

## La mecánica cuántica puede actuar en la “brújula” de los petirrojos



### 1. Lee la [noticia publicada en SINC](#)

Investigadores británicos y alemanes han demostrado por primera vez en el laboratorio la sensibilidad magnética de una proteína de los ojos de las aves migratorias que, al desencadenar efectos cuánticos, podría ayudarlas a orientarse utilizando el campo magnético de la Tierra.

Los seres humanos percibimos el mundo que nos rodea con cinco sentidos: vista, oído, gusto, tacto y olfato; pero otros animales, como las aves migratorias, también pueden ‘sentir’ el campo magnético de la Tierra.

Desde hace tiempo un grupo de biólogos, químicos y físicos de las universidades de Oxford (Reino Unido) y Oldenburgo (Alemania) vienen acumulando pruebas de que el sentido magnético de las aves migratorias nocturnas, como el **petirrojo europeo** (*Erithacus rubecula*), se basa en los [criptocromos](#), un tipo de proteína del ojo sensible a la luz.

Ahora el mismo equipo presenta en la revista [Nature](#) un estudio donde demuestra que una de estas proteínas fotorreceptoras localizada en la retina de las aves, el **criptocromo 4** (CRY4), es sensible a los campos magnéticos, así que bien podría ser el tan buscado sensor magnético de estos animales.

Además, han descubierto que el CRY4 de los petirrojos es más sensible al magnetismo que el de las gallinas y las palomas no migratorias, lo que apoya aún más su papel como sensor magnético.

El grupo del profesor **Henrik Mouritsen** en Oldenburgo primero consiguió extraer el código genético del criptocromo 4 en estos pequeños pájaros cantores y, a continuación, produjo la proteína en grandes cantidades mediante cultivos celulares bacterianos de *E. coli*.

Después, investigadores del departamento de Química de la Universidad de Oxford aplicaron una novedosa gama de técnicas de resonancia magnética y ópticas para estudiar esta proteína,

demostrando así su marcada sensibilidad a los campos magnéticos.

Los autores también arrojan luz sobre el mecanismo por el que surge esta sensibilidad, basado en reacciones de **transferencia de electrones** desencadenadas por la absorción de luz azul. Las proteínas como el criptocromo están formadas por cadenas de aminoácidos. En concreto, el criptocromo 4 del petirrojo tiene 527.

### **Mecánica cuántica en acción**

El químico **Peter Hore** de Oxford y el físico **Ilya Solov'yov** de Oldenburgo realizaron cálculos de mecánica cuántica que apoyan la idea de que cuatro de los 527 aminoácidos –de un tipo conocido como **triptófanos**– son esenciales para las propiedades magnéticas de la molécula. Según sus cálculos, los electrones saltan de un triptófano a otro generando los llamados **pares de radicales**, que son magnéticamente sensibles.

Para comprobarlo experimentalmente, el equipo alemán produjo versiones ligeramente modificadas del criptocromo del petirrojo, en las que cada uno de los triptófanos se sustituyó por un aminoácido diferente para bloquear el movimiento de los electrones.

Por su parte, utilizando las proteínas modificadas, los grupos de Oxford pudieron dilucidar el papel de los diferentes pares de radicales en los efectos observados del campo magnético.

Así se ha descubierto que CRY4 tiene las propiedades magnéticas potenciales necesarias para actuar como brújula magnética. La proteína presenta una reacción química impulsada por la luz que desencadena **efectos cuánticos** que podrían amplificar las señales magnéticas.

Respecto al hecho de que los petirrojos y otras aves migren de noche cuando no hay luz solar, explica Hore a SINC. "La noche nunca es totalmente oscura. Si lo fuera, las aves no podrían ver y no volarían. Todavía no podemos decir con certeza si el mecanismo de los criptocromos es lo suficientemente sensible como para funcionar en las condiciones de poca luz de la noche. Lo que sí sabemos es que las aves vuelan normalmente por encima del nivel de las nubes y, por tanto, deberían tener siempre acceso a la luz de las estrellas".

Por su parte, Mouritsen destaca: "Creemos que estos resultados son muy importantes porque demuestran, por primera vez, que una molécula del aparato visual de un ave migratoria es sensible a los campos magnéticos". Pero esto no es, subraya el equipo, una prueba definitiva de que el criptocromo 4 sea el sensor magnético.

### **Futuros experimentos *in vivo***

De momento, en todos los experimentos los investigadores han examinado proteínas aisladas en el laboratorio y aplicado campos magnéticos más fuertes que el de la Tierra. "Por tanto, todavía hay que demostrar que esto ocurre en los ojos de las aves", advierte Mouritsen, y, de momento, estos estudios no son técnicamente posibles.

Sin embargo, los autores creen que las proteínas implicadas podrían ser mucho más sensibles en su entorno nativo. En las células de la retina, las proteínas están probablemente fijas y alineadas,

lo que aumenta su sensibilidad a la dirección del campo magnético. Además, es probable que también estén asociadas a otras que podrían amplificar las señales sensoriales.

Hore apunta los siguientes pasos: "Experimentos de criptocromos con estas socias de interacción en un intento de estudiar condiciones más parecidas a *in vivo*, mediciones de los efectos del campo magnético en proteínas orientadas para investigar su funcionamiento como sensores de dirección y desarrollo de técnicas capaces de medir la actividad de los criptocromos en las células fotorreceptoras *in vivo*".

"Si podemos probar que el criptocromo 4 es el sensor magnético, habremos demostrado un mecanismo fundamentalmente cuántico que hace que los animales sean sensibles a estímulos ambientales un millón de veces más débiles de lo que se creía posible", concluye el químico de Oxford.

**Referencia:** Jingjing Xu et al (2021). "Magnetic sensitivity of cryptochrome 4 from a migratory songbird". [Nature](#).

## 2. Visualiza el siguiente video, se encuentra en inglés, pero puedes activar los subtítulos y en la configuración traducir automáticamente al español.

[How quantum mechanics help birds find their way](#)

## 3. Responde el cuestionario:

- ¿Cuál es la temática de la lectura? Escribe una oración que la describa.
- ¿Por qué es importante orientarse para las aves migratorias?
- ¿Qué es el criptocromo 4? ¿A qué se deben sus propiedades magnéticas?
- ¿Cuál es el aminoácido que le da propiedades magnéticas al criptocromo 4? ¿Qué experimentos hicieron para comprobarlo?
- ¿A qué se refieren con la mecánica cuántica en acción?
- ¿Cómo tratan de explicar la migración nocturna de las aves?
- ¿Cómo crees que el trabajo interdisciplinario aporte al desarrollo de esta investigación?
- ¿Te parece que la noticia tiene credibilidad científica? ¿Por qué?
- ¿Qué nuevas preguntas te surgen después de la lectura?
- ¿Cómo le contarías a alguien que no leyó el texto de qué se trató la investigación y qué disciplinas intervinieron?

## Créditos:

### **Lectura:**

- Sacristán, E. (23/06/2021). En [agenciasinc.es](http://agenciasinc.es). [La mecánica cuántica puede actuar en la "brújula" de los petirrojos](#). Licencia: [CC BY-SA 4.0](#).

### **Imagen:**

- The Other Kev (2019). [Robin, petirrojo europeo](#). Foto, en [Pxhere.com](http://Pxhere.com). Licencia: [Dominio público](#).

### **Video**

- Nature video (2021). [How quantum mechanics help birds find their way](#). En [YouTube.com](http://YouTube.com). Licencia estándar de YouTube.

Autor: Silvia Pedreira

Fecha de publicación: Setiembre 2021



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](#).