

La danza de las mariposas *Heliconius*



Amaia
Alcalde
Antón

Una defensa de la ciencia básica



Las enigmáticas mariposas del género *Heliconius* han sido objeto de investigaciones científicas desde tiempos de Darwin. Su coloración, mimetismo y genética han asombrado a muchos científicos. El grupo de investigación EBAB, liderado por Stephen Montgomery las está estudiando desde un punto de vista inusual: mirando al cerebro y el comportamiento. Conocer cómo cambia el sistema nervioso y su relación con el comportamiento puede ayudarnos a entender un poco más su evolución, así como nuestro propio cerebro.

Todos hemos oído hablar del efecto mariposa, ese famoso fenómeno que afirma que el pequeño, inocente aleteo de una mariposa desencadena una serie de acontecimientos cada vez más grandes que acaban provocando un huracán al otro lado del mundo. exploremos este efecto de la mano de sus protagonistas, las mariposas del género *Heliconius*, un género de mariposas neotropicales que se distribuyen del sur de México al norte de Argentina. Se las conoce comúnmente como mariposas de alas largas por su aspecto o mariposas de las pasifloras por su planta hospedadora. De hecho, cada especie del género se ha especializado en una o dos especies de pasifloras, donde deposita sus huevos. *Heliconiini* forma parte de la tribu que comprende los géneros: *Heliconius*, *Dryas*, *Agraulis*, *Dione*, *Dryadula*, *Eueides*, *Philaethria* y *Podotricha*.

El aleteo de estas mariposas no ha pasado desapercibido. En 1861, el naturalista Henry Walter Bates escribió una carta a Darwin donde las describía como “Una ventana entreabierta al laboratorio donde la naturaleza fabrica nuevas especies”. No en vano, su estudio ha ayudado a comprender procesos de especiación, es decir, la manera en la que surgen nuevas especies.

Foto de *Dryas* (izquierda) y *Heliconius* (derecha) / Sebas Mena. Arriba dibujo de *Heliconius hecale* / Amaia Alcalde Antón



En 1861 el naturalista Henry Walter Bates escribió a Darwin describiendo a este género de mariposas como “una ventana entre abierta al laboratorio donde la naturaleza fabrica nuevas especies”



Heliconius melpomene / Louise Bestea

●●
Unas mariposas con cerebro expandido, comportamientos complejos y más longevas que sus primas hermanas evolutivas

En los campos de biología evolutiva, genética de poblaciones y ecología se han investigado mucho por la gran cantidad de especies, su coloración y mimetismo. Este grupo de mariposas posee alas de colores llamativos que son percibidos como peligrosos por los depredadores, amarillo, negro y rojo.

Además, muestran mimetismo, una estrategia evolutiva donde algunas especies se copian los colores/patrones de otras.

Estos insectos poseen un curioso comportamiento. Se alimentan del polen de unas plantas concretas que, en la selva, están muy lejos unas de otras, las localizan y vuelven a visitar, como en una coreografía por su supervivencia. Son el único género de mariposas que se alimenta activamente de polen. Tienen unas enzimas proteolíticas con las que lo digieren obteniendo una fuente extra de aminoácidos. Además, llegan a vivir hasta 6-8 meses algo inusual para una mariposa.

Por otro lado, las mariposas del género *Dryas*, sus primas hermanas en la evolución, que solo llegan a vivir alrededor de un mes como individuos adultos, no presentan este

comportamiento ya que toman néctar de casi cualquier planta sin tener que pensar en el próximo paso de baile.

Desde Bristol el profesor Stephen Montgomery y su grupo EBAB (Laboratorio de Evolución y comportamiento del cerebro por sus siglas en inglés) se han enfocado en un punto de vista diferente y complementario: la evolución del cerebro y el comportamiento. Tras conocer la curiosa “danza” de las mariposas *Heliconius*, Fletcher Young investigó su memoria visual a largo plazo comparándola con la de *Dryas*.

El experimento consistió en entrenarlas con comederos artificiales para asociar un color amarillo o morado a una recompensa, agua con azúcar, y el otro color morado o amarillo a un castigo, agua con quinina (una sustancia muy amarga). El entrenamiento duró 4 días. Después se cambiaron los comederos por otros de color blanco durante 8 días. Tras esta segunda fase, el último día del experimento

●●
La ciencia básica es el primer paso de baile necesario para construir una coreografía. Es ese inicio que con el tiempo y la inversión suficientes nos ayuda a comprender lo que nos rodea y puede contribuir en la cura de enfermedades



Foto de una mariposa *Heliconius* en el experimento de comportamiento, bebiendo de una flor artificial blanca. - Louise Bestea

se les hizo un test para ver si recordaban los colores. Durante 2 horas se volvieron a colocar los comederos amarillos y morados (esta vez vacíos) y se grabó “la danza de las mariposas”.

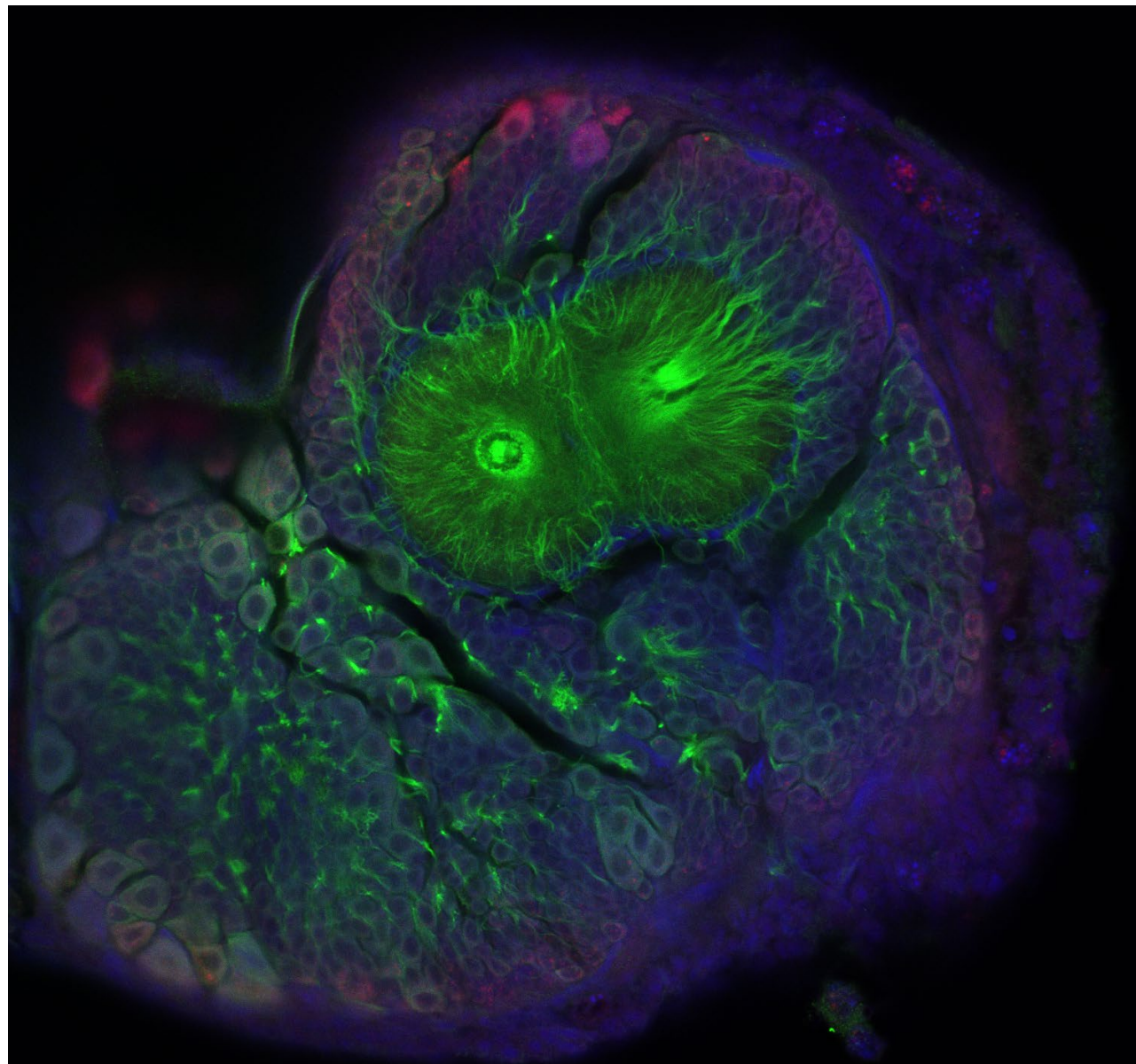
Cada mariposa llevaba un número identificativo pintado en las alas. Se contaron el número de intentos de cada individuo en cada color y se analizaron los datos. Las especies del género *Heliconius* recordaron los colores

significativamente mejor que sus primas hermanas, *Dryas*, demostrando tener mejor memoria visual a largo plazo. Estas diferencias de comportamiento y memoria sugieren diferencias en el sistema nervioso.

Stephen Montgomery y antes John Sivinski observaron el cerebro de estos insectos y encontraron una estructura, llamada "mushroom body" o cuerpo fúngico 3-4 veces más grande

en *Heliconius* que el de sus primas hermanas, *Dryas* y *Agraulis*. Además, tiene 6-8 veces más células Kenyon, las neuronas del cuerpo fúngico. Lo interesante es que esta estructura se encarga de la memoria y el aprendizaje en el cerebro de los insectos.

Foto del cuerpo fúngico de *Dryas iulia* durante la metamorfosis. Tomada con el microscopio confocal / Amaia Alcalde



●●
Conocer cómo se dan y regulan las modificaciones en el cerebro de las mariposas puede ayudarnos a entender un poco más la evolución del sistema nervioso, así como nuestro propio cerebro

De hecho, algunos investigadores del grupo EBAB están explorando cómo y por qué se ha expandido esta parte del cerebro. Un hecho curioso teniendo en cuenta que un hito de la evolución humana y una de las características que nos ha permitido llegar donde estamos es la expansión de la corteza cerebral.

Para comprender cómo se expande hay que conocer el ciclo de vida de estos animales. Durante la etapa larvaria, unos 15 días, como orugas el cerebro y el cuerpo fúngico van creciendo poco a poco. Tras pupar en la metamorfosis, unos 7 días, se dan cambios drásticos, parte de los viejos circuitos se destruyen, se forman otros y nuevas neuronas nacen en un proceso llamado neurogénesis. Este proceso de formación de neuronas se da en casi todos los animales incluyendo los humanos. El sistema nervioso cambia y se reorganiza para hacer frente a su nueva vida como mariposa. Haciendo un análisis comparativo de varias especies algunas del género *Heliconius* y otras de los géneros *Dryas* y *Agraulis*, los científicos intentan comprender cuándo y qué cambios están detrás la expansión de esta estructura cerebral. Conocer cómo se dan y regulan estas



Ilustración de mariposas *Heliconius* con *Passiflora* y *Psiguria* / Amaia Alclade

modificaciones puede ayudarnos a entender un poco más la evolución del sistema nervioso, así como nuestro propio cerebro.

Esto es parte de la ciencia básica, ciencia que no tiene una aplicación directa *a priori*, pero que es la base. Descubrimientos tan revolucionarios como el CRISPR-CAS, una de las herramientas de edición genética más usadas hoy en día, surgieron de la investigación básica. Esta es el primer paso de baile necesario para construir una coreografía. Es ese pequeño e inocente aleteo de la mariposa que con el tiempo y la inversión suficientes puede convertirse en nuevo conocimiento científico para comprender aquello que nos rodea, ayudar en la cura de enfermedades como por ejemplo la microcefalia (asociada a problemas en la neurogénesis) o incluso predecir un huracán al otro lado del mundo. ●