

De **AVES** migratorias a LOMBRICES de **tierra**: causas y efectos en biología

César Javier **Sánchez Juárez**
Vivette **García Deister**

¿Quién no ha visto un nido de golondrinas en algún rincón de un tejado? La *golondrina tijereta* o golondrina común (*Hirundo rustica*) ha logrado adaptarse a zonas altamente urbanizadas, como la ciudad de Puebla, donde es común observarla sobrevolar los camellones de las avenidas.

Estas aves tienen un comportamiento migratorio, pues desaparecen temporalmente a principios del invierno y reaparecen a finales de marzo o principios de abril. Así como lo hacen las golondrinas en un momento específico del año, muchas aves alrededor del mundo también emprenden el recorrido migratorio, el cual es un movimiento estacional llevado a cabo de manera regular. La migración aviar es un acto asombroso de la naturaleza al que, desde tiempos de Aristóteles, se le han atribuido múltiples explicaciones (Berlanga y Rodríguez, 2010).

Dentro de los esfuerzos más organizados por develar las causas de la migración aviar podemos encontrar los que se hicieron a finales del siglo XIX. En 1884, la recién fundada *American Ornithologists Union* (Unión de Ornitológos Americanos), unificó el empeño de diversos científicos por descubrir los factores responsables de la migración (Merriam, 1884). Así, el fenómeno se convirtió en uno de los principales objetos de investigación de la ornitología estadounidense. Actualmente existe un consenso relativo en torno a que la disminución del alimento local es la causa principal de la migración, lo que conduce a las aves a migrar a lugares donde el alimento sea abundante (Berlanga y Rodríguez, 2010).

La búsqueda del factor o de los factores principales de la migración ha sido un tema que, al menos hasta la primera mitad del siglo XX, se encontró fuertemente debatido dentro de la biología. Y precisamente son las discusiones en torno a la migración aviar las que aprovecharemos para mostrar cómo se articuló el estudio de las causas en la biología de la segunda mitad del siglo XX.

¿POR QUÉ MIGRAN LAS AVES?

A principios del siglo XX la biología –sobre todo la norteamericana- atravesó por una etapa donde sus métodos y preguntas se diversificaron (Maienschein, 1981). En consecuencia, los fenómenos biológicos, incluyendo por supuesto la migración aviar, se abordaron desde distintas miradas: unas más descriptivas, otras más experimentales. La variedad de explicaciones que se generaron en torno a ¿por qué migran las aves? generó debates sobre cuáles eran las causas principales de la migración y cuáles eran las mejores estrategias para identificarlas.

Al respecto, para sustentar la idea de que las causas de la migración se hallaban en las actividades fisiológicas de las aves, algunos científicos se valieron de estudios caracterizados por una metodología experimental. Se argumentaba, por ejemplo, que la actividad hormonal en períodos de reproducción provocaba una hipertrofia (aumento) en las gónadas de las aves, por lo que había mayor producción de hormonas, con la consecuente activación de mecanismos fisiológicos que inducían la migración (Bergtold, 1926; Rowan, 1927; Wetmore, 1932).

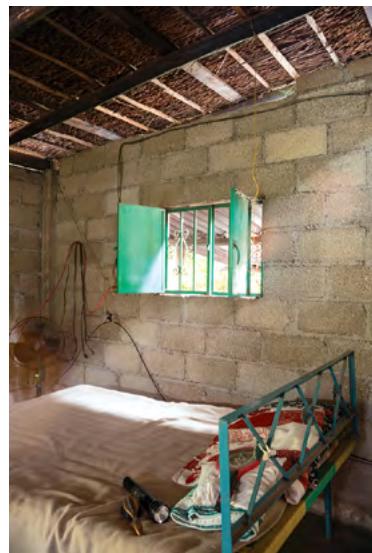
Otra explicación sostenía que la migración es una respuesta fisiológica relacionada con la duración de la luz del día. Las aves detectaban que la duración de la luz del día disminuía, este cambio ocasionaba que no contaran con el tiempo suficiente para alimentarse y, por tanto, debían migrar a un lugar donde la duración fuera suficientemente larga para garantizar el consumo de alimento para su supervivencia (Eifrig, 1924).

Pero no todas las explicaciones sobre la migración aviar se formularon desde los estudios fisiológicos experimentales, ni todas aducían un solo tipo de causa. Para algunos naturalistas, el comportamiento migratorio era una actividad mucho más compleja. Edward Albert Shäfer (1907) argumentó que la migración podía ser explicada a través de la existencia de dos tipos de causas: las “determinantes inmediatas” y las “últimas”. La causa última podía ser la necesidad de buscar alimento, y la determinante inmediata la reacción fisiológica que activa la migración en un momento preciso. De igual manera, Thomson (1924) planteó la existencia de dos causas: la causa última, como la adquisición del comportamiento migratorio a través del tiempo por medio de la selección natural, y los estímulos inmediatos, la capacidad fisiológica de las aves que regula y activa el momento exacto de la migración. Al tiempo que postulaban una diversidad de causas (ecológicas y fisiológicas), los ornitológos no lograban llegar a un acuerdo sobre cuál o cuáles eran los principales factores causales de la migración aviar. Esta discusión se mantuvo viva al menos hasta la década de 1950.

“CAUSA Y EFECTO EN BIOLOGÍA”

Un artículo que logró conceptualizar los tipos de causas postuladas en la biología del siglo XX fue sin duda *Cause and Effect in Biology* (Causa y efecto en biología), escrito por Ernst Mayr, uno de los biólogos evolutivos más sobresalientes de mediados de siglo, quien fue además un destacado sistemático, ornitológico, historiador y filósofo de la biología.

En este artículo, publicado el 10 de noviembre de 1961 en la revista *Science*, Mayr sostenía que para tener una amplia comprensión de todos los fenómenos biológicos, estos debían ser explicados con base en dos tipos de causas: las *próximas* y las *últimas*. Valiéndose de



© Nin Solis. Santo Domingo, Guerrero, 2013.

su formación como ornitólogo, Mayr recuperó el debate en torno a las causas de la migración aviar al plantearse: “¿Por qué el *chipe*, que estaba en New Hampshire, comenzó su migración hacia el sur la noche del 25 de agosto?” (Mayr, 1961, p. 1502).

Mayr respondió a la interrogante a partir de cuatro “causas legítimas”. Las primeras dos las agrupó dentro de las causas últimas y las dos posteriores dentro de las causas próximas: 1) Causa ecológica (última): el chipe, que es un ave insectívora, debe migrar porque si pasa el invierno en New Hampshire morirá de hambre; 2) Causa genética (última): el chipe, en el curso de la historia evolutiva de su especie adquirió una constitución genética que le permite responder a estímulos del ambiente; 3) Causa fisiológica intrínseca (próxima): el chipe vuela hacia el sur porque su migración está relacionada con el fotoperiodo, así que migra tan pronto como el número de horas de luz en el día baja de un cierto nivel; 4) Causa fisiológica extrínseca (próxima): el chipe migró el 25 de agosto porque una masa de aire frío pasó sobre la zona, afectando al ave que estaba ya en un estado fisiológico general dispuesto para la migración, de tal manera que despegó ese día en particular (ibidem., pp. 1502-1503).

Con esta respuesta Mayr intentó mostrar que todo fenómeno biológico puede estudiarse a partir de sus causas próximas y últimas, y que un tipo de causa no se puede privilegiar sobre otra, es decir, no son mutuamente excluyentes. Sin duda la propuesta de Mayr

contribuyó (al menos parcialmente) a solventar los embates de la creciente molecularización de la biología, que favorecía los métodos experimentales de la física o la química sobre otras aproximaciones a los fenómenos biológicos. Esta tendencia tuvo como consecuencia que disciplinas no experimentales como la biología evolutiva, la paleontología, la biogeografía, etcétera, fueran vistas como prácticas nada científicas (Wilson, 1994). Para Mayr, mientras que el estudio de las causas próximas podía recurrir a las técnicas de la físico-química, el estudio de las causas últimas requería de métodos distintos (como la observación, la descripción y la comparación), que permiten analizar los fenómenos biológicos en función de su organización y de su historia.

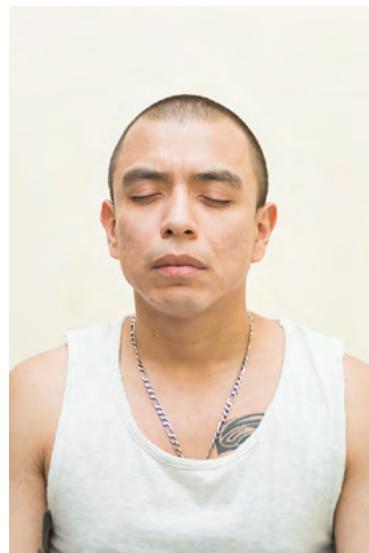
La distinción mayriana también ha sido útil pedagógicamente al ejemplificar los diferentes niveles de aproximación a los fenómenos biológicos y las diferentes subdisciplinas que se ocupan de ellos. Sin embargo, desde hace algunos años la distinción ha estado sujeta a un escrutinio crítico desde la filosofía de la biología.

¿REALMENTE EXISTEN DOS TIPOS DE CAUSAS?

Hoy en día existen serias dudas respecto a la relevancia biológica de los dos tipos de causas propuestas por Mayr en 1961. Las más recientes investigaciones revelan que, muy probablemente, la causalidad en biología es un



© Nin Solis. Tijuana, Baja California, 2013.



© Nin Solis. Ciudad de México, 2013.



© Nin Solis. Wichita, Kansas, 2013.

asunto complejo en donde la distinción entre las causas próximas y las últimas queda rebasada (Laland y cols., 2013). Así, una duda surge de la tajante separación entre los procesos que se sitúan en las categorías “próxima” y “última”, pues aunque pudiera parecer una simple distinción analítica, la propuesta respalda la idea de que en la naturaleza existen dos tipos de causas independientes que nada tienen que ver entre sí (Martínez, 2013).

La ilusión de causas bien definidas para el estudio de los organismos y, en caso concreto, para el estudio de su evolución, puede generar una distorsión en nuestra apreciación de los procesos evolutivos. Mayr, al distinguir entre causas próximas y últimas, pone una barrera conceptual en la que la interacción de causas se imposibilita. Esto genera la idea de que los organismos son entes pasivos que se encuentran a la espera de las presiones de selección, algo que se pone en duda con la teoría contemporánea de la *construcción del nicho* (que Richard Lewontin introdujo en la década de los años ochenta del siglo pasado, pero que adquirió fuerza ya entrado el siglo XXI), la cual enuncia que a través de un proceso o un conjunto de ellos el organismo *modifica* tanto su propio ambiente como el de otros individuos, pero además, que tales alteraciones pueden incidir directamente en su sendero evolutivo (Watt, 2013).

Por ejemplo, las lombrices de tierra que habitualmente observamos en los jardines de parques y casas, de

cuerpo delgado, anillado y con tonalidades que van del rosa al rojo (en apariencia con una estructura corporal simple), tienen una interacción estrecha con su ambiente. Al procesar el sustrato del que se alimentan (y que, a su vez, habitan), las lombrices también modifican dicho sustrato, haciéndolo adecuadamente constante para su supervivencia. ¿Qué nos indica esto respecto a la causalidad en la biología? Lo que nos muestran las lombrices de tierra es que los procesos fisiológicos que ejecutan para su inmediata supervivencia (y que, siguiendo a Mayr, podríamos categorizar dentro del campo de las causas próximas), también modifican las características que componen el entorno (pH, temperatura, humedad, compactación del suelo, etcétera), es decir, inciden en las presiones selectivas que actuarán sobre las mismas lombrices y también sobre sus futuros descendientes (Laland y cols., 2011).

Las lombrices nos muestran que las causas –llamémosles próximas y últimas- no solo son complementarias (como sosténía Mayr), sino que influyen una sobre la otra. De acuerdo con la dicotomía mayriana, las actividades fisiológicas de estos anélidos son un asunto de causas próximas. Pero los cambios que las lombrices hacen a su entorno repercuten directamente en el plano de las causas últimas, esto es, en la evolución de las lombrices. Se desdibujan entonces las fronteras claras entre los dos tipos de causas.

La interrelación entre causas próximas y últimas, codeterminadas entre sí, es un punto que actualmente

los filósofos de la biología, apoyados por los estudios científicos, emplean en sus críticas hacia la distinción propuesta por Mayr (Laland y cols., 2011). Dicha interrelación también adquiere relevancia para entender la evolución, pues mientras la propuesta de Mayr fomentó la idea de que las presiones de selección son ajenas a la actividad de los seres vivos (tal como él describió la migración aviar, esta no afecta los períodos estacionales del planeta), ahora se defiende la idea de que los individuos tienen la capacidad de modificar tanto su propio ambiente selectivo como el de otros organismos.

La propuesta de Mayr difícilmente se sostiene de no identificarse casos excepcionales de la causalidad biológica en las que el organismo no pueda incidir en su entorno. Tal como señala Lewontin (2000), no puede existir un organismo sin un ambiente y tampoco un ambiente sin organismo; es decir, “el ambiente de un organismo es el conjunto de condiciones exteriores que para él tienen relevancia” (p. 57). Esto hace que el planteamiento de Mayr deje de ser un recurso explicativo generalizado. Si es correcta la crítica consistente en que las causas no son independientes, entonces se tendrá que plantear un marco causal para la biología que permita conceptualizar una compleja red de causas que se relacionan y se determinan, entre sí, a diferentes escalas de organización biológica y de tiempo (Rasskin-Gutman, 2008).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Mayr utilizó su formación como ornitólogo para zanjar las discusiones en torno a la migración aviar y, a su vez, para edificar una propuesta que ayudara a interpretar la causalidad en biología, un tema de interés en la naciente filosofía de la biología hacia mediados del siglo XX. A partir de los más recientes hallazgos en la biología surgen nuevos retos explicativos que exigen renovar los marcos causales propuestos desde la filosofía. Las propuestas más novedosas buscan: 1) fomentar una perspectiva plural entre sub-disciplinas biológicas donde se reconozca, por ejemplo, la conjunción estrecha entre los estudios fisiológicos y los evolutivos, y 2) proporcionar un marco teórico flexible para la investigación en la que no existan bordes claros entre categorías causales (Martínez y Esposito, 2014).

Las críticas a la distinción entre causas próximas y últimas, y el planteamiento de nuevos marcos causales y explicativos en la biología, son el resultado del análisis que se teje desde las relaciones interdisciplinares entre las investigaciones científicas y la filosofía de la biología.

R E F E R E N C I A S

- Bergtold WH (1926). Avian Gonads and Migration. *The Condor* 28(3): 114-120.
- Berlanga H & Rodríguez V (2010). Las aves migratorias: a prueba de muros. *Especies* 19(1): 16-24.
- Eifrig G (1924). Is Photoperiodism a Factor in the Migration of Birds? *The Auk* 41(3): 439-444.
- Laland KN, Odling-Smee J, Hoppitt W & Uller T (2013). More on how and why: cause and effect in biology revisited. *Biology & Philosophy* 28(5): 719-745.
- Laland KN, Sterelny K, Odling-Smee J, Hoppitt W & Uller T (2011). Cause and Effect in Biology Revisited: Is Mayr's Proximate-Ultimate Dichotomy Still Useful? *Science* 334(6062): 1512-1516.
- Lewontin R (2000). *Genes, organismo y ambiente: Las relaciones de causa y efecto en biología*. Ed. Gedisa, España.
- Maienschein J, Rainger R & Benson K (1981). Special Section on American Morphology at the Turn of the Century. Introduction: Were American Morphologists in Revolt? *Journal of the History of Biology* 14(1): 83-87.
- Martínez M & Esposito M (2014). Multilevel Causation and the Extended Synthesis. *Biological Theory* 9(2): 209-220.
- Martínez M (2013). Causalidad y la Síntesis extendida: nuevos marcos conceptuales para la biología del siglo XXI. *Revista de Filosofía Aurora* 25(36): 129-154.
- Mayr E (1961). Cause and Effect in Biology. *Science* 134(3489): 1501-1506.
- Merriam CH (1884). Bird Migration. *The Auk* 1(1): 71-76.
- Rasskin-Gutman D (2008). Nuevos horizontes de la biología teórica. *Ludus Vitalis* 16: 229-232.
- Rowan W (1927). Migration Due to Glands. *Science News-Letter* 11(312): 215-216.
- Sháhfer A (1907). On the Incidence of Daylight as a Determining Factor in Bird-Migration. *Nature* 77: 159-163.
- Thomson AL (1924). Photoperiodism in Bird Migration. *The Auk* 41(439): 639-641.
- Watt W B (2013). Causal mechanisms of evolution and the capacity for niche construction. *Biology & Philosophy* 28(5): 757-766.
- Wetmore A (1932). Bird Migration. *The Scientific Monthly* 34(5): 459-462.
- Wilson E. (1994). The molecular wars. En *Naturalist* (219-237). USA: Island Press.

César Javier Sánchez Juárez

Escuela de Biología, BUAP
cesarjavier@gmail.com

Vivette García Deister

**Laboratorio de Estudios de la Ciencia
y la Tecnología**
Facultad de Ciencias, UNAM



© **Nin Solis.** Santo Domingo, Guerrero, 2013.