

**Te invitamos a...**

# **...Explorar las manchas del leopardo**



## **El modelo químico-matemático**

¿Por qué el pelaje de unos animales tiene manchas, y el de otros tiene rayas? ¿Por qué las manchas de las jirafas son más grandes y con una forma distinta a las del leopardo? ¿Por qué hay animales con cuerpos manchados y colas rayadas, pero no al revés? ¿Por qué ciertos animales no tienen manchas ni rayas?

En los últimos años, la ciencia ha vivido un rápido progreso en el modelamiento de las estructuras biológicas y en la simulación de su desarrollo. Esto ha llevado a una mejor comprensión de la **morfogénesis**, o estudio de las formas complejas y patrones que resultan del desarrollo de un organismo vivo.

Históricamente, el primer modelo de morfogénesis fue propuesto por el científico inglés Alan Turing, en su obra "Las bases químicas de la Morfogénesis" (1952). Este se conoce como "modelo de reacción - difusión": mediante ecuaciones diferenciales, describe los cambios en el tiempo de las concentraciones de dos sustancias, las cuales se difunden y reaccionan una con otra.

En el caso de las manchas y rayas en los animales, el modelo describe la forma como reaccionan y se propagan en la piel dos productos químicos diferentes: uno que estimula la producción de melanina (proteína que colorea la piel) y otro que bloquea su producción.

## ¿Una cuestión de tamaño?

Lo sorprendente de este modelo, es que la ecuación matemática muestra que los diferentes motivos del pelaje sólo dependen del grosor y la forma de la región donde ellos se desarrollan. Es decir, la misma ecuación sirve de base para explicar todos los diseños.

Pero entonces, ¿por qué los tigres y los leopardos tienen diseños tan distintos, si sus cuerpos son de tamaños similares? Probablemente, la respuesta esté en el tiempo: tal vez la formación de los diseños no se produce en la misma etapa de crecimiento del embrión. Más precisamente, la ecuación muestra que no se formarían motivos cuando el embrión es muy pequeño; que se formarían rayas cuando es un poco mayor, manchas cuando es más grande y ningún motivo cuando es muy grande.

## ¿Y la cola?

Además, a superficies iguales, la forma hace la diferencia. Si una superficie lo bastante grande como para formar manchas, se desarrolla con una forma alargada o cilíndrica (como una cola), entonces las manchas se transformarán en rayas.

De este modo, un sistema único de ecuaciones matemáticas parece gobernar todos los motivos de pelaje que se encuentran en la naturaleza. Porque el mismo tipo de ecuaciones permite explicar también los dibujos de las alas de la mariposa, y algunos motivos coloreados de los peces tropicales.

Sin embargo, hasta ahora los procesos químicos de reacción-difusión no han sido observados directamente en la piel de los animales, aún cuando ciertas evidencias indirectas parecen confirmar su presencia. Las sustancias químicas en cuestión se encuentran, en efecto, justo bajo la epidermis, y es muy difícil detectarlas experimentalmente.

Por el momento, este modelo es sólo un modelo. De todas maneras, el que un modelo pueda explicar casi toda la diversidad y riqueza de los motivos de los animales es seguramente un signo de que contiene al menos una parte de verdad.

## Para seguir explorando

Completa y entretenida [biografía de Alan Turing en español](#).

[Alan Turing Webpage](#) (en inglés), con enlaces a diversa información sobre el científico

[Visual Models of Morphogenesis: a guided tour](#). Sitio con imágenes y animaciones, que reseña la evolución histórica de los modelos visuales de morfogénesis. Tiene una [versión sólo texto](#). (en inglés)

[Alan Turing and morphogenesis](#): sitio que documenta el trabajo en morfogénesis

llevado a cabo por Turing en los 4 años previos a su muerte. (en inglés)

y ahora...

[...explora la complejidad de los mapas](#)

[...explora el centro del girasol](#)

[...explora la imagen del cerebro](#)

[Voler al inicio](#)

