de juegos]. Por eso pensé que podría entender un poco mejor el Go si desarrollara esa teoría”. Conway se marchó e hizo justamente eso, y “descubrí que algunas posiciones se comportan como números. Y entonces descubrí algo más: que si Vd. estuviera jugando infinitas partidas, ¡algunas posiciones se comportan como una nueva clase de números! Y así fue cómo descubrí los números surreales”.



En cierto sentido, el descubrimiento por Conway de los números surreales corre paralelamente al desarrollo de *Vida*. Estaba estudiando un sistema aleatorio, y a medida que convivía con él descubrió un mundo sorprendente. “Ha resultado algo milagroso para mí. Partí del juego del Go y acabé con los números surreales, que es un mundo enormemente infinito”.

“Pienso que también los marcianos han descubierto los números surreales en algún lugar, quizás no en esta galaxia... En ese caso habríamos conseguido algún tipo de conexión intelectual. [El matemático alienígena sería] ¡el marciano John Conway!”, afirma. Tal conexión añadiría un valor real al universo matemático abstracto, estableciendo que existe independientemente de los humanos.

No obstante, Conway entiende que todo su concepto del universo abstracto compartido podría ser erróneo. Toda esta cuestión de la existencia matemática, dice, “¡me vuelve loco! Acaso los marcianos no tengan la misma noción de existencia matemática que nosotros, pero, cualquiera que sea, ¡será muy interesante!”.

[1] El Go es un juego de estrategia milenario de origen chino (N. de los T.).

[2] Varios capítulos de la obra de Martin Gardner *Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas* (Editorial Labor, 1985) están dedicados al juego *Vida* (N. de los T.).

[3] Massachusetts Institute of Technology, EEUU (N. de los T.).

Sobre el autor y la entrevistadora

Rachel Thomas es co-editora de *Plus Magazine*. Para este artículo Rachel entrevistó al matemático **John Conway**.





matemática

revista digital de divulgación matemática

(*) Este artículo apareció en el número 20 (mayo 2002) de *Plus Magazine*. *Matemática* agradece a los responsables del Millennium Mathematics Project de la Universidad de Cambridge la autorización para publicar su traducción al castellano. (Traductores: Isabel Marrero, José Méndez).