BIOSEMIÓTICA: HACIA UNA TEORÍA GENERAL DE LOS SIGNOS DE LA NATURALEZA HUMANA Y NO HUMANA

BIOSEMIOTICS: TOWARDS A GENERAL THEORY OF THE SIGNS OF HUMAN AND NON-HUMAN NATURE

Javier ROMERO
Universidad de Salamanca
jromero@usal.es

Resumen: La biosemiótica es la síntesis de la biología y la semiótica, y su propósito principal es mostrar que la semiosis es un componente fundamental de la vida, es decir, que los signos y el significado de los signos existen en todos los sistemas vivos. La biosemiótica está experimentando un interés creciente en semiótica, con notables resultados epistemológicos. En este trabajo hacemos un breve análisis de la biosemiótica para resaltar la novedad de esta teoría a la hora de interpretar las señales de la naturaleza humana y no humana.

Palabras clave: Biosemiótica. Semiosis. Biología. Naturaleza. Comunicación ecológica.

Abstract: Biosemiotics is the synthesis of biology and semiotics, and its main purpose is to show that semiosis is a fundamental component of life, i. e., that signs and meaning exist in all living systems. Biosemiotics is experiencing a growing interest in semiotics, with important epistemological results. This paper makes a brief analysis of biosemiotics to highlight the novelty of this theory when interpreting the signs of human and non-human nature.

Key Words: Biosemiotics. Semiosis. Biology. Nature. Ecological Communication.

1. BIOSEMÍOTICA: MÁS ALLÁ DE LA COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA

Desde los resultados de la biología moderna (de Darwin a la doble hélice del ADN), se comprueba objetivamente que el hombre no es la medida de todas las cosas (concepción antropocéntrica). Ni siquiera se podría hablar se a este respecto del orden de los primates (concepción primatocéntrica), ni de la clase de los mamíferos (concepción mamiferocéntrica) o del filo de los verterbrados (concepción vertebrocéntrica), así hasta el absurdo de una supuesta supremacía del dominio Eucariotas (concepción eucariocéntrica), en el intento predarwinista de jerarquizar las especies en la tradición filosófica que se remontaría a Platón y Aristóteles, y que estaría presente incluso en naturalistas del siglo XVIII como Buffon o Linneo[1].

Si bien es verdad que históricamente la biología estuvo muy presente en el pensamiento filosófico, ético y político de autores como Aristóteles, Maquiavelo, Hobbes, Burke, Malthus o Hegel, entre otros, sus aplicaciones se habrían producido en forma de metáforas —como señalan Dryzek y Schlosberg—, y solo a consecuencia de los viajes de Darwin en el Beagle, se podría hablar a día de hoy de una aproximación filosófica diferente que merece la descripción de "un verdadero programa de investigación" (Dryzek y Schlosberg, 1995)[2]. Así entonces, en este caso no se estaría hablando de una mera teoría (la teoría de la evolución

[1] Ya en algunos diálogos platónicos encontramos insinuaciones de que el mundo sensible, respecto al mundo inteligible, no tendría el mismo rango de excelencia, y que todos los organismos serían ejemplo de una esencia perfecta inmutable, o tipo (pensamiento tipológico). Pero fue Aristóteles el que sugirió a filósofos y naturalistas posteriores la idea de clasificar todos los organismos en una única *scala naturae* ordenada según el grado de perfección, siendo el texto *De Anima* (414a 29-415a, 13) o *De generatione animalium* (732a 25-733b, 16), escritos relevantes para el desarrollo de ideas neoaristotélicas posteriores según señala Arthur O. Lovejoy (Lovejoy, 1983: 73 y ss.).

[2] Los viajes a bordo del H. M. S. Beagle (1831-1836), primero como acompañante y luego como naturalista por las costas de Sudamérica, Australia, archipiélagos del océano Pacífico y, sobre todo, islas Galápagos, sirvieron para que el joven Darwin se interesase por el problema del origen de las especies. No hay que olvidar al respecto que los descubrimientos de restos fósiles entre los siglos XVIII-XIX, llevaron a muchos naturalistas a reflexionar sobre la evolución. Una evolución presente no solamente en términos biológicos, sino también geológicos (basta recordar uno de los libros que acompañaron a Darwin en el Beagle: *Principles of Geology* de Ch. Lyell). Sobre este punto, ver la biografía de Cyril Aydon (Aydon, 2002), o el análisis de la recepción de Darwin en términos filosóficos de Gómez-Héras (Gómez-Héras, 2010: 310 y ss.).

por selección natural), sino que en paralelo a los hallazgos en terrenos astronómicos y físicos (Copérnico, Galileo o Newton), desde el lado de los seres vivos Darwin habría inaugurado en su obra *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (1859) un nuevo periodo en la historia cultural de la humanidad según señala el filósofo Gómez-Heras (Darwin, 2008; Gómez-Heras, 2010: 312-313).

Una aproximación filosófica diferente a la naturaleza desde la epistemología semiótica, primeramente, debería asumir que los signos, presentes no solo en la comunicación lingüística o lenguaje (L), estarían también presentes en términos psicológicos y en términos biológicos en la forma de comunicación no lingüística o no verbal[3]. Esta característica habría sido resaltada ya por los primeros semióticos de tradición norteamericana, como Peirce y Morris, al incluir en sus estudios los signos de los animales no humanos y los signos humanos pre-lingüísticos y post-lingüísticos más allá del trabajo del lingüística profesional (Peirce, 1992; Morris, 1994: 68 y ss.).

Si bien es verdad que en una primera aproximación al reino animal el lenguaje humano nos separaría (comunicación lingüística o verbal), una segunda aproximación nos conectaría mediante el significado de las señales no verbales: la comunicación no lingüística o no verbal. Famosos son al respecto los estudios de la etóloga Jane Goodall en el campo de la primatología, así como los de Frans de Waal, o la recopilación de numerosos experimentos científicos no solo en primates, sino también en otros mamíferos y vertebrados, e incluso en abejas, hormigas, arañas, peces o aves, que inciden sobre la teoría de la comunicación entre especies (intraespecífica) y con otras especies (interespecífica), dependiendo de las condiciones biológicas y adaptativas sobre el medio ambiente, esto es, las relaciones conductuales entre grupos de animales con diversos grados de complejidad según señalan varios autores (Goodall, 1968; de Waal, 2011; Pika et al., 2005; Hart, 2013; Pouydebat, 2018)[4].

[3] Remito al libro clásico de Flora Davis sobre comunicación no verbal o a los estudios empíricos recopilados por S. Hart o E. Pouydebat sobre comunicación animal (Davis, 2016; Hart, 2013; Pouydebat, 2018). Así también remito a los diferentes estudios científicos que resaltan el carácter peculiar de la comunicación química (olfato, color, feromonas…), la comunicación vocal o la comunicación infrasónica (Gordon y Seckbach, 2016).

[4] Los autores resaltan el carácter peculiar de la comunicación química (bacterias, plantas, animales), la comunicación vocal (animales), e incluso la comunicación infrasónica (mamíferos marinos), entre otros muchos ejemplos.

Esta nueva acepción permitiría entender que los signos se darían en todos los seres vivos, y que estarían presentes semióticamente en términos lingüísticos y también en términos no lingüísticos mediante el concepto de comunicación ecológica (ecological communication), defendido por autores como el teórico anglo-australiano John Dryzek (Dryzek, 1990, 1995, 2000). Entre los diferentes tipos de comunicación empleados más allá de la comunicación lingüística se podrían encontrar los cinco sentidos que los humanos utilizan habitualmente, así como algunos que son incapaces de detectar (a menos que se utilicen instrumentos científicos como microscopios, micrófonos de ondas infrasónicas, etc.) como en el caso del sentido eléctrico de los tiburones, la composición química de las bacterias bioluminiscentes o la percepción de los infrasonidos de las ballenas, entre otros ejemplos (Hart, 2013: 27 y ss.).

Muchos de los rasgos combinarían sencillez y complejidad, y podrían llegar a ser interpretados por el ser humano mediante procesos de semiosis en los términos descritos por la semiótica clásica, donde L = lenguaje, y las tres partes de la lingüística serían válidas en términos sintácticos (Lsin), en términos semánticos (Lseman) y en términos pragmáticos (Lprag). Por todo ello, una aproximación a la teoría semiótica ayudaría a entender esta corriente filosófica que muestra en su desarrollo cómo la intercomunicación con los demás tiene lugar en un medio no solamente en términos de comunicación lingüística (L), sino también en términos de comunicación no lingüística; un proceso que no estaría exclusivamente reservado al *Homo sapiens* —como emisor de signos lingüísticos y signos no lingüísticos—, sino que se daría en otros seres vivos como se mostrará más adelante en torno a la biosemiótica y a las capacidades de esta teoría en términos epistemológicos de captar las señales y los signos que proceden de la naturaleza (humana y no humana).

2. LA SEMIÓTICA Y EL PROCESO DE SEMIOSIS

En las aproximaciones a una teoría de los signos o semiótica (teoría que tiene como objeto de interés los signos), el significado de los símbolos establecería el carácter triádico de la significación (Poster *et al*., 1997). Esto quiere decir que, en todo proceso semiótico, según señala Morris en *Fundamentos de la teoría de los signos* (1938), epistemológicamente "algo toma en consideración a otro algo mediatamente, es decir, a través

de un tercer algo" (Morris, 1994: 28). Lingüistas, lógicos, filósofos, antropólogos, psicólogos o biólogos, utilizarían en sus investigaciones variedades de signos que denotan objetos dependiendo de su campo de estudio (Morris, 1994: 25).

La estructura de un signo para la semiótica norteamericana (Mead, Peirce, Morris) no estaría representada por una dualidad de significante y significado como en F. Saussure, sino por el proceso de semiosis, es decir, algo deviene un signo para algún organismo. En este proceso podemos ver que en la semiosis estarían implicados tres factores: el vehículo sígnico (S), el designatum (D) y el interpretante (I), que algunos teóricos actuales clasifican como el espacio propio del umbral semiótico. Por otra parte, el umbral interpretativo caracterizaría al intérprete como un cuarto factor independientemente del umbral semiótico según señala el biólogo y semiótico Barbieri (Barbieri, 2009)[5]. En todo proceso de semiosis cabría hablar de:

a) los mediadores: lo que actúa como signo o vehículo sígnico (S),
b) lo considerado: aquello a lo que el signo alude o el designatum (D),
c) las consideraciones: efecto que produce o el interpretante (I), y
d) las interpretaciones: los intérpretes.

S sería el vehículo sígnico (mediador), D el designatum (lo considerado u objeto de consideración), e I el interpretante (las consideraciones). En este caso, S-D-I se implican mutuamente (umbral semiótico) y el intérprete podría participar en su interpretación (umbral interpretativo). A través de la semiosis, un individuo sería capaz de actuar considerando las consecuencias para sí mismo y para los demás mediante la producción de signos (signos lingüísticos y signos no lingüísticos). Respecto a los signos lingüísticos, metateóricamente se podrían abstraer una serie de relaciones diádicas que conducirían a las áreas principales de la lingüística (sintaxis, semántica y pragmática). S-D-I visualmente podría representarse de la siguiente forma (Figura 1).

[5] Esta división será resaltada por teóricos de la *biosemiótica* como se verá más adelante en contra del reduccionismo hermenéutico-humanista de algunos autores como A. Markoš.

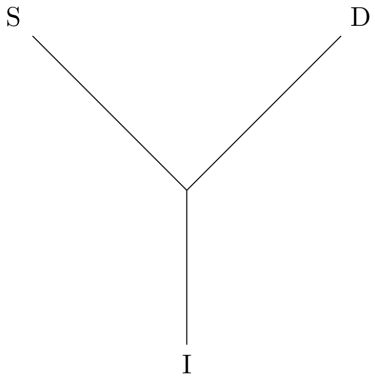


Figura 1: Proceso de semiosis (S-D-I)

Más allá de la evidencia de los signos lingüísticos, ya Morris —siguiendo a Mead y Peirce— señalaba con un ejemplo básico de semiosis la existencia de signos en un proceso sígnico biótico-gestual que, sin lugar a duda, no sería un proceso lingüístico: "el ladrido de un perro" (Morris, 1994: 77). En este ejemplo, el ladrido es el signo (S), el perro es el designatum (D) y la respuesta preparatoria —el efecto— es el interpretante (I)[6]. S-D-I estarían irreductiblemente conectados entre sí mediante la siguiente estructura lógica:

> *S es un signo de D para I en la medida en que I tome en consideración D en virtud de la presencia de S.*

En el ejemplo señalado de comunicación no lingüística (el ladrido de un perro), el signo gestual (S) quedaría limitado en términos lingüísticos por el hecho de que el mismo signo no es un signo para el que lo produce (D) en la misma medida que lo es para su receptor (I), es decir —según la semiótica— no se experimenta en común y, por lo tanto, no sería un signo lingüístico (el perro que ladra no responde de la misma forma a su propio ladrido como lo hace su receptor). Pero a pesar de no ser un signo lingüístico, es un signo; un signo gestual no lingüístico que difiere de los signos no gestuales, como puede ser el rayo, porque "el vehículo sígnico

[6] Estas afirmaciones no implican la introducción de un ámbito metafísico como ya resaltó tempranamente Morris (Morris, 1994: 29).

constituye una fase temprana de un acto social y el designatum una fase posterior de ese acto" (Morris, 1994: 76-77).

Por otra parte, la importancia del gesto vocal (S), el ladrido, estriba precisamente en que el propio emisor del sonido (D), lo oye tal y como les sucede a los demás (I1, I2, I3,…, In)[7]. Cuando esos sonidos se conectan con actos sociales, los diversos participantes en el acto tienen, mediante el signo común y a pesar de sus funciones diferenciadas dentro del acto, un designatum común (Figura 2).

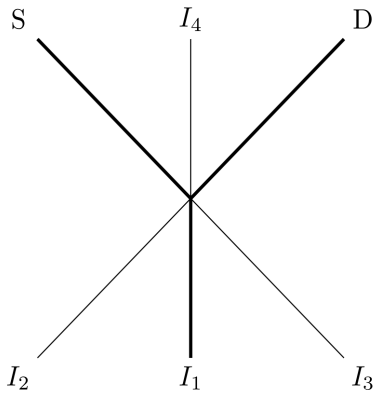


Figura 2: Proceso de semiosis con diferentes participantes (I1, I2, I3,…, In)

Para Morris, cada participante en la actividad común se autoestimularía mediante, por ejemplo, gestos vocales, al mismo tiempo que estimularía a los demás; algo que la etología explicaría con numerosos ejemplos y quizá, el más visual de todos, sería el aullido del lobo[8].

Muchos procesos semióticos, sobre todo en referencia a procesos biológicos, se darían independientemente del ser humano y serían producto de procesos evolutivos como veremos en el siguiente apartado respecto a la biosemiótica (síntesis entre biología moderna y semiótica). La capacidad de análisis lógico-lingüístico respondería al umbral interpretativo que,

[7] I debería entenderse como I1, I2, I3,…, In, según los participantes en cada n proceso de semiosis.
[8] Cuando los lobos se separan de la manada para recorrer grandes superficies de terreno en busca de comida, la manada utiliza la comunicación vocal mediante el aullido para mantenerse unida. Algunas investigaciones señalan que el aullido de un lobo puede llegar a recorrer una distancia de hasta 10 km, indicando así su posición a los otros miembros de la manada (Rodríguez de la Fuente, 1979; Harrington y Mech, 1979).

mediante un metalenguaje (metateoría), podría analizar cualquier situación sígnica evitando así cualquier reduccionismo de corte cientificista o humanista. En este proceso, la semiótica evitaría dos problemas filosóficos en referencia a la ontología y la epistemología (Morris, 1994: 90 y ss.). Estos problemas serían:

a) *La afirmación de que existen entidades en la naturaleza (la semiótica afirmaría que existen significados en la naturaleza, no entidades. Esta afirmación no supone decir que existe una clase de entidades equiparables a árboles, rocas u organismos, sino que tales agentes, objetos y propiedades funcionan dentro de procesos de semiosis (S-D-I) reconocibles).*
b) *Esta formulación evitaría la creencia de que el significado es en principio personal, privado o subjetivo. Existiría la posibilidad de análisis crítico-trascendental de la realidad* (L*sin*, L*seman y* L*prag*).

Si bien la semiótica se considera una teoría válida para los procesos lingüísticos (L), junto con otros, con el transcurso de los años muchos de los autores habrían identificado que, en última instancia, el lenguaje tiene raíces biológicas —una hipótesis compatible con los resultados científicos de la antropología y la biología actual—[9]. En este punto la semiótica se habría desarrollado también con actos no lingüísticos, identificando procesos de semiosis en todos los organismos (a nivel biológico y psicológico). Este nuevo campo de estudio, caracterizado como biosemiótica, ayudaría a identificar los diferentes signos bióticos presentes en los organismos como estándares críticos para el discurso humano (umbral interpretativo), como veremos a continuación en el siguiente apartado.

[9] Chomsky ya señaló la existencia de un tipo específico de comunicación humana que permitía generar mensajes de una manera virtualmente infinita, es decir, lo que en términos chomskianos se llamaría competencia lingüística de las gramáticas generativas (Chomsky, 1965). Los resultados genéticos actuales hablan de una mutación en el gen y proteína FOXP2 (Cr. 7q31), que experimentó un proceso de mutación particular dentro del género Homo siendo el responsable, junto con otros factores, de la competencia humana para el lenguaje (Fisher *et al.,* 1998, Enard *et al.,* 2002; Pouydebat, 2018: 230 y ss.).

3. LA BIOSEMIÓTICA COMO SÍNTESIS ENTRE LA BIOLOGÍA Y LA SEMIÓTICA

La no exigencia de un ámbito metafísico en cualquier proceso de semiosis en términos filosóficos, ha llevado al desarrollo de la teoría biosemiótica —síntesis entre biología moderna y semiótica—. Propuesta por primera vez en los años setenta del siglo XX por Thomas A. Sebeok —gracias a los avances teóricos del biólogo y filósofo Jakob von Uexküll—, su idea era demostrar que el lenguaje tiene raíces biológicas y que la comunicación no solo estaría presente en los seres humanos sino en todos los seres vivos, esto es, comunicación entre humanos, comunicación entre humanos y otros animales, y finalmente comunicación entre animales independientemente de los seres humanos[10].

La biosemiótica, que primeramente se caracterizó como zoosemiótica, se habría encargado de estudiar el fenómeno semiótico en los seres vivos muy influenciado por la teoría etológica, la teoría ecológica, la física molecular y el darwinismo. La semiosis se presentaría, para los biosemióticos, como la característica indispensable de todas las formas de vida terrestre después de los avances biosemióticos en animales (T. Sebeok), plantas (M. Krampen), bacterias (S. Sonea) y finalmente células (G. Prodi), según la clasificación general de Barbieri (Barbieri, 2009)[11].

El modelo de doble hélice que Watson y Crick presentaron a mediados del siglo XX —gracias a los análisis de Rosalind Franklin—, sería el punto de partida de la biosemiótica, al identificar un paralelismo entre el código genético del lenguaje molecular y el código de los lenguajes propio de la lingüística como señalan, entre otros, autores como Hoffmeyer y Barbieri (Hoffmeyer, 1997, 2008; Barbieri, 1985, 2003, 2009). Estos avances podrían verificarse bien mediante la mecánica cuántica de N. Bohr y E. Schrödinger, como teoría válida para observar que, a partir de principios primordiales, se podrían explicar toda clase de agregados de átomos presentes en la naturaleza (biosemiótica física), así como con el darwinismo y la teoría de la evolución por selección natural

[10] Sobre el origen de la biosemiótica en Jakob von Uexküll, remito al pionero trabajo de Óscar Castro (2009).

[11] Aunque Barbieri defiende su propia teoría biosemiótica como se verá a continuación (*code biology),* su *A Short History of Biosemiotics* de 2009 serviría como introducción general a una historia y caracterización de la biosemiótica.

(biosemiótica darwiniana), según señala Barbieri (Barbieri, 2009). A pesar de las diferencias internas, desde 2004 tres principales escuelas coexisten y desarrollan sus planteamientos siguiendo dos postulados presentes en la Teoría unificada. El primero de ellos reconoce que la vida y la semiosis son coextensivas y equivalentes, y el segundo que las señales, significados y códigos (S) se refieren a agentes naturales (D).

Históricamente, las diferentes escuelas biosemióticas podrían estructurarse en un cuadro, desde el lenguaje molecular hasta la Teoría unificada. A pesar de la diversidad, a día de hoy solo tres escuelas estructurarían los estudios en biosemiótica en la actualidad: la biosemiótica del signo, la biosemiótica hermenéutica y el código biosemiótico.

1. Lenguaje molecular	5. Biosemiótica del signo
2. Biosemiótica física	6. Biosemiótica hermenéutica
3. Biosemiótica darwiniana	7. Código biosemiótico
4. Zoosemiótica	8. Teoría Unificada

A diferencia de la lingüística semiótica (L), algunos teóricos de la biosemiótica resaltan que habría que establecer una diferencia, cuando se trabaja biosemióticamente, entre: umbral semiótico (correspondiente al mundo biológico de los procesos vivos independientemente de toda interpretación), y umbral de interpretación (propio del análisis trascendental del ser humano). En otras palabras, se hablaría de un proceso sobre el origen de la semiosis y otro proceso sobre el origen de la interpretación (Hoffmeyer, 2008; Barbieri, 1985, 2003)[12].

Esta división estaría estrechamente unida a dos escuelas biosemióticas de la *Teoría unificada* (biosemiótica del signo y código biosemiótico), que basadas en la filosofía de Peirce y en los resultados de la ciencia moderna, no conciben la biosemiótica en el sentido de Anton Markoš, como *biosemiótica hermenéutica*, sino dentro de procesos de interdisciplinariedad entre ciencias naturales y humanidades (Barbieri, 2009)[13]. Respecto a la *biosemiótica hermenéutica*, algunos teóricos

[12] Recientemente, según señalan algunos autores como Alexei A. Sharov, existiría también una interpretación a nivel celular (eusemiosis); una idea presente ya incluso en los análisis sobre animales de autores como Sebeok y Uexküll (Sharov, 2016).

[13] La *biosemiótica hermenéutica* fue propuesta en 2002 por Anton Markoš en su libro *Readers of*

habrían respondido a esta concepción afirmando que una síntesis entre biología y semiótica no podría sostener un reduccionismo de tal magnitud, y que se tendría que diferenciar entre el *concepto de información* de la física teórica y la biología (*concept of information*), por un lado, y el *concepto de significado* de la lingüística (*concept of meaning*), por otro lado (Barbieri, 2003, 2009). Esta es la razón de la existencia de dos *modelos de interpretación*, el *modelo semiótico* y el *modelo hermenéutico* que, en la actualidad, habría sufrido incluso una escisión interna dentro del *modelo semiótico* entre simbolistas y naturalistas —la llamada segunda semiotización—, llevando incluso a algunos autores, como a Barbieri, a desarrollar un nuevo campo de investigación en torno al *código biológico* más allá de la biosemiótica clásica como señala en su artículo de 2014, *From Biosemiotis to Code Biology* (Barbieri, 2014).

A pesar de estas disputas teóricas internas, desde la *Teoría unificada* la unidad mínima de *trabajo biosemiótico* entre las principales escuelas estaría representada por una idea de Thomas A. Sebeok: "la vida y la semiosis son coextensivas, es decir, la semiosis existe en todos los seres vivientes, y *solamente* en seres vivientes" (Barbieri, 2009). Este proceso se daría gracias a la noción de *información* que, según señala Hoffmeyer, sería imprescindible para la *biosemiótica* después del establecimiento del *modelo de doble hélice* del ADN de Watson-Crick (Hoffmeyer, 1997, 2008). Aunque con diferencias internas como se señaló con anterioridad, existirían en la actualidad dos modelos principales sobre el proceso de *semiosis biológica* complementarios entre sí: un *modelo basado en la interpretación* (*interpretation model*), siguiendo a Sebeok y Hoffmeyer en la clasificación que hacen de la semiótica de Peirce, y un *modelo basado en el código* (*code model*), siguiendo la propuesta de Barbieri a nivel celular, como teorías principales a nivel biológico (Sebeok, 2001; Hoffmeyer, 2008; Barbieri, 1985, 2003, 2009, 2014).

Así, por ejemplo, para Barbieri la *historia de la vida* podría dividirse en dos grandes periodos. El primero de ellos, que comprendería un rango estimado de 3.000 millones de años, la Tierra estuvo ocupada por procesos

the Book of life. Siguiendo la filosofía de Heidegger y Gadamer, que no de Peirce, el autor propone un nuevo tipo de biología que trascienda las ciencias naturales y la semiótica mediante lo que llama *biología humanística*. Considerando los *códigos orgánicos* insuficientes para la *semiosis*, el autor propone una *nueva narrativa* de la historia de la vida donde las ciencias serían una extensión de las humanidades según señala Barbieri en su análisis de Markoš (Barbieri, 2009).

simples a nivel celular, y la *semiosis biológica* estaría representada por códigos (*organic semiosis*). Por otra parte, observa el autor, en los últimos 600 millones de años los primeros animales empezaron a aparecer en la Tierra, y su evolución dio lugar a nuevas formas complejas de semiosis basadas en la interpretación (*interpretative semiosis*) (Barbieri, 1985, 2003, 2009).

Esta hipótesis sería contrastada con la *teoría de la evolución química* de la Tierra primitiva de Oparin-Haldane. Esta teoría, propuesta por primera vez en 1923 por Alexander I. Oparin y después por J. B. S. Haldane, mantiene la idea de que al inicio de la historia de la Tierra compuestos químicos simples de la atmósfera y el océano se habrían unido para formar sustancias más grandes y complejas mediante conversión de energía, luz solar y otras fuentes que influyeron notablemente en la energía química de los enlaces moleculares según señala el biólogo Scott Freeman (Freeman, 2011: 43-44). Así entonces, gracias a los dos modelos biosemióticos, *modelo basado en la interpretación* y *modelo basado en el código*, la *historia de la vida* podría comprenderse como un *continuum* evolutivo desde las células simples a los animales complejos. Esta *historia del código biológico*, según señala Barbieri en su libro *The organic codes. An introduction to semantic biology*, comprendería un periodo de tiempo que se retrotraería alrededor de 4.000 millones de años —desde el *código genético* hasta el *código lingüístico*— (Barbieri, 2003: 229-233).

Este *proceso histórico* de 4.000 millones de años explicaría los dos modelos de semiosis (*código biosemiótico* y *biosemiótica del signo*), y la asunción por parte de estas dos escuelas de diferenciar entre el *umbral semiótico* y el *umbral de interpretación*. Gracias a estos desarrollos, un tratamiento o consideración diferente a *los signos de la naturaleza no humana*, permitiría presentar a la *biosemiótica* como una teoría general quizás válida para analizar, por ejemplo, procesos de semiosis en el mundo orgánico a *nivel celular*, procesos de semiosis entre animales no humanos y procesos de semiosis a nivel ecosistémico. Tres ejemplos simples, entre una multitud, serían:

Señales bioquímicas en el proceso de fecundación.

Es sabido desde August Weismann que, durante la reproducción sexual, una célula reproductora masculina (célula haploide del gameto

masculino: *espermatozoide*) y una célula reproductora femenina (célula haploide del gameto femenino: óvulo) se unirían para formar un nuevo individuo: *fecundación* (división celular que llevaría desde una disminución de la mitad del número de cromosomas, la *meiosis*, hasta la formación del cigoto y la *mitosis*) (Freeman, 2011: 243 y ss.).

En el proceso hasta la fecundación, según conocimiento actual, un esteroide hormonal involucrado en el ciclo menstrual femenino, la embriogénesis y el embarazo en seres humanos y otros animales, la *progesterona* (C-21), actuaría como vía señalización para el esperma (señalización bioquímica), es decir, cuando los espermatozoides atraviesan el tracto femenino desde la vagina hasta el ovocito, la *progesterona* tendría efectos vía una señalización no genómica en el esperma (Correia et al. 2007). Desde el *umbral de interpretación* de la *biosemiótica*, la formulación más adecuada para explicar este proceso sería:

> *La progesterona (S) es un signo del* óvulo *(D) para el espermatozoide (I) en la medida en que el espermatozoide (I) tome en consideración al óvulo (D) en virtud de la presencia de la progesterona (S).*

Infrasonidos como medio de comunicación.

Los sonidos de baja frecuencia (infrasonidos) pueden llegar a recorrer grandes distancias gracias a que tienen una longitud de onda más larga que los sonidos de alta frecuencia y no se verían afectadas por obstáculos como hojas o pastos. Aunque es sabido que por debajo de los 20 Hz los tonos graves que puede oír el oído humano se interrumpirían, elefantes, ballenas, hipopótamos, okapis y rinocerontes son capaces de oír y reproducir sonidos por debajo de nuestro nivel de percepción como señalan varios autores (Hart, 2013; Pouydebat, 2018).

De este modo, por ejemplo, un macho elefante en musth —estado de frenesí que indica que el animal está fisiológicamente preparado para aparearse—, recorrería cientos de kilómetros para dirigirse directamente a una hembra en celo. En este complejo ejemplo etológico, además de los sentidos para comunicarse, así como las feromonas, se utilizaría la comunicación infrasónica (Hart, 2013: 109-114). Cuando los machos entran en musth se dedican a recorrer grandes distancias en busca de hembras receptivas (recordar al respecto que las hembras, por lo general,

entran el celo tan solo una vez cada cuatro años y únicamente cada dos días). Por este motivo la competencia es muy intensa y los machos han desarrollado una comunicación con las hembras mediante infrasonidos incluso estando a varios kilómetros de distancia (un macho en musth repite una distintiva serie de llamadas denominadas estruendos de musth y se mantiene a la espera hasta que las hembras responden con el llamado coro femenino que la dispone para la cópula y el proceso de reproducción[14]). Desde el umbral de interpretación de la biosemiótica, la formulación en este caso sería:

> *El coro femenino (S) es un signo de la hembra (D) para el macho (I) en la medida en que el macho (I) tome en consideración a la hembra (D) en virtud de la presencia del coro femenino (S).*

Los signos de decoloración de un coral.

El crecimiento exponencial en las últimas décadas de los gases de efecto invernadero (cambio climático antropogénico), habría repercutido negativamente en el ciclo natural de los corales marinos debido a un aumento en la retención de los compuestos químicos y en una disminución de su expulsión, con la consecuente acidificación del océano y disminución de pH en agua. El proceso afectaría, dependiendo de la química de los organismos, al metabolismo, la actividad enzimática, la funcionalidad de las proteínas, la fotosíntesis o el crecimiento de algas tóxicas (Hoegh-Gulberg et al., 2007; Woodford, 2010).

Los corales que habitan en la actualidad los arrecifes australianos, por ejemplo, serían térmicamente muy sensibles, lo que significa que solo podrían tolerar pequeños rangos de temperatura. El incremento en los últimos años de la temperatura, estaría causando un blanqueamiento en los corales que repercutiría en todo el tejido coralino volviéndolo transparente y, de este modo, revelaría así el esqueleto blanco que existiría debajo de él debido a una pérdida de zooxantelas. Este proceso afectaría no solo a los corales, sino también a los millones de seres vivos que viven gracias

[14] Según Pouydebat, todos los animales, vertebrados e invertebrados, estarían sometidos a una misma *ley biológica:* "cada día tienen que esforzarse para conseguir alimentos y un lugar donde descansar y dormir, buscar parejas sexuales, huir de predadores, defender su territorio, etc." (Pouydebat, 2018: 143).

al ecosistema coralino; un proceso que rebelaría, gracias a los signos bioquímicos de los corales (blanqueamiento) un estrés ecosistémico que, si persiste, podría llevar a la muerte del ecosistema en su conjunto. Desde el umbral de interpretación de la biosemiótica, tendríamos:

> *La pérdida de zooxantelas (S) es un signo del coral (D) para el ecosistema coralino (I) en la medida en que el ecosistema coralino (I) tome en consideración al coral (D) en virtud de la presencia de la pérdida de zooxantelas (S).*

Estos ejemplos a varias escalas (desde la microbiología a la macrobiología y a la ecología ecosistémica), podrían llegar a ser representados analíticamente como se muestra a continuación (Figura 3).

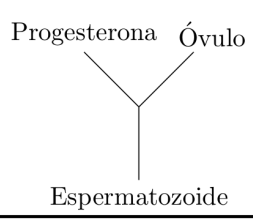
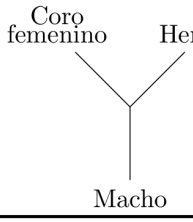
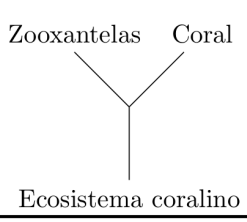
	Fecundación	**Infrasonidos elefantes**	**Decoloración coralina**
Fórmulas atómicas	Progesterona (S) Óvulo (D) Espermatozoide (I)	Coro femenino (S) Hembra (D) Macho (I)	Zooxantelas (S) Coral (D) Ecosistema coralino (I)
Semiosis			

Figura 3: Ejemplos biosemióticos a varias escalas

En el estudio de las ciencias biológicas, el término general biocomunicación se utiliza para describir tipos más específicos de comunicación en las especies (intraespecífica) o entre las especias (interespecíficas), ya sea en plantas, animales, fungi, microorganismos, etc. Biológicamente, la comunicación significa algo más que interacciones simbólicas regidas por medio de señales lingüísticas (la comunicación verbal). Las señales, como se ha demostrado en este artículo, en la mayoría de los casos son moléculas químicas, vocalizaciones, gestos, olor corporal,

etc., que llevarían —mediados por los signos emitidos— a una acción (comunicación no verbal).

Estos avances en *biosemiótica* serían complementarios con el concepto de *comunicación ecológica* de John Dryzek, en su intento de extender la *racionalidad comunicativa* al medio ambiente como señalan varios de sus escritos (Dryzek, 1990, 1995, 2000: 147 y ss.). Para Dryzek, así como para Val Plumwood, la naturaleza no es pasiva, ni inerte, ni plástica, sino que estaría viva e impregnada de significados mediante señales y signos *no lingüísticos* (rostro, vista, olfato, emociones, feromonas, comunicación vocal, etc.) (Dryzek, 2000; Val Plumwood, 2001).

La biosemiótica, como se ha ido mostrando en este trabajo, ayudaría a fortalecer epistemológicamente la teoría semiótica clásica, a la vez que permitiría un reconocimiento de las señales y los signos que emanan del mundo natural. En lo que respecta al ser humano, a través de esos signos un individuo sería capaz de actuar, considerando las consecuencias para sí mismo y los demás seres vivos gracias a los cinco sentidos, así como a la capacidad lógico-lingüística de interpretarlos en un medio. Así entonces, el ser humano respondería a partes distantes del entorno que comunicarían no solo desde la comunicación lingüística (entre humanos), sino también en la forma de la comunicación no lingüística (entre humanos, y entre humanos y otros animales).

Tal como se ha intentado demostrar a lo largo de las páginas, una consideración general de los signos de la naturaleza no humana sería posible gracias a la unión entre biología y semiótica. Una extensión teórica a la semiótica con repercusiones no solo epistemológicas, sino también éticas y políticas como han resaltado varios autores (Dryzek, 1990, 1995, 2000: 152 y ss.; Plumwood, 2003; Dobson, 2010). Así por ejemplo, Dryzek señala que un examen más detallado de la naturaleza de los signos mostraría que la capacidad comunicativa también estaría en juego en los procesos de interacción con el mundo natural a pesar de que, por supuesto, no sería el tipo de comunicación en la que normalmente se basa la teoría comunicativa (comunicación lingüística); una idea que ha llevado al autor en las últimas décadas a proponer principios de justicia comunicativa en torno a valorar las señales y los signos proporcionados por la naturaleza (humana y no humana) en torno al concepto de comunicación ecológica (Dryzek, 1990, 1995, 2000).

Según las conclusiones de este trabajo de investigación, la semiótica

y la biología pueden llegar a estructurarse en una teoría general de los signos, orientada a escuchar las señales y los signos de la naturaleza, ya sea de la naturaleza humana o la naturaleza no humana, sin la necesidad filosófica de postular entidades ni supuestos metafísicos u religiosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYDON, C. (2002). *Charles Darwin.* London: Constable & Robinson Ltd.

BARBIERI, M. (1985). *The semantic theory of evolution*. London & New York: Harwood Academic Publishers.

____ (2003). *The organic codes. An introduction to semantic biology*. Cambridge: Cambridge University Press.

____ (2009). "A short history of biosemiotics". *Biosemiotics* 2.2, 221-245.

____ (2014). "From biosemiotics to code biology". *Biological Theory 9.2, 1-12.*

CASTRO, Ó. (2009). *Jakob von Uexküll: el concepto de Umwelt y el origen de la biosemiótica, Víctor Gómez Pin (dir.). Trabajo de investigación para optar al DEA. Disponible en línea: https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Castro2/publication/230620849_Jakob_von_Uexkull_El_concepto_de_Umwelt_y_el_origen_de_la_Biosemiotica_Tesis_DEA/links/56f1355d08ae5c367d4a9933/Jakob-von-Uexkuell-El-concepto-de-Umwelt-y-el-origen-de-la-Biosemiotica-Tesis-DEA.pdf [10/05/2019].*

CHOMSKY, N. (1965). *Aspects of the Theory of Sintax*. Cambridge Massachusetts: The MIT Press.

CORREIA, J. N.; CONNER, S. J. & KIRKMAN-BROWN, J. (2007). "Non-genomic steroid actions in human spermatozoa". *Seminars in Reproductive Medicine 3, 28-36.*

DAVIS, F. (2016). *La comunicación no verbal. Madrid: Alianza Editorial.*

DE WAAL, F. (2011). *La edad de la empatía. Barcelona: Tusquets Editores.*

DARWIN, C. (2008). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Oxford: Oxford World's Classics.

DOBSON, A. (2010). "Democracy and nature: speaking and listening". *Political Studies* 58, 752-768.

DRYZEK, J. (1990). "Green reason: communicative ethics for the biosphere". *Environmental Ethics* 12.3, 195-210.

____ (1995). "Political and ecological communication". *Environmental Politics* 4.4, 13-30.

____ (2000). *Deliberative democracy and beyond: liberals, critics and contestations.* Oxford: Oxford University Press.

DRYZEK, J. & SCHLOSBERG, D. (1995). "Disciplining Darwin: biology in the history of political science". En *Political Science in History. Research Programs and Political Traditions*, J. Farr, J. Dryzek & L. Stephen (eds.), 123-144. Oxford: Oxford University Press.

ENARD, W.; VARGHA-KHADEM, K.; LAI, S. E.; WIEBE, C. S.; KITANO, T.; MOCANO, A. P. & PÄÄBO, S. (2002). "Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language". *Nature* 418, 869-872.

FISHER, S. E.; VARGHA-KHADEM, F.; WATKINS, K. E.: MONACO, A. P. & PEMBREY, M. E. (1998). "Localisation of a gene implicated in a severe speech and language disorder". *Nature* 18, 168-170.

FREEMAN, S. (2011). *Fundamentos de biología.* Madrid: Pearson Educación, S.A. / UNED.

GÓMEZ-HÉRAS, J. M. G. (2010). *En armonía con la naturaleza. Reconstrucción medioambiental de la filosofía.* Madrid: Biblioteca Nueva.

GOODALL, J. (1968). "The behavior of free-living chimpanzees in the Gombe stream reserve". *Animal Behaviour Monographs* 1 (part 3), 161-311.

GORDON, R. & SECKBACH, J. E. (2016). *Biocommunication. Sign-Mediated Interactions between Cells and Organisms*. New Jersey: World Scientific Publishing.

HARRINGTON, F. H. & MECH, L. D. (1979). "Wolf howling and its role in territory maintenance". *Behaviour* 68, 207-249.

HART, S. (2013). El lenguaje de los animales. Madrid: Alianza Editorial.

HOEGH-GULBERG, O.; PERSSON, A. & DEUTSCHM, L. (2007). "Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification". *Science* 9, 355-376.

HOFFMEYER, J. (1997). "Biosemiotics: Towards a new synthesis in biology". *European Journal for Semiotic Studies* 9, 355-376.

____ (2008). *Biosemiotics: An examination into the signs of life and the life of signs*. London: University of Scranton Press.

LOVEJOY, A. (1983). *La gran cadena del ser. Historia de una idea.*

Barcelona: Icaria Editorial.
MORRIS, C. (1994). *Fundamentos de la teoría de los signos.* Barcelona: Planeta.
PEIRCE, C. S. (1992). *The essential Peirce: Selected philosophical writings*. V*ol 1: 1867-1893*. Bloomington: Indiana University Press.
PIKA, S.; LIEBAL, K. & TOMASELLO, M., (2005). "Gestural communication in subadult bonobos (*Pan paniscus*): Repertoire and use". *American Journal of Primatology* 65, 39-61.
PLUMWOOD, V. (2001). "Nature as Agency and the Prospects for a Progressive Naturalism·. *Capitalism Nature Socialism* 12, 3-32.
____ (2003). "Inequality, ecojustice, and ecological rationality". En *Debating the Earth. The Environmentl Politics Reader*, J. Dryzek & D. Schlosberg (eds.), 559-583. Oxford: Oxford University Press.
POSNER, R.; ROBERING, K. & SEBEOK, T. A. (1997). *Semiotik/ Semiotics: A handbook on the sign-theoretical foundations of nature and culture.* Vol 1. Berlin: Walter de Gruyter.
POUYDEBAT, E. (2018). *Inteligencia animal. Barcelona: Plataforma.*
RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F. (1979). *El lobo. Cuadernos de campo del Dr. Félix Rodríguez de la Fuente.* Barcelona: Marín.
SHAROV, A. (2016). "Evolutionary biosemiotics and multilevel construction networks". *Biosemiotics* 9.3, 399-416.
SEBEOK, T. (2001). "Biosemiotics: its roots, proliferation, and prospects". En *Jakob von Uexküll: a paradigm for biology and semiotics*, K. Kull (ed.). *Semiotica* 134, 61-78.
WOODFORD, J. (2010). *The Great Barrier Reef*. Sydney: Pan Macmillan Australia.

Recibido el 8 de enero de 2019.

Aceptado el 12 de junio de 2019.