

## Bases biológicas de la socialidad

### *Biological bases of sociality*

J. R. COCA<sup>1</sup>, A. RIVAS-TORRES<sup>2</sup> Y A. CORDERO RIVERA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Unidad de Investigación social en salud y enfermedades raras. Departamento de Sociología y Trabajo Social. Universidad de Valladolid. Campus Universitario s/n. 42004. Soria.*

<sup>2</sup> *Grupo de Ecología Evolutiva e da Conservación. Universidade de Vigo, E.E. Forestal. Campus Universitario. 36005 Pontevedra.*

*juancoca@soc.uva.es , adolfo.cordero@uvigo.es*

*(Recibido: 15/06/2020; Aceptado: 13/10/2020)*

### Resumen

La socialidad es uno de los conceptos esenciales para entender la relación existente entre las investigaciones biológicas y sociológicas presentes en el ámbito científico denominado biosociología. En este trabajo se exponen brevemente las características de esta disciplina y se muestra la importancia del comportamiento en la estructuración de la sociedad. Se exponen un conjunto de ejemplos ilustrativos con la intención de dilucidar las bases biológicas de la socialidad, las cuales se encuentran en el comportamiento de los organismos. A partir de ahí se defiende el *continuum* social como elemento básico de la socialidad en los distintos organismos. Ello nos lleva a proponer una aproximación bio-sociológica que incluye los avances en el estudio de la construcción del nicho por parte de los organismos, algo que es especialmente relevante en las sociedades humanas. Creemos que esta biosociología puede aportar un diálogo fructífero entre científicos sociales, independientemente del organismo con el que trabajen.

**Palabras clave:** Biosociología, nicho, comportamiento, *continuum*, síntesis extendida de la evolución.

### Abstract

Sociality is one of the essential concepts to understand the relationship between biological and sociological research that define the scientific field called biosociology. In this work the characteristics of this discipline are briefly exposed and the importance of behavior in the structuring of society is shown. A set of illustrative examples are discussed with the intention of elucidating the biological bases of sociality, which are found in the behavior of organisms. From there, the social continuum is defended as a basic element of sociality in the different organisms. This leads us to propose a bio-sociological approach that includes advances in the study of niche construction by organisms, something that is especially relevant in human societies. We believe that this biosociology can provide a fruitful dialogue between social scientists, regardless of the organism with which they work.

**Key words:** Biosociology, niche, behavior, *continuum*, Extended Evolutionary Synthesis.

## INTRODUCCIÓN

EDWARD O. WILSON (1980) expuso en su obra *Sociobiología, la nueva síntesis* que esta disciplina –definida como el estudio de las bases biológicas del comportamiento social– es una rama de la biología evolutiva y, más concretamente, de la biología de las poblaciones modernas.

La sociobiología es, posiblemente y junto con la ecología social, una de las disciplinas en las que mejor se integra el conocimiento biológico con el sociológico. Ahora bien, los sociólogos no le han prestado gran atención a estos ámbitos de investigación e, incluso, despreciaron parte del

conocimiento biológico (con la excepción de determinadas propuestas relacionadas con las teorías de la complejidad y la ecología sistémica) al considerarlo determinista, o incluso al entender que éste estaba afectado por motivaciones políticas e ideológicas más que científicas (FREESE, *et al.* 2003; CORDERO-RIVERA 2014). En los últimos años diversos investigadores sociales (FREESE, *et al.* 2003; HOPCROFT, 2016; MELONI, 2019; TURNER & MACHALEK, 2018, entre otros) están planteando la necesidad de establecer puentes de conexión entre ambas ciencias (la biología y la sociología); pero es necesario solventar algunos problemas basados en ideas preconcebidas. En este sentido HOPCROFT (2016) analiza tres problemas potenciales a los que es necesario enfrentarse para lograr este objetivo.

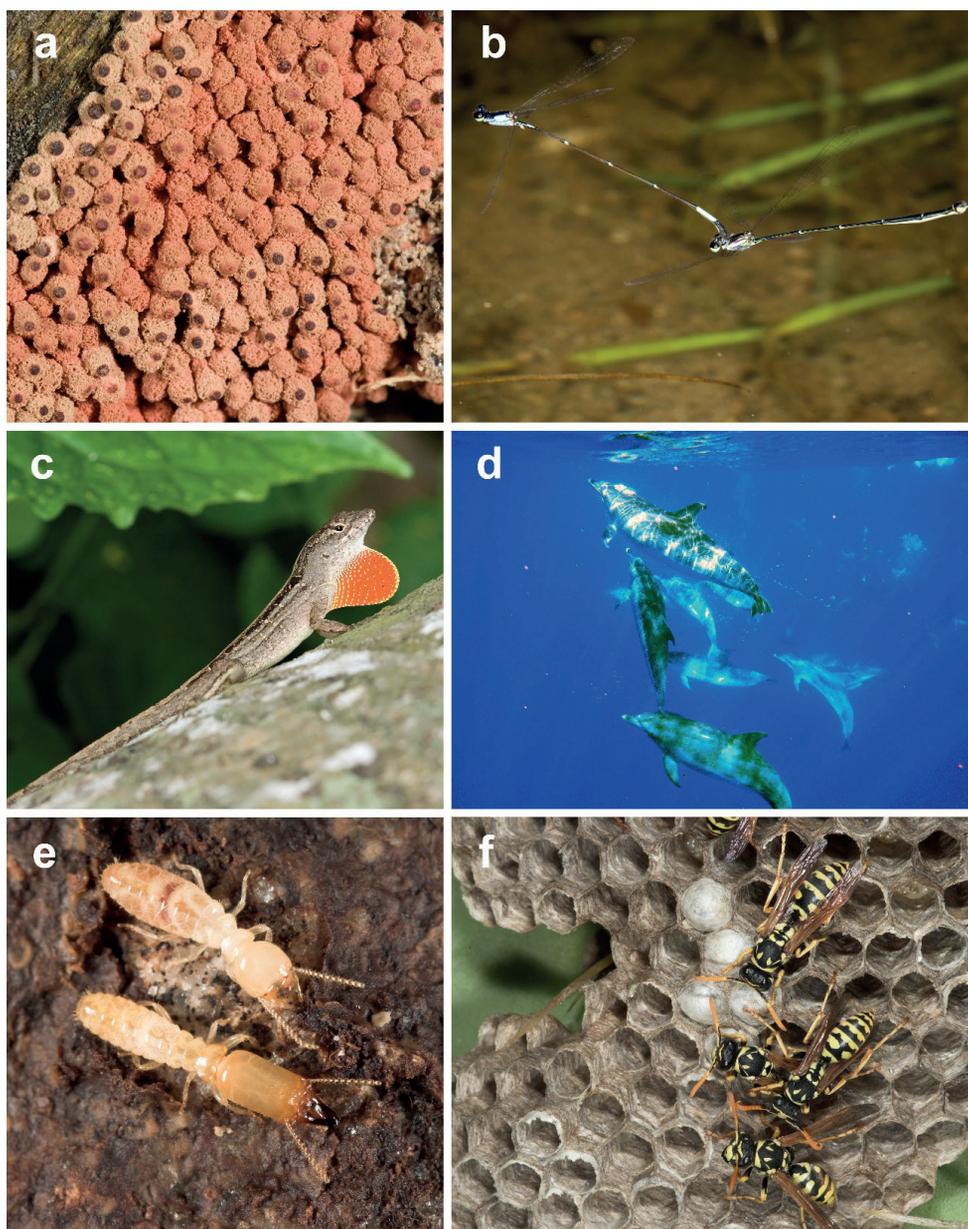
El primero es la posible confusión en el nivel de análisis, ya que la biología del comportamiento trabaja habitualmente a nivel micro y la sociología centra su interés en ámbitos macro. Por esta razón, volviendo de nuevo a la sociobiología, un enfoque analítico comportamental solucionaría esta posible discrepancia. Es decir, las investigaciones moleculares, bioquímicas, celulares o histológicas complementarán a las investigaciones sociales siempre y cuando las primeras aporten luz sobre aspectos relacionados con el comportamiento social. En cambio, los estudios botánicos, zoológicos o ecológicos, por poner algunos ejemplos, no tendrán interés social si no se relacionan con cuestiones comportamentales.

El segundo problema potencial (HOPCROFT, 2016) hace referencia al significado de la causalidad en las ciencias sociales y a la naturaleza de la explicación sociológica. La naturaleza probabilística de la expresión génica hace que la existencia de una determinada variante de un gen o de un gen concreto no tenga que implicar, siempre e indefectiblemente, un determinado comportamiento en los organismos. La Síntesis Extendida de la Evolución (*Extended Evolutionary Synthesis*) promovida por MÜLLER & PIGLIUCCI (2010) y LALAND *et al.* (2015) expone que el mecanismo causal del proceso evolutivo está ocasionado por la interacción entre los genes, el nicho, el epigenoma y el fenotipo. Algo que contrasta con la teoría tradicional centrada

en el genotipo y su interacción con el ambiente, que es la base de los planteamientos sociobiológicos, incluidos los del propio WILSON. Esta nueva perspectiva tiene una gran virtud y es que está planteada desde la conformación de un proceso evolutivo en constante interrelación con el ambiente y teniendo en cuenta que éste (ahora más concretamente definido como el nicho) condiciona notablemente el propio proceso evolutivo. En cambio, la sociología se enmarca en un planteamiento epistemológico según el cual el mecanismo causal de la evolución social se encuentra en los procesos de interrelación de los miembros del grupo social humano.

El tercer problema (HOPCROFT, 2016) proviene de las consideraciones morales que se establecen al hablar de unas ciencias sociales con base biológica. Una gran parte de la consideración negativa de la sociobiología proviene de la incorporación de consideraciones morales a trabajos científicos. Es necesario indicar que el gen-centrismo planteado por la sociobiología coadyuvó a asentar una interpretación determinista de sus postulados teóricos. Pese a todo esto, la sociobiología es una disciplina que se mantiene vigente y que ha aportado grandes avances al conocimiento sistemático del comportamiento social (CORDERO-RIVERA 2014). No obstante, la sociobiología necesita actualizar sus presupuestos epistemológicos básicos. De ahí que haya tomado cierto impulso el concepto de biosociología, estableciéndose ciertas diferencias con el de sociobiología.

La biosociología es una disciplina que conjuga el conocimiento biológico y el sociológico en un marco epistémico donde la relación comunicativo/simbólica y el intercambio de información (en contextos sociales menos complejos) tiene un papel destacado. Tiene sentido afirmar que la biosociología se ocupa de estudiar la estructuración de la sociedad en base a dichos procesos informacionales o comunicacionales/simbólicos donde los condicionantes o determinantes biológicos del comportamiento social de los diferentes seres vivos también juegan un papel esencial. Esta afirmación tiene varias matizaciones: 1) el comportamiento social o comunitario tiene diferentes grados, lo que implica que al hablar de comportamiento social no siempre hacemos



**Figura 1.** La socialidad en los organismos se enmarca dentro de un *continuum*. Existen muchas especies que mantienen etapas asociales la mayor parte de su ciclo, pero se asocian para la reproducción, como los Myxomicetes (a, género *Arcyria*), los odonatos que ponen huevos en “tándem” (b, la libélula *Protoneura capillaris*, endémica de Cuba), o los lagartos del género *Anolis* (*A. sagrei*, también de Cuba) que usan su “babero” coloreado en las interacciones entre individuos. Los delfines (d, *Stenella frontalis*, de Azores) tienen sociedades muy elaboradas, con compleja estructura y comunicación, pero los insectos eusociales han llevado la organización a su máxima expresión, en este caso ilustrados por una de las termitas presentes en la península Ibérica (e, *Reticulitermes lucifugus*) con castas de obreros/as y soldados (con mandíbula muy desarrollada) o las avispas (f, panal de *Polistes dominula*, de Cerdeña, con la posible reina en la parte superior de la imagen). Fotos: Adolfo Cordero-Rivera.

**Figure 1.** Sociality in organisms is framed within a *continuum*. There are many species that maintain asocial stages for most of their cycle, but associate for reproduction, such as the *Myxomycetes* (a, genus *Arcyria*), the odonates that lay eggs in “tandem” (b, the dragonfly *Protoneura capillaris*, endemic to Cuba), or the lizards of the genus *Anolis* (*A. sagrei*, endemic in Cuba) that use their colored “bib” in interactions between individuals. Dolphins (d, *Stenella frontalis*, from Azores) have very elaborate societies, with complex structure and communication, but eusocial insects have taken organization to its maximum expression, in this case illustrated by one of the termites present in the Iberian Peninsula (e, *Reticulitermes lucifugus*) with castes of workers and soldiers (with a highly developed jaw) or wasps (f, honeycomb from *Polistes dominula*, from Sardinia, with the possible queen in the upper part of the image). Photos: Adolfo Cordero-Rivera.

referencia a la Sociedad puesto que también existirán grados de socialidad (Figura 1); 2) los procesos biológicos generan condicionantes sociales o son determinantes sociales en función del impacto que ellos tengan y del organismo que estemos estudiando entendiendo todo este proceso como un *continuum*; 3) las relaciones sociales pueden ser comprendidas desde la teoría de la evolución (tal y como estableció la sociobiología) pero también desde el marco de la teoría de la construcción del nicho, de tal manera que las relaciones sociales más complejas serán las humanas (al configurarse nichos con mayor número de dimensiones biosociales) y las menos complejas son las que suceden a nivel molecular en la célula.

## LA BIOSOCIOLOGÍA COMO MARCO DE CONOCIMIENTO

La biología social no se circunscribe exclusivamente a las investigaciones relativas a las bases biológicas del comportamiento social, como sucedía en los primeros años de la sociobiología. La etnobotánica, la etología o la fitosociología han mostrado que el conocimiento biológico y el sociológico pueden converger. La epigenética, la sociología molecular, la neurosociología, la biología política, etc. también han ampliado sustancialmente este marco. MELONI (2016) defiende la biología política como una estrategia emergente en la que se debe tener muy presente el conocimiento biológico actual proveniente de disciplinas tales como la epigenética o los nuevos descubrimientos en biología evolutiva (LALAND, 2017). En este sentido el propio LALAND defiende que la construcción del nicho cultural transformó la mente humana permitiendo que nuestra propia cognición estuviese adaptada al desarrollo y generación de procesos culturales.

Sociedad y ambiente están, por tanto, “dialogando” a través del fenómeno de adaptación. Ahora bien, esto no es exclusivamente humano. WILSON (2019) muestra cómo estos procesos también los encontramos en organismos eusociales (Figura 1e, f) como las abejas, las cuales han desarrollado procesos de regulación social. Por ejemplo, empleando la vibración de los músculos de algunas abejas trabajadoras consiguen generar

calor en la colmena. También han evolucionado mecanismos de “policía” que controlan la actividad de los miembros de la sociedad, para evitar que las obreras pongan huevos (RATNIEKS, 1988). El primero de los ejemplos se englobaría en lo que WILSON denomina *fisiología social*, y el segundo sería un caso de regulación del grupo. Resultan también de gran interés los procesos de conflictividad reproductiva en Odonata (libélulas; Figura 1b). CORDERO-RIVERA & RIVAS-TORRES (2019) exponen los numerosos fenómenos de conflictividad sexual en diversas especies de Odonata. Este tipo de comportamiento sexual tiene una clara relación con la selección sexual, pero ello no conduce, tal y como indican TURNER & MACHALEK (2018), a una reinterpretación de la teoría social del conflicto. Según estos autores, la sociología funcionalista estadounidense consideró el conflicto de manera negativa. Ahora bien, la sociobiología ha resignificado este proceso social como parte de la raíz de la configuración de la sociedad. Elementos biosociales como el conflicto sexual en Odonata están en la base de contextos sociales primarios, lo que nos lleva a considerar como plausible la idea de que estos organismos sean protosociales. Ahora bien, para determinar si ello es así es necesario realizar más investigaciones.

En Amorphea, concretamente en Opisthokonta (BURKI *et al.* 2020, PIPALIYA *et al.* 2019) y más específicamente en Metazoa resulta relativamente sencillo establecer los procesos sociales, el comportamiento colectivo de los organismos y las interacciones. Ahora bien, si hablamos de Archaeplastida (algas y plantas terrestres) parece menos claro que se produzcan procesos sociales. Como veremos, no es así.

BRAUN-BLANQUET en 1951 ya fue consciente de esta realidad vegetal. No obstante, también mostró que la denominación de fitosociología (o sociología vegetal) generó críticas ya que, como él también indicó, la comparación de la sociología vegetal con la sociología comitiana parece difícil de asumir. BRAUN-BLANQUET (1979) indicó, no obstante, que existe un paralelismo entre el concepto de comunidad humana y el de comunidad natural. LOIDI (2001 y 2004) mostró que los estudios en fitosociología clásica

de Chloroplastida van más allá de la descripción sintaxonómica de las comunidades, al incluir elementos ecológicos (interacciones) y biogeográficos (distribución). La fitosociología, según Ewald (2003) se ha separado claramente de la Ecología de comunidades vegetales, por aspectos de índole histórico y epistemológico, pero es posible aprovechar parte de su legado e incorporarla a una ecología vegetal moderna (EWALD 2003). La fitosociología actual es principalmente dinámico-catenal permitiendo diversos niveles de análisis desde el de la comunidad individual, hasta el paisaje (BLASI & FRONDONI, 2011). Ambos, comunidad y paisaje, tienden a presentar cierta estabilidad en un determinado contexto ambiental (ahora bien, como es bien conocido en biología, esta estabilidad no implica la inexistencia de aspectos cambiantes propios de las comunidades y derivados de los procesos sucesionales, así como de los cambios altitudinales, latitudinales y de sustrato). La estabilidad de la que estamos hablando es la que nos permite, dentro la variabilidad biológica, hablar de las *comunidades vegetales*. Ello condujo a los fitosociólogos a desarrollar y caracterizar los sintaxones, un modelo abstracto e idealizado de diferentes tipos de vegetación que, junto con el enfoque dinámico-catenal permite comprender la composición e incluso predecir la evolución de la vegetación tanto en el espacio como en el tiempo. Ahora bien, algunos autores piensan que los sintaxones, en ocasiones, son un concepto tautológico, por lo que consideran que se debe hacer menos énfasis en la clasificación y más en la capacidad predictiva (EWALD 2003; BIONDI 2011).

Un tercer ejemplo de gran interés biosociológico lo encontramos en los estudios sobre el *quorum sensing* o también denominado mecanismo de autoagregación bacteriana (VÁZQUEZ *et al.* 2019). Sabemos que las bacterias son organismos que tienden a conformar comunidades o biopelículas. Estas estructuras de organización son muy ubicuas y presentan habitualmente numerosas especies diferentes. Ello hace pensar que esta agregación bacteriana o, si se prefiere, este mecanismo rudimentario de proto-socialización es fundamental para la ecología de las bacterias (NADELL *et al.* 2009). Esta realidad ha llevado a

que autores como FOSTER *et al.* (2007) afirmen que estos biofilms pueden ser un modelo de interés sociobiológico. Además, siguen diciendo, el hecho de que estos organismos configuren estas estructuras de agregación permite confirmar una base genética para los comportamientos sociales. Probablemente su estudio permitirá analizar en el futuro los genes responsables de tal comportamiento (FOSTER *et al.* 2007).

Un cuarto ejemplo biosociológico de interés lo encontramos en la *sociología molecular*. Este concepto, desarrollado por ROBINSON *et al.* (2007), hace referencia al estudio de las interacciones macromoleculares en las células. Sin hacerlo explícito estos autores hablan de sociología molecular refiriéndose a los procesos moleculares de expresión proteica (ROBINSON *et al.* 2007), los cuales mantienen una clara relación con los fenómenos de adaptación ecológica (MAHER *et al.* 2018). Este hecho parece lógico puesto que el proceso de adaptación de un organismo implica alteraciones moleculares. En este sentido las membranas celulares, los canales iónicos, el proteosoma, etcétera son algunos de los elementos fundamentales para que dicho proceso de relación sea exitoso. Los procesos de señalización celular son debidos a las diversas interacciones moleculares producidas en la región extracelular y en la membrana celular. Numerosas moléculas que pueden operar como señalizadores (hormonas, citoquinas, neurotransmisores, etc.) son secretadas y deben ser reguladas por la propia célula que las secreta. Por otro lado es necesario que otras células tengan capacidad de reconocimiento para que tal fenómeno relacional ocurra y que posteriormente pueda ser traducido en el interior de la célula que reconoce a esa molécula señalizadora (NOOREN & THORNTON, 2010).

## ¿CATEGORIZACIÓN DE LA SOCIALIDAD?

En base a lo que hemos expuesto, pensamos que sería posible establecer una categorización de los niveles de socialidad en los diversos organismos (Figura 1). Es necesario aclarar que el concepto de *sociedad* es un término un tanto vago que es utilizado de manera diferente en función del ámbito científico. En este sentido, el proceso por el cual los individuos se incorporan

a la sociedad también es denominado de manera distinta. En las investigaciones biológicas se habla de socialidad (*sociality*), aunque este término también se puede encontrar en otras disciplinas (psicología, sociología, etc.) mientras que en el ámbito sociológico se ha hablado de socialización (*societalization*). Este último se ha circunscrito en los trabajos de ALEXANDER (uno de los sociólogos más destacados de la actualidad) a los humanos y a los procesos de interacción entre las diferentes esferas de la sociedad humana (esfera civil o no civil) (ALEXANDER, 2006). En este trabajo, en cambio, nos centraremos en el concepto de socialidad.

La socialidad (*sociality*) hace referencia a la interacción entre individuos de una misma especie que, gracias a dicho fenómeno, logran organizarse entre ellos en mayor o menor medida. Por esta razón es posible establecer una matriz de interacciones sociales (matriz  $n \times n$ ) en la que se define la presencia, ausencia o fortaleza de las relaciones sociales entre una población de tamaño  $n$  (FISHER & McADAM, 2017). Esta concepción de los procesos de interacción que conforman a la sociedad permite desarrollar un ámbito interdisciplinar de estudio, el de la *biosociología*, que parece no ser posible desde la concepción típicamente sociológica (más limitada conceptual y disciplinariamente).

La clasificación tradicional en organismos presociales, parasociales o subsociales y eusociales resulta de interés para nuestros objetivos (Figura 1). Esta clasificación (WARD & WEBSTER, 2016) está asentada en la idea básica de que algunas especies son débilmente sociales o sociales en algunos momentos de su vida. Ahora bien, también hay especies altamente sociales. En estas últimas, de acuerdo con WARD & WEBSTER (2016) se han clasificado como especies sociales facultativas y obligatorias (CRESPI & YANEGA, 1995). No obstante, esta terminología puede crear la impresión inútil de una clara dicotomía entre especies sociales facultativas y obligatorias cuando es posible que dentro de una misma especie se produzcan ambos comportamientos, lo cual muestra que establecer categorías rígidas no es correcto puesto que se produce un *continuum* inter-específico e intra-específico (WARD & WEBSTER, 2016). En este

sentido, estos autores indican que tanto organismos denominados eusociales (Figura 1e, f) como presociales (Figura 1a), muestran cierto grado de socialidad obligada. Los organismos parasociales, en entomología, estarían relacionados con colonias de abejas en las cuales las hembras adultas de una misma generación viven juntas. En cambio, los organismos eusociales serían aquellos cuyos individuos cuidan de la prole, hay división del trabajo y las distintas generaciones se superponen en una misma colonia (GORDON, 2011), como ocurre en muchas hormigas, abejas, avispas y termitas (Figura 1e, f).

De acuerdo a lo que hemos indicado antes, parece que resulta más adecuado considerar el comportamiento de los organismos en base a dicho *continuum* y no tanto en función de la existencia de la incorporación de los organismos a unas determinadas categorías. Parece más adecuado estructurar y describir a las diferentes especies o grupos sociales en base a su comportamiento, su interrelación con los demás organismos, la interacción con miembros de su mismo grupo social o especie (Figura 1c, d), y las interacciones con su nicho. De hecho, BARRETT *et al.* (2012), hablando del concepto multidimensional de red en su relación con la socialidad, nos indica dos aspectos fundamentales: 1) que la sociedad y el grupo social tienen la capacidad de reducir la incertidumbre en los individuos (en términos biológicos podría afirmarse que incrementan la *fitness* media de los organismos) y 2) que la red social es una matriz multidimensional en la que en cada capa se muestran contextos sociales o comportamentales diferenciados. En este sentido, la red social que configura un determinado grupo social puede ser concebida como una serie de capas de matrices interconectadas cuya "profundidad" se corresponde con el número de matrices diferentes y, por ende, con una mayor diversidad en el comportamiento: etodiversidad (CORDERO-RIVERA, 2017). Parece, entonces, difícil de asumir el término *social* o *sociológico* en referencia a la información molecular. Los fenómenos de interacción moleculares podrían ser considerados como intercambio informacional y no tanto comportamental. El mayor problema lo encontramos en la diferenciación comportamental en los distintos organismos.

En este sentido, nuevamente tiene gran utilidad la alternativa propuesta anteriormente. Si pretendemos categorizar a los insectos en eusociales, parasociales, presociales, etc., entonces tendríamos que afirmar que todos los procesos de carácter social en organismos vegetales o en bacterias no podrían ser considerados bajo el término de social. En cambio, desde una perspectiva comportamental el *continuum* evolutivo atendería a una base epistémica fundamental: la parsimonia.

## CONCLUSIÓN

A lo largo del trabajo hemos mostrado que el triángulo comportamiento-nicho-información opera en la determinación de los grados de socialidad de las diferentes agrupaciones de seres vivos (Figura 1). Ello permite afirmar la interrelación entre la biología de carácter más ecológica, con la sociología. De hecho, el concepto de nicho (muy conocido en biología) tiene importancia en los estudios sociales para comprender como los mecanismos de la evolución pueden ampliar la visión de la sociología. Se abre por lo tanto lo que podríamos denominar como una nueva disciplina en la que se conjuga el conocimiento biológico y el sociológico: la biosociología. Este enfoque conserva las virtudes de la sociobiología, pero limita o, por lo menos, matiza la visión biologicista de la sociobiología. De ahí que la biosociología establece un marco interdisciplinar de generación de conocimiento, todavía por desarrollar. Por lo tanto, y yendo al ámbito más evolutivo, consideramos que la biosociología, enmarcada dentro de la síntesis evolutiva extendida, plantea una ontología causal más heurística que la sociobiología. Ello además permite separarse de la imagen estereotipada de la sociobiología, que hace que el propio campo sea percibido con desasosiego por muchos científicos sociales (CORDERO-RIVERA 2014).

Las explicaciones sociales basadas en la teoría de la construcción del nicho y en la *Extended Evolutionary Synthesis* pueden tener más capacidad explicativa que las más centradas en el gen. Además, permite indagar, desde una perspectiva más biosociológica, en la denominada ecología social o en la ecología humana. Consideramos, por tanto, que en esta biología asentada en la

síntesis evolutiva extendida sería posible que se estableciese el diálogo fructífero del que hemos hablado previamente y que abre muchas puertas a enfoques diferentes (especialmente en las ciencias sociales).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, J.C. 2006. *The Civil Sphere*. Oxford University Press, Oxford.
- BARRETT, L., S.P. HENZI, & D. LUSSEAU, 2012. Taking sociality seriously: the structure of multi-dimensional social networks as a source of information for individuals. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 367(1599): 2108–2118. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0113>
- BIONDI, E. 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution, *Plant Biosystems* 145 sup1: 19-29. <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2011.602748>
- BLASI, C. & FRONDONI, R. 2011. Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems* 145, supl.: 30-37.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1951. *The plant communities of Mediterranean*. CNRS, Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume, Madrid.
- BURKI, F., A.J. ROGER, M.W. BROWN, & A.G.B. SIMPSON, 2020. The New Tree of Eukaryotes. *Trends in Ecology & Evolution* 35(1): 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.08.008>
- CORDERO-RIVERA, A. 2014. El triunfo de la Sociobiología. *Nova Acta Científica Compostelana* 21: 1-17.
- CORDERO-RIVERA, A. 2017. Behavioral diversity (ethodiversity): a neglected level in the study of biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 1–7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00007>
- CORDERO-RIVERA, A. & A. RIVAS-TORRES, 2019. Sexual Conflict in Water Striders, Dragonflies and Diving Beetles. In: R.G. Del-Claro, [Eds.], *Aquatic Insects*. pp. 295-320, Springer, Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16327-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16327-3_11)
- CRESPI, B.J. & YANEGA, D. 1995. The definition of eusociality. *Behavioral Ecology* 6(1): 109-115. <https://doi.org/10.1093/beheco/6.1.109>

- EWALD, J. 2003. A critique for phytosociology. *Journal of Vegetation Science* 14: 291–296. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02154.x>
- FISHER, D.N. & A.G. McADAM, 2017. Social traits, social networks and evolutionary biology. *Journal of Evolutionary Biology* 30(12): 2088–2103. <https://doi.org/10.1111/jeb.13195>
- FOSTER, K.R., K. PARKINSON, & C.R.L. THOMPSON, 2007. What can microbial genetics teach sociobiology? *Trends in Genetics* 23(2): 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.12.003>
- FREESE, J., J.C.A. LI, & L.D. WADE, 2003. The Potential Relevance of Biology to Social Inquiry. *Annual Review of Sociology* 29: 233–256.
- GORDON, G. 2011. *A dictionary of entomology*. CABI, Oxfordshire.
- HOPCROFT, R.L. 2016. Grand Challenges in Evolutionary Sociology and Biosociology. *Frontiers in Sociology* 1: 2. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2016.00002>
- LALAND, K.N. 2017. *Darwin's unfinished symphony. How culture made the human mind*. Princeton University Press, Princeton/Oxford.
- LALAND, K.N., T. ULLER, M.W. FELDMAN, K. STERELNY, G.B. MÜLLER, A. MOCZEK, E. JABLONKA, & F.J. ODLING-SMEE, 2015. The Extended Evolutionary Synthesis: Its Structure, Assumptions and Predictions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 282. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1019>
- LOIDI, J. 2001. Reflexiones sobre la Fitosociología en el momento actual. *Quercetea* 3: 5–20.
- LOIDI, J. 2004. La Fitosociología como elemento renovador de la Botánica española en la segunda mitad del siglo XX. *Lazaroa* 25: 15–21.
- MAHER, T., M. MIRZAEI, D. PASCOVICI, I.J. WRIGHT, P.A. HAYNES, R.V. GALLAGHER, 2018. Evidence from the proteome for local adaptation to extreme heat in a widespread tree species. *Functional Ecology* 33(3): 436–446. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13260>
- MELONI, M. 2016. *Political Biology. Science and Social Values in Human Heredity from Eugenics to Epigenetics*. Palgrave Macmillan, New York.
- MELONI, M. 2019. *Impressionable biologies. From the Archaeology of Plasticity to the Sociology of Epigenetics*. Routledge, New York/London.
- MÜLLER, G.B. & M. PIGLIUCCI, 2010. Extended synthesis: Theory expansion or alternative? *Biological Theory* 5: 275–276.
- NADELL, C.D., J.B. XAVIER, & K.R. FOSTER, 2009. The sociobiology of biofilms, *FEMS Microbiology Reviews* 33(1): 206–224. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00150.x>
- NOOREN, I.M.A. & J.M. THORNTON, 2010. Molecular Sociology. In: R.A. Bradshaw, & E.A. Dennis, [Eds.] *Handbook of Cell Signaling*, pp. 23–28. Academic Press, New York. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374145-5.X0001-0>
- PIPALIYA, S.V., A. SCHLACHT, C.M. KLINGER, R.A. KAHN, & J. DACKS, 2019. Ancient complement and lineage-specific evolution of the Sec7 ARF GEF proteins in eukaryotes. *Molecular Biology of the Cell* 30(15): 2663–2671. <https://doi.org/10.1091/mbc.E19-01-0073>
- RATNIEKS, F.L.W. 1988. Reproductive harmony via mutual policing by workers in eusocial Hymenoptera. *American Naturalist* 132: 217–236. <https://doi.org/10.1086/284846>
- ROBINSON, C., A. SALI, & W. BAUMEISTER, 2007. The molecular sociology of the cell. *Nature* 450: 973–982. <https://doi.org/10.1038/nature06523>
- TURNER, J.H. & R.S. MACHALEK, 2018. *The New Evolutionary Sociology. Recent and Revitalized Theoretical and Methodological Approaches*. Routledge, New York-London.
- VÁZQUEZ, F., A. FERNÁNDEZ-BLÁZQUEZ, & B. GARCÍA, 2019. Vaginosis. Microbiota vaginal. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 37(9): 592–601. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2018.11.009>
- WARD, A. & M. WEBSTER, 2016. *Sociality: The Behaviour of Group-Living Animals*. Springer, Switzerland.
- WILSON, D.S. 2019. *This view of life. Completing the Darwinian Revolution*. Pantheon Books, New York.
- WILSON, E.O. (1980). *Sociobiología la nueva síntesis*. Omega, Barcelona.