

REFLEXIONES SOBRE UN MODELO *DROSOPHILA* EN TOPICOS DE ETOLOGÍA Y BIOLOGÍA EVOLUTIVA PARA CONTRIBUIR EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Marcial Beltrami Boisset*

Resumen

En el presente trabajo, se analiza la relación entre conducta y evolución. Se destaca la importancia de la visión de Darwin (el primer padre de la Etología) respecto a la importancia de los hábitos o conducta de los organismos en la evolución de las especies. A su vez Konrad Lorenz, científico austriaco, ganador del Premio Nobel en 1973 postula la validez de la construcción de árboles filogenéticos utilizando parámetros conductuales. Posteriormente se plantean antecedentes referidos a la importancia y el aporte de la genética conductual en la comprensión en la evolución del comportamiento. En el siguiente punto se fundamenta la importancia de utilizar el modelo *Drosophila* para trabajar en Biología Evolutiva. Se proporcionan algunos antecedentes del grupo Mesophragmatica de *Drosophila*, endémico sudamericano. Finalmente, se plantea la validez de utilizar el modelo *Drosophila* en la enseñanza de las ciencias a nivel escolar y universitario.

Palabras Claves: Evolución, Etología, *Drosophila*, enseñanza científica, conducta.

Abstract

In this work, in first place it is analyzed the relationship between behaviour and evolution. Emphasis is made in Darwin(first father of Ethology) vision about the importance of habits and behaviour of organisms in the evolution of species. Konrad Lorenz, Austrian scientist, winner of the Nobel Price in 1973, postulates the validity of constructing phylogenetic trees using behavioral parameters. Lately it is analyzed the importance of behavioral genetics

in the understanding of behavior evolution. Next it is emphasized the importance of using the *Drosophila* model in order to work in Evolutive Biology. Some previous findings about the Mesophragmatica group of *Drosophila*, south american endemic flies are also given. Finally it is mentioned validity of using the *Drosophila* model in the teaching of Science at the scholar level.

Keywords: Evolution, Ethology, *Drosophila*, teaching in science, behaviour.

Evolución y conducta

La conducta corresponde a diversas actividades observables que realizan los organismos (Lehner,1996), permitiendo su interacción con el medio físico y biológico. Darwin (1859) destacó la importancia de la conducta en los procesos evolutivos: "La continua acumulación de diferencias favorables es la que ha dado origen a todas las modificaciones más importantes de estructura en relación con los hábitos de cada especie". Este naturalista planteó que los efectos evolutivos posiblemente no solo se limitan a la morfología y a la fisiología, sino también a la conducta animal. Reig (1991) postula que la selección opera sobre los individuos componentes de los sistemas poblacionales, escogiendo las características morfológicas, fisiológicas o comportamentales de estos organismos que mejor se adecuen a las condiciones del ambiente. De esta manera, a través de la elección diferencial de los fenotipos son seleccionados los genotipos y los genes. Para una comprensión de la evolución de la conducta debería relacionarse conductas

(*) Departamento de Biología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / mbeltra@umce.cl / Chile

específicas con sus consecuencias ecológicas. Deberían establecerse conexiones entre algunos parámetros evolutivos y ecológicos (determinantes históricos, factores ambientales físicos y bióticos) con parámetros de comportamiento, como por ejemplo plasticidad comportamental (Wilson, 1980). Según Lorenz (1974) la etología es posible debido a la existencia de pautas conductuales cuya variabilidad filogenética equivale a la de los órganos. De esta manera se pueden efectuar estudios comparados del comportamiento de los animales.



Aproximación etológica

La etología estudia de manera comparada el comportamiento animal. Está basada en el descubrimiento de adaptaciones filogenéticas del comportamiento. Utiliza el método descriptivo comparado y analítico fisiológico, orientándose de acuerdo al Neodarwinismo.

Darwin (1872), fue el primero en introducir el punto de vista filogenético comparado en la investigación del comportamiento. Sin embargo, se considera que Konrad Lorenz y Nikolaas Tinbergen fueron los verdaderos fundadores de la etología (Eibl-Eibesfeldt, 1979). La esencia de la etología consiste en combinar las explicaciones causales y las funcionales, por esta razón, es un eslabón esencial en la comprensión científica del comportamiento (Mc Farland, 1976). Es muy importante destacar el aporte de Tinbergen (1963) en el desarrollo de la etología, al formular las cuatro áreas de estudio en etología: **función, causas, ontogenia y evolución** de la conducta. El estudio de la función de la conducta se refiere habitualmente a la utilidad a largo plazo, es decir, de que manera le sirve al organismo para sobrevivir y reproducirse (eficacia biológica). También en la investigación del comportamiento animal es importante estudiar la función en el corto plazo, la cuál puede incidir en el estado de bienestar del animal. Las causas se refieren

a que estímulos internos o externos desencadenan una conducta. Implica el estudio de los mecanismos desencadenantes o reguladores del comportamiento.

El estudio de la ontogenia de la conducta está referido a los cambios durante el período de vida de un organismo y cuáles son los mecanismos de acción que interactúan durante el desarrollo de una conducta (Godoy-Herrera, 1994). El estudio de la evolución de la conducta investiga los cambios que ha presentado a través del tiempo en un grupo de especies filogenéticamente emparentadas, tratando de establecer cuales conductas son ancestrales y cuales son derivadas.

El aporte de la genética conductual

En la expresión de un fenotipo conductual influyen factores genéticos y ambientales (abióticos y bióticos) (Belle, Sokolowski, 1987; Lehner, 1996; Godoy-Herrera, 1989, 1994.). Es importante determinar de que manera la herencia y el ambiente interactúan en la manifestación de diversas conductas presentes en una población. Por esto es necesario considerar la experiencia individual de los ejemplares y sus relaciones de parentesco. La comprensión de las bases genéticas de la conducta puede permitir entender mejor la plasticidad de las conductas y el potencial evolutivo de cambios en el tiempo. Las diferentes conductas pueden interactuar entre sí en la ontogenia de un organismo, constituyendo unidades más complejas. Los genes de cada población pueden integrarse en complejos coadaptados. Las recombinaciones genéticas intrapoblacionales, interpoblacionales y la hibridación inter específica puede modificar esta integración entre elementos conductuales, originándose ejemplares con conductas alteradas, pudiendo afectarse su adecuación biológica (Godoy-Herrera, 2001). Huntingford (1984) plantea que cambios conductuales en híbridos inter específicos que difieren de las especies parentales podrían representar una reversión a un patrón conductual ancestral. De esta manera el estudio de híbridos inter específicos permite establecer la posible divergencia genética en el proceso evolutivo en diferentes especies. Las técnicas utilizadas en genética conductual permiten establecer la estructura del genotipo que controla una conducta (aditividad, dominancia-recesividad, epistasia) (Godoy-Herrera, 2001). Es probable que la aditividad esté relacionada con múltiples fenotipos, implicando conductas poblacionales

más plásticas. Los estudios en Biología del Comportamiento deberían integrar métodos, hipótesis y marco teórico de la genética conductual, la evolución y la etología.

Un modelo interesante de estudiar

Para efectuar estudios en etología y evolución del comportamiento, una buena posibilidad es elegir un modelo que pueda mantenerse en el laboratorio a bajo costo, se reproduzca con facilidad y tenga un ciclo de vida corto. Además, el modelo debe ser el adecuado para responder la pregunta científica que se desea responder. Por ejemplo las especies del grupo mesophragmatica de *Drosophila* se distribuyen principalmente en el sistema andino, desde Colombia hasta Chile Centro Sur (Brncic, Koref-Santibañez, 1957; Brncic, 1957; Koref-Santibañez, 1962). Estas especies constituyen una **unidad filética**, (Brncic, Koref-Santibañez, 1957; Nair et al, 1971). Hay un paralelo entre las relaciones filogenéticas establecidas por estudios citogenéticos y enzimáticos y conductas larvales de forrajeo en seis de estas especies (Del Pino, Godoy-Herrera, 1999, 2000). La conducta de selección del sitio de pupación en *Drosophila* es una actividad compleja que se basa en patrones movimiento de las larvas (Sokolowski et al, 1986) y en la percepción de factores físicos como luz y presencia de preadultos (Godoy-Herrera, Silva-Cuadra, 1998). Las especies del grupo mesophragmatica ofrecen una oportunidad para estudiar comparativamente, los patrones de movimiento de las larvas de cada especie en relación con la selección de sitios de pupación. Además, *D.pavani* y *D.gaucha* tienen una distribución geográfica amplia. En Chile, *D.pavani* se extiende desde La Serena hasta Valdivia (Brncic, 1957) y *D.gaucha* en el sur de Brasil, Bolivia y Argentina (Brncic, 1970). Así, es posible comparar la conducta de pupación de poblaciones que viven en ambientes muy diferentes realizando experimentos destinados a responder preguntas específicas (Beltrami, Godoy-Herrera, 2001). También, es posible obtener híbridos entre *D.pavani* y *D.gaucha*. El estudio de híbridos intra e inter específicos, en relación con conducta de pupación, puede aportar al conocimiento de la evolución de esta conducta, relacionando, por ejemplo, la presencia de bloques coadaptados de genes. Con particulares conductas de pupación presentes en poblaciones y especies del grupo y como la hibridación podría romper esos bloques

alterando la conducta de pupación. Utilizando este grupo uno podría responder por ejemplo alguna de las siguientes preguntas: ¿ Los patrones de dispersión larval y elección de sitios de pupación se relacionan con el parentesco filogenético en las especies del grupo mesophragmatica de *Drosophila*? ¿ Cuáles son los factores físicos y "sociales" relevantes que perciben las larvas del grupo mesophragmatica cuando seleccionan sitios de pupación? ¿ Las especies del grupo mesophragmatica de *Drosophila* pueden reconocer larvas congéneres y larvas de otras especies del género? ¿ Hay mecanismos de reconocimiento de congéneres comunes a las especies del grupo?



Drosophila y enseñanza de las ciencias

El uso de *Drosophila* también puede ser importante en la enseñanza de las ciencias, dado que los alumnos pueden lograr un aprendizaje significativo al efectuar investigaciones de biología del comportamiento utilizando este modelo. Es muy importante que los alumnos comprendan que estudios en evolución no solo pueden efectuarse mediante el análisis del registro fósil. Además, a bajo costo en diferentes establecimientos educacionales los profesores tendrían una herramienta más para que los alumnos desarrollen todas las etapas del método científico. Por ejemplo, el estudio del cortejo en *Drosophila* puede permitir probar hipótesis de selección sexual (competencia precopulatoria) comparando el cortejo de machos silvestres con mutantes y observando la frecuencia de aceptación o rechazo que presenten las hembras. Estos datos pueden cuantificarse, representarse gráficamente, efectuar análisis estadísticos y obtener conclusiones. Además, los alumnos pueden trabajar en estas actividades de manera grupal, lo cual favorece el trabajo colaborativo, la discusión y la tolerancia. También los alumnos pueden desarrollar además de contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y

actitudinales. El trabajo científico grupal de nuestros alumnos utilizando el modelo *Drosophila* podría llegar a ser tan importante en la enseñanza científica como lo ha sido *Drosophila melanogaster* para el avance de la ciencia. ■

Bibliografía

- Beltrami, M., Godoy-Herrera, R. Prepupation behaviour in the Mesophragmatica Species group of *Drosophila*. *DIS*, **84**, 2001.
- Belle, S., Sokolowsky, M. Heredity of rover/ sitter: alternative foraging strategies of *Drosophila melanogaster* larvae. *Heredity*, **59**, p.73-83,1987.
- Brcic, D., Koref-Santibañez, S. The Mesophragmatica group of species of *Drosophila*. *Evolution*, **11**, p. 300-310, 1957.
- Brcic, D. *Las especies chilenas de Drosophilidae*. Imprenta Stanley, 1957, Santiago de Chile.
- Darwin, C. *El origen de las especies*. 1859, Editorial Lord Cochrane S.A.
- Darwin, C. *The expression of emotions in man and animals*. Murray, 1872, Londres.
- Del Pino, F., Godoy-Herrera, R. The development of larval behaviours in the Mesophragmatic group of species of *Drosophila*. *Behaviour*, **136**, p. 391-409, 1999.
- Del Pino, F., Godoy-Herrera, R. The development of larval foraging behaviour in *Drosophila pavani*, *Drosophila gaucha* and their reciprocal hybrids. *Behaviour* **137**, p. 611-628, 2000.
- Eibl-Eibesfeldt, I. *Etología- Introducción al estudio comparado del comportamiento*. 1979, Ed. Omega.
- Godoy-Herrera, R., Silva-Cuadra, J.L. The behavior of Chilean populations of *Drosophila* larvae during pupation. *Genetics and molecular biology*, **2**, [1], p. 31-39, 1998.
- Godoy-Herrera, R. Desarrollo y genética de patrones de movimiento en larvas del género *Drosophila*. *Revista Chilena Ent*, **21**, p. 171-174, 1994.
- Godoy-Herrera, R. La conducta de larvas de *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae): su etología, desarrollo, genética y evolución. *Revista chilena de Historia natural*, **74**, [1], 2001.
- Huntingford, F. *The study of animal behaviour*. Chapman and Hall, 1984, London.
- Lorenz, K. Analogy as a source of knowledge. *Science*, **185**, p. 229-234, 1974.
- Lehner. *Handbook of ethological methods*. 1974, Cambridge University Press.
- Mc Farland, D. How animal behavior became a science. *New Sci*. **72**, [1027], p. 376-379, 1976.
- Nair, P., Brcic, D., Kikojima. *Isoenzyme variations and evolutionary relationships in the mesophragmatica species group of Drosophila*. University of Texas publication. *Studies in genetics*, **6**, p.17-28, 1971.
- Reig, O. El desafío de la genética del ADN recombinante y de la biología del desarrollo para la Teoría sintética de la Evolución. *Arch. Biol. Med. Exp*, **24**, p. 425-436, 1991.
- Sokolowsky, M., Bauer, S., Wai-ping, V., Rodriguez, L., Wong, J., Kent, C. Ecological genetics and behaviour of *Drosophila melanogaster* larvae in nature. *Animal behaviour*, **34**, 403-408, 1986.
- Tinbergen, N. On aims and methods of ethology. *Z. Tierpsychol. Beith*, **20**, p.410-433, 1963.
- Wilson, E. O. *Sociobiología- La nueva síntesis*. 1980, Ed. Omega.