

# Desviación dependiente de la luz en la orientación mediante compás magnético de renacuajos de tritón palmeado, *Lissotriton helveticus*

Sevilla, 6 al 9 de octubre de 20010

Francisco Javier Diego-Rasilla<sup>1</sup> & Rosa M. Luengo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Animal, Universidad de Salamanca. Salamanca. España

<sup>2</sup>Gabinete de Iniciativas Socioculturales y de Formación S.L., Salamanca, España

## Introducción

Dentro del agua, los anfibios acostumbran a desplazarse siguiendo un eje perpendicular a la línea formada por la orilla, sobre el que efectúan desplazamientos hacia zonas de aguas profundas, o bien hacia la orilla del medio acuático. Este tipo de orientación espacial es conocida como orientación respecto al eje-Y (Ferguson & Landreth, 1966). Se ha demostrado que algunas especies de anfibios utilizan un compás magnético en su orientación respecto al eje-Y (Phillips, 1986; Deutschlander et al., 2000; Freake et al., 2002; Rodríguez-García & Diego-Rasilla, 2006; Diego-Rasilla & Phillips, 2007) y existen evidencias de que este compás magnético presenta un mecanismo de magnetorecepción dependiente de la luz en algunas especies de anfibios (Phillips & Borland, 1992; Freake & Phillips, 2005), observándose que los animales experimentan una desviación de 90° en la orientación mediante el compás magnético bajo luz de onda larga ( $\geq 500$  nm).

Los tritones palmeados (*Lissotriton helveticus*) se orientan durante la noche hacia las charcas en las que se reproducen utilizando un compás magnético como única fuente de información direccional (Diego-Rasilla et al., 2008), por lo que hemos diseñado experimentos para estudiar si también las larvas de esta especie utilizan un compás magnético en la tarea de orientación respecto al eje-Y.

## Metodología

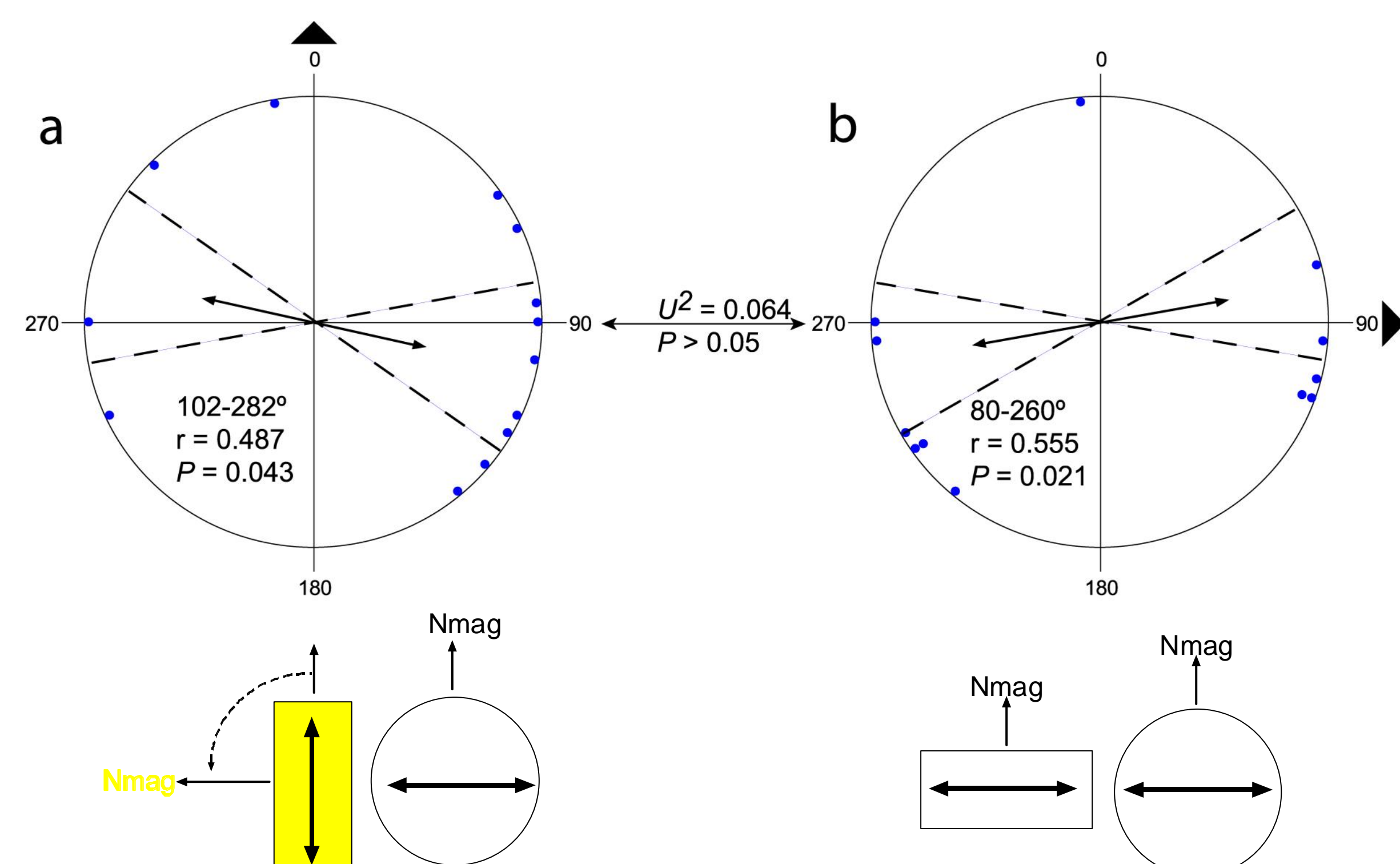
En experimentos de orientación respecto al eje-Y (eje perpendicular a la línea de la orilla de los medios acuáticos) entrenamos durante tres días a 25 larvas de tritón palmeado (*L. helveticus*) (estadios de desarrollo V y VI; Braña, 1980) para orientarse en la dirección de una orilla artificial. Utilizamos dos configuraciones de entrenamiento diferentes, con direcciones de la orilla perpendiculares. Un acuario de entrenamiento fue alineado según el eje magnético norte-sur, con la orilla en el norte y bajo luz de longitud de onda larga ( $\geq 500$  nm), mientras que el otro acuario fue alineado según el eje magnético este-oeste, con la orilla en el este e iluminado con luz natural. Después del entrenamiento, los tritones fueron ensayados bajo luz natural en una arena circular rodeada por un par de bobinas cúbicas dispuestas perpendicularmente para alterar el alineamiento del campo magnético terrestre. Cada tritón fue ensayado una sola vez, en uno de cuatro alineamientos del campo magnético: campo magnético ambiental (norte magnético en el norte) y tres campos alterados (norte magnético rotado al este, oeste y sur). Todos los animales fueron liberados en la charca en la que habían sido capturados después del experimento.

## Resultados y discusión

Los rumbos magnéticos de los tritones entrenados bajo luz de longitud de onda larga y ensayados bajo luz natural se desviaron 90° respecto de la dirección magnética del eje-Y entrenado (0°-180°) (Figura 1a; prueba de Rayleigh), mientras que los tritones entrenados y ensayados bajo luz natural presentaron rumbos magnéticos distribuidos bimodalmente a lo largo de la dirección magnética del eje-Y entrenado (270°-90°) (Figura 1 b; prueba de Rayleigh). No existen diferencias estadísticamente significativas en las distribuciones de los rumbos magnéticos de ambos grupos de tritones ( $U^2 = 0.064$ ,  $p > 0.05$ ; Watson  $U^2$  test; Figuras 1a, b).

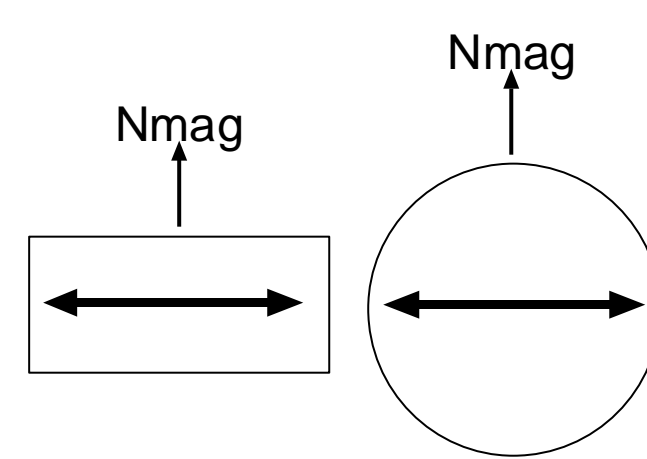
Las respuestas de los tritones en este experimento aportan evidencias sobre la existencia de un compás magnético dependiente de la luz en urodolos y confirman que la desviación de 90° en la dirección de la orientación mediante compás magnético bajo luz de longitud de onda larga ( $\geq 500$  nm) encontrada también en ejemplares adultos del tritón americano *Notophthalmus viridescens* (Phillips & Borland, 1992) es debida a un efecto directo de la luz sobre el mecanismo de magnetorecepción subyacente.

Este estudio demuestra la existencia de un compás magnético dependiente de la luz en larvas de urodolos. Las extraordinarias similitudes entre los compases magnéticos dependientes de la luz de anuros y urodolos, que han evolucionado como clados separados durante al menos 250 millones de años, sugieren que el mecanismo de magnetorecepción dependiente de la luz probablemente haya evolucionado en el antepasado común de los Lissamphibia y, posiblemente, mucho antes.

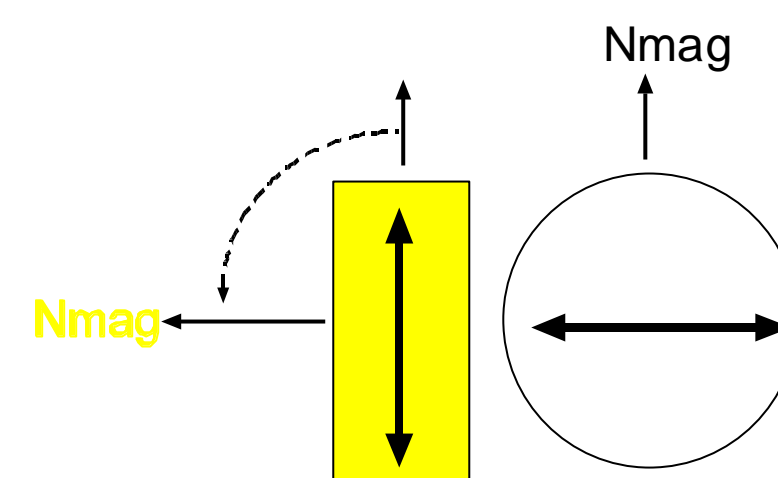


## Hipótesis

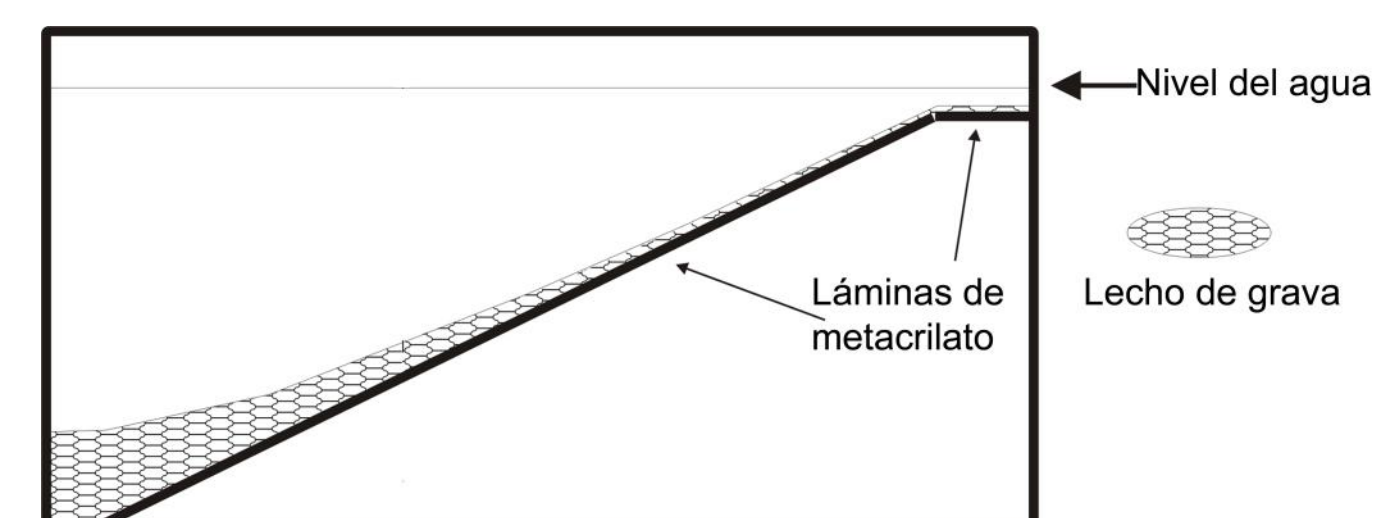
Si las larvas de tritón palmeado (*L. helveticus*) utilizan en su orientación respecto al eje-Y de su medio acuático un compás magnético dependiente de la luz similar al encontrado en otras especies de anfibios:



1. Las distribuciones de los rumbos magnéticos de los tritones entrenados y ensayados bajo luz natural (acuario con la orilla en el Este) deberían orientarse en la arena circular bimodalmente a lo largo de la dirección magnética del eje-Y entrenado (270°-90°).



2. Las distribuciones de los rumbos magnéticos de los tritones entrenados bajo luz de longitud de onda larga (acuario con la orilla en el Norte) y ensayados bajo luz natural deberían desviarse 90° respecto de la dirección magnética del eje-Y entrenado al ser ensayados en la arena circular. Esto sucedería porque durante su estancia en el acuario percibirían el Norte magnético desviado 90°, como consecuencia del efecto directo de la luz de onda larga sobre el mecanismo de magnetorecepción.



Esquema del diseño de los acuarios de entrenamiento

## Agradecimientos

La Dirección General de Biodiversidad del Gobierno de Cantabria nos proporcionó la autorización necesaria para realizar esta investigación.

## Referencias

- Braña, F. 1980. Notas sobre el género *Triturus*, Rafinesque 1815 (Amphibia: Caudata). I-Observaciones fenológicas y sobre el desarrollo larvario de *T. marmoratus*, *T. alpestris* y *T. helveticus*. *Bolentin de Ciencias Naturales I.D.E.A.*, 26: 211-220.
- Deutschlander, M.E., Phillips, J.B. & Borland, S.C. (2000). Magnetic compass orientation in the eastern red-spotted newt, *Notophthalmus viridescens*: rapid acquisition of the shoreward axis. *Copeia* 2000, 413-419.
- Diego-Rasilla, F.J., Luengo, R.M. & Phillips, J.B. (2008). Use of a magnetic compass for nocturnal homing orientation in the palmate newt, *Lissotriton helveticus*. *Ethology* 114, 808-815.
- Diego-Rasilla, F.J. & Phillips, J.B. (2007). Magnetic compass orientation in larval Iberian green frogs, *Pelophylax perezi*. *Ethology* 113, 474-479.
- Ferguson, D.E. & Landreth, H.F. (1966). Celestial orientation of Fowler's toad (*Bufo fowleri*). *Behaviour* 26, 105-123.
- Freake, M.J., Borland, S.C. & Phillips, J.B. (2002). Use of a magnetic compass for Y-axis orientation in larval bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *Copeia* 2002, 466-471.
- Freake, M.J. & Phillips, J.B. (2005). Light-dependent shift in bullfrog tadpole magnetic compass orientation: evidence for a common magnetoreception mechanism in anuran and urodele amphibians. *Ethology* 111, 241-254.
- Phillips, J.B. (1986). Magnetic compass orientation in the Eastern red-spotted newt (*Notophthalmus viridescens*). *Journal of Comparative Physiology A* 158, 103-109.
- Phillips, J.B. & Borland, S.C. (1992). Behavioral evidence for the use of a light-dependent magnetoreception mechanism by a vertebrate. *Nature* 359, 142-144.

**Figura 1.** Orientación mediante compás magnético de tritones entrenados bajo luz de longitud de onda larga y ensayados bajo luz natural (a) o entrenados y ensayados bajo luz natural (b). En cada diagrama circular los rumbos de los tritones entrenados en un acuario con el eje-Y alineado norte-sur (orilla = 0°) (a) y los rumbos de los tritones entrenados en un acuario con el eje-Y alineado este-oeste (orilla = 90°) (b) están agrupados después de ser normalizados con respecto al alineamiento magnético utilizado durante cada ensayo. Cada punto representa el rumbo tomado por un tritón, ensayado una sola vez. Las flechas dobles en el centro de cada gráfico indican el eje medio de orientación con la longitud del vector medio proporcional a la intensidad de la orientación, r (el diámetro del círculo corresponde a r = 1). Las líneas discontinuas representan los intervalos de confianza al 95% para el eje medio. Los triángulos situados en el exterior de los diagramas señalan la dirección magnética del extremo del eje-Y correspondiente a la orilla del acuario.