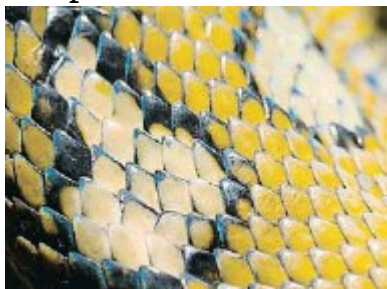


# LA MATEMÁTICA DE LA VIDA

La Vanguardia · 8 julio 2018 · NÚRIA JAR Barcelona

Los patrones de Alan Turing explican cómo se forman los seres vivos.



El matemático británico Alan Turing, hoy considerado el padre de la computación y de la inteligencia artificial, es uno de los nombres en mayúsculas de la historia de la ciencia. Sin embargo, su figura pasó desapercibida durante años, en parte porque su trabajo estaba clasificado como secreto. El investigador contribuyó de forma decisiva a la derrota de Alemania durante la Segunda Guerra Mundial al descifrar el código Enigma mediante el cual se comunicaba el ejército nazi. La conmemoración del centenario de su nacimiento en el 2012 y la interpretación de Benedict Cumberbatch en la película *Descifrando Engima* (*The Imitation Game*, 2014) popularizaron su figura.

No obstante, una de sus facetas más desconocida e ignorada –incluso para muchos científicos– sigue siendo la aportación que hizo a un campo de estudio que no era el suyo: las ciencias de la vida. Su contribución a esta área, en un único artículo científico que publicó al final de su vida, está siendo reconocida por una nueva generación de biólogos, que se inspiran en el trabajo de Turing para comprender el desarrollo de los organismos y para crear nuevos órganos y tejidos en laboratorio.

Turing abordó con maestría una de las grandes preguntas de la humanidad: cómo se forman los seres vivos. El científico se preguntaba cómo una única célula es capaz de dividirse en muchas más y crear patrones y estructuras diferenciadas que dan lugar a los seres vivos, desde las rayas de una cebra a las extremidades de los vertebrados.

Pensaba que, si una computadora se podía programar para calcular, un ser vivo tenía que estar gobernado por algún mecanismo similar que explicase su demostrar de forma concluyente sus ecuaciones a nivel experimental. Los japoneses Shigeru Kondo y Takashi Miura consideran en una revisión, publicada en *Science* en 2010, que una de las razones se debe a la separación entre la simplicidad matemática y la complejidad del mundo real, que hace que los biólogos no estén familiarizados con este modelo.

Las preocupaciones de los científicos de finales del siglo XIX y principios del siglo XX se centraban en “cuestiones fundamentales de la biología del desarrollo, sobre todo la generación de la forma”, recuerda Ball. Por aquel entonces, algunos consideraban que un ser vivo crecía a partir de una versión microscópica de sí mismo. No fue hasta la década de los 1930 que los experimentos de Hans Driesch y Hans Spemann introdujeron el concepto de diferenciación celular, que explica que un organismo crece a partir de una única célula sin

estructura definida, gracias a la especialización de las células. Otro de los trabajos que marcó aquellos años fue el libro *On growth and form* (Sobre crecimiento y desarrollo), que en 1917 publicó el biólogo escocés D'Arcy Thompson, una de las seis únicas referencias bibliográficas del artículo de Alan Turing.

A pesar de aquella inquietud sobre el origen de la vida, la embriología no progresó hasta la segunda mitad del siglo pasado, porque no había ni tecnología ni las herramientas necesarias para su estudio. Turing se adelantó a su época. Su teoría de patrones se publicó un año antes de que Francis Crick y James Watson describieran la estructura de la doble hélice del ADN. Estos dos científicos, también asentados en la Universidad de Cambridge (Reino Unido), revolucionaron la biología y viraron el interés del campo hacia otra dirección, va ensanchando hasta que su organismo duplica el tamaño. Cuando el pez alcanza los cuatro centímetros, emergen nuevas rayas y el espacio entre ellas vuelve a ser el mismo. La reorganización del patrón rayado se repite cuando el ejemplar crece hasta los ocho centímetros. Más adelante, también se demostraría que otras especies de peces comparten la misma naturaleza dinámica, incluido el modelo de laboratorio del pez cebra (*Danio rerio*).

Las ecuaciones de Turing también se validarían en la disposición de las plumas de los pollos, los folículos de pelo en ratones y la ramificación de los pulmones en los mismos roedores. En el terreno de la embriología, la demostración de los patrones de Turing se convierte en toda una proeza: “En el caso de la formación de patrones de pigmentación es posible perturbar el patrón y observar el proceso de regeneración. En la mayoría del resto de sistemas, esta observación es complicada porque las perturbaciones experimentales pueden ser letales”, argumentan Kondo y Miura.

Las aproximaciones matemáticas de Alan Turing han contribuido a la comprensión de sistemas complejos, como los seres vivos. “En los últimos 30 años, estudios a nivel molecular han revelado que un gran abanico de fenómenos fisiológicos está regulado por redes complejas de interacciones celulares y moleculares”, escribieron Kondo y Miura. Ahora, las ecuaciones de Turing se erigen como una promesa para la biología sintética, en especial para la ingeniería de tejidos. La comprensión de cómo emergen los patrones celulares, gracias a las fórmulas que planteó el matemático, permitirá crear nuevas estructuras en el laboratorio, como órganos y tejidos.

“Los patrones de Turing nos ofrecen una paleta de diseños posibles