

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365838126>

Biosemiótica y complejidad

Book · November 2022

CITATIONS

0

READS

181

1 author:



Carlos Eduardo Maldonado

El Bosque University

377 PUBLICATIONS 1,511 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



control management system [View project](#)



Social Systems and Non-Classical Logics [View project](#)

Colección Complejidad y Salud, Vol. 14

Biosemiótica y complejidad

Primera edición: octubre de 2022

© Universidad El Bosque
© Editorial Universidad El Bosque
Rectora: María Clara Rangel Galvis

© Carlos Eduardo Maldonado

ISBN: xxxxx (Impreso)
ISBN: xxxxx (Digital)
ISBN: xxxxx (E-book)

Editor Universidad El Bosque: Miller Alejandro Gallego Cataño

Coordinación editorial: Dayan Garzón Martínez
Apoyo editorial: Juan Carlos Buitrago Sanabria
Dirección gráfica y diseño: María Camila Prieto Abello

Hecho en Bogotá D.C., Colombia
Vicerrectoría de Investigaciones
Editorial Universidad El Bosque
Av. Cra 9 n.º 131A-02, Bloque A, 6.º piso
+57 (601) 648 9000, ext. 1352
editorial@unbosque.edu.co
www.investigaciones.unbosque.edu.co/editorial

Impresión: Image Print Limitada
Octubre de 2022

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la Editorial Universidad El Bosque.

Universidad El Bosque | Vigilada Mineducación. Reconocimiento como universidad: Resolución 327 del 5 de febrero de 1997, men. Reconocimiento de personería jurídica: Resolución 11153 del 4 de agosto de 1978, men. Reacreditación institucional de alta calidad: Resolución 13172 del 17 de julio de 2020, men.

Esta publicación resultado de investigación, original e inédita, ha sido editada conforme a los parámetros establecidos por el sello Editorial Universidad El Bosque. Ha sido evaluada por dos pares académicos bajo la modalidad doble ciego y cumple en su totalidad con los criterios de normalización bibliográfica que garantizan su calidad científica y sus aportes al área de conocimiento respectiva.

570.1 M15b

Maldonado, Carlos Eduardo

Biosemiótica y/como complejidad / Carlos Eduardo Maldonado; edición Miller Alejandro Gallego Cataño. -- Bogotá (Colombia); Universidad El Bosque. Vicerrectoría de Investigaciones, 2022.

162 páginas. -- (Complejidad y salud ; Vol. 14)
Incluye tabla de contenido y referencias bibliográficas.

ISBN: xxxxx (impreso)
ISBN: xxxxx (digital)
ISBN: xxxxx (e-book)

1. Biología--Semiótica 2. Comunicación científica 3. Complejidad (Filosofía) 4. Teoría del conocimiento 5. Historia de la ciencia 6. Sociedad del conocimiento 7. Gestión del conocimiento 8. Filosofía de la ciencia. -- I. Maldonado, Carlos Eduardo II. Gallego Cataño, Miller Alejandro III. Universidad El Bosque. Vicerrectoría de Investigaciones.

Fuente. SCDD 23ª ed. -- Universidad El Bosque.
Biblioteca Juan Roa Vásquez (2022) - GH

Colección Complejidad y Salud, Vol. 14

Biosemiótica y complejidad

Carlos Eduardo Maldonado

Contenido

/ _____

/ _____

Cap. **1** _____

Cap. **2** _____

Cap. **3** _____

Cap. **4** _____

Cap. **5** _____

Cap. **6** _____

Cap. **7** _____

Cap. **8** _____

Cap. **9** _____

Cap. **10** _____

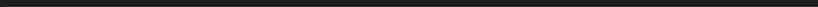
Cap. **11** _____

Cap. **12** _____

/ _____

/ _____

<hr/>	Prefacio	9
<hr/>	Introducción	15
<hr/>	Sobre la biosemiótica	21
<hr/>	Biosemiótica en una cáscara de nuez	27
<hr/>	Biosemiótica como complejidad: una breve historia de la ciencia reciente	41
<hr/>	La biología y la información como base para la biosemiótica	55
<hr/>	Los sistemas de signos y señales en el universo	65
<hr/>	La epigenética y sus cruces con la biosemiótica	77
<hr/>	Pensamos con dos cerebros	87
<hr/>	Biosemiótica y complejidad de la vida	99
<hr/>	Los errores	113
<hr/>	Un problema: la complejidad creciente	119
<hr/>	Física del vacío, el silencio y la ausencia	129
<hr/>	Conclusiones: la biosemiótica es una ciencia de la complejidad	137
<hr/>	Índice analítico	143
<hr/>	Referencias	149



Prefacio

Estamos viviendo una época en la cual la potencialidad de la investigación no solo hace que los avances científicos y tecnológicos sean cuantiosos, sino que, además, ocurran a una velocidad sin precedentes en la historia de la humanidad. Esto quizás se deba a que, en los últimos cinco años, el número de personas con maestría y doctorado ha aumentado de manera considerable en el país. De acuerdo con El Observatorio de la Universidad Colombiana (2019), por cada millón de habitantes hay dieciséis con alguno de estos títulos.

En la última década han abierto una gran cantidad de instituciones de educación superior (IES). Algunos lo hicieron por negocio y otros porque tenían el firme propósito de contribuir en la educación del país. A estas se suman, los centros y los institutos de investigación, aunque sus nombres hayan cambiado a lo largo de la historia. En efecto, en Colombia hay cientos o miles de tanques de pensamiento con perfiles, intereses y especialidades diferentes.

La sociedad de la información y del conocimiento es una realidad palpable, pues existen personas que no solo viven de producirlo, sino también de generar información. De ahí que no dejen de aparecer nuevos enfoques, nuevas herramientas, disciplinas y ciencias. Su surgimiento ha ocasionado que los hombres dejen atrás una larga historia de oscuridad y, por ende, comiencen a vivir a plenitud una época de luz. Actualmente, el saber no le pertenece a nadie en particular, ya que es un patrimonio de la humanidad. Cada vez son más fuertes los llamados a y las conquistas de los datos abiertos, las aplicaciones de fuentes abiertas y el acceso abierto.

En el mundo hay numerosos filósofos, músicos, escritores y fotógrafos. Todo el tiempo se está creando, publicando, vendiendo

y consumiendo una gran cantidad de cultura, cultura que posee un calibre y una calidad distinta. Abundan las exhibiciones de pintura, los recitales, los encuentros, los seminarios, los coloquios, etc. A diario, las personas asisten en masa a estos eventos, que, a veces, han sido publicitados y otras no. Es impresionante la cartelera cultural de esta ciudad. Definitivamente, la industria de la cultura y del entretenimiento es hoy por hoy el primer sector en muchos países. Sin embargo, es importante mencionar que la tecnología contribuye en estos escenarios.

Por otra parte, existen problemas de gran envergadura, tales como: la brecha digital, la desigualdad, la distribución de la riqueza, etc. Estos factores han incidido en la falta de éxito de las políticas públicas. No es por ser pesimistas, pero es evidente que, en el plano económico, político, ambiental, social y cognitivo, la injusticia ocurre a escalas micro, meso y macro. Todas estas problemáticas se correlacionan e implican entre sí. De ahí que sea imposible abordar una sin tener en consideración a las demás.

Cabe señalar que la profunda crisis ambiental se encuentra justo en el centro de estas problemáticas, pues tiene una gran incidencia en la calidad de vida de todos los habitantes del planeta. La causa de esta situación global es antropogénica, ya que, en los últimos 2500 años, a una gran parte de la humanidad se le olvidó cómo vivir bien (*suma qamaña*) o saber vivir (*sumak kawsay*).

La marca de nuestro tiempo es la complejidad, en cualquier acepción de la palabra. Han emergido ciencias que tienen como finalidad entenderla, comprenderla, explicarla y resolverla. Los diagnósticos sobre la época actual son abundantes. Es posible hallar consideraciones locales y regionales, así como lecturas de largo alcance, lecturas que se proyectan incluso en la Gran historia (*Big history*). Hay diagnósticos ecológicos, ambientales,

socioeconómicos, políticos, militares, éticos, culturales, religiosos, teológicos y espirituales.

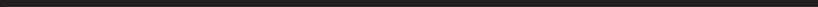
Hay motivos que generan optimismo, pese a que, en algunos ámbitos y escenarios, la atmósfera sea lúgubre, pesada y lenta. Esta es una época de luz, literalmente. Es como si los hombres estuvieran saliendo de las tinieblas. Las mejores luces están por llegar a sus ojos.

Para la ciencia y el arte, la existencia, la educación, el conocimiento, la investigación, el desarrollo y el crecimiento continuo de la información no son asuntos menores. Sin duda, no solo simbolizan la superación de un largo periodo de logofobia, sino también de un control exacerbado sobre el conocimiento. En antaño era inadmisibles que las personas que habían reprobado las pruebas accedieran al saber, pues podían contagiarlo o malinterpretarlo.

Nunca hay que volver a darle la espalda a esta riqueza de ciencia, pensamiento e investigación, pues se trata de un fantástico acervo de la humanidad. Gracias al Internet y a muchos otros factores, el conocimiento no es de nadie en particular. Actualmente, es considerado como un bien común. Sin embargo, esto no es suficiente.

Este libro quiere rastrear una idea más sutil. Los seres humanos están en la capacidad de aprender más acerca de la sabiduría. Actualmente, puede encontrarse entre la caterva de idiotas e imbéciles de siempre a una gran cantidad de gente inteligente, brillante, creativa, sensible e imaginativa. Sus aportes en diversas áreas del conocimiento los ha constituido, *latu sensu*, en una esperanza para la humanidad. Sencillamente, el estudio y la investigación pierden sentido cuando los individuos piensan que estas acciones son incapaces de generar cambios sustanciales. En este sentido, el conocimiento comporta rasgos de luz y de optimismo.

Pero ya es hora de que los seres humanos aprendan más acerca de la sabiduría. Este tema es el actor de reparto del libro. Los intérpretes estelares, si cabe la analogía, son la biosemiótica, la epigenética, el sistema entérico y las ciencias de la complejidad. La idea que subyace, como las raíces de los árboles y las cloacas, que son fundamentales para la rizosfera y la vida urbana, es que los sujetos pueden llegar a aprender sobre la sabiduría si observan a la naturaleza, intentan pensar de manera semejante a ella y se esfuerzan por vivir en armonía. La biosemiótica es una ciencia extraordinaria, pues no solo ayuda a formar y a afianzar este vínculo, sino que también descubre la complejidad en los fenómenos sociales, globales y naturales.



Introducción

Los presocráticos, que fueron los primeros filósofos, rompieron con las formas míticas del pensamiento en cuanto concibieron que el origen, la naturaleza del universo y la realidad eran cuerpos físicos. Por esta razón, el agua, el fuego y el aire llegaron a designarse como los sustratos del mundo. El punto de vista de Anaximandro de Mileto distó del resto, pues consideraba que el origen y la naturaleza de la realidad eran indeterminados e infinitos (ápeiron). Tiempo después, Aristóteles creó la palabra entelequia, a fin de aludir que todas las sustancias tenían la posibilidad de actualizarse hasta llegar a su grado de perfección¹.

Con el paso del tiempo, la ciencia moderna logró que los físicos fundamentaran la realidad en los cuerpos materiales. Por esta razón, acuñaron el término de masa para explicar la totalidad del universo y del mundo. Entre los más físicos más destacados se encuentra Newton, quien desarrolló tres leyes con el fin de dilucidar la realidad².

En suma, las diferencias históricas y culturales no impidieron que los presocráticos y los físicos modernos fundaran la realidad en los elementos naturales y en las masas. Posteriormente, estos encontraron su raíz en la fuerza de la percepción natural (los sentidos).

Las explicaciones fundadas en la percepción natural y en los cinco sentidos abundaron en la ciencia, las artes y la filosofía hasta comienzos del siglo xx. Sin embargo, el predominio del sentido común en la historia de la ciencia no obstó para que otros

¹ La entelequia no estaba al margen de una concepción hilozoísta e hilemórfica del universo (Strauss, 2014).

² Para la economía del conocimiento, este fue considerado como un gran logro.

pensadores siguieran desarrollando comprensiones alejadas de la percepción natural. Baste, como ejemplo: el atomismo de Leucipo, Demócrito y Epicuro e igualmente, las teorías cosmológicas de Giordano Bruno.

En este punto es posible identificar dos sentidos. Se trata de un alejamiento pausado entre las explicaciones intuitivas, que están basadas en la percepción natural, y las contraintuitivas, que se encuentran asentadas en el análisis y en el razonamiento. Esta oposición acarreó un intenso proceso de cambio, puesto que se planteó como retos: primero, cruzar los límites tradicionales de las ciencias y segundo, generar una interacción y una cooperación entre las mismas.

A diferencia de la mentalidad medieval, la ciencia moderna parte de y se fundamenta en la fuerza de la percepción natural. De esta manera, surge el mito sobre el método científico, el cual consiste en razonar, investigar y exponer los resultados. Como es sabido, en la Edad Media, el razonamiento se encontraba asentado en lo imperceptible y lo intangible. En este periodo histórico, las personas confiaban tanto en la veracidad de las palabras como en las acciones de las autoridades eclesiales, que desestimaban sus experiencias y sus observaciones directas.

Así las cosas, el método científico es una metodología que se distancia de las entidades que no pueden ser percibidas o aprehendidas físicamente. En la Edad Moderna reemplazaron a Dios por el conocimiento objetivo e hicieron un llamado a usar la razón, es decir, a no aceptar ninguna verdad que no estuviera asentada en el propio juicio, en la observación y en la experimentación. En definitiva, el racionalismo y el empirismo se constituyeron en la estructura mental de este periodo histórico.

La academia, la ciencia, la filosofía, las humanidades y las artes proceden de tres grandes errores. El primero lo cometió Aristóteles cuando trazó distinciones y jerarquías entre los géneros literarios, la retórica, la lógica, la filosofía y la física; el segundo lo perpetró Descartes, quien separó a la ciencia de la filosofía. La tercera equivocación la consumó Comte cuando disgregó a las ciencias naturales de las ciencias sociales y humanas, y, a su vez, a estas últimas.

Para Aristóteles, Descartes y Comte era necesario jerarquizar el conocimiento, ya que había unos mejores que otros. Esta gradación tuvo consecuencias éticas, políticas y sociales, debido a que los sujetos más respetables de la sociedad eran quienes dominaban, poseían y adquirían el saber. En la Edad Moderna, el sujeto epistémico, que buscaba la verdad, estaba por encima del sujeto ético, que estaba llamado a hacer el bien y, por ende, se escapaba a las posibilidades del racionalismo. Sin duda, esto relleva que la epistemología llegó a cobijar los intereses de las esferas más altas de la sociedad.

Cuando una persona investiga, se educa y tiene una mente abierta, es incapaz de pensar, escudriñar, aprender y vivir de manera fragmentaria. Además, se rehúsa a actuar en función de jerarquías. Aristóteles, Descartes y Comte, así como sus discípulos, pertenecen al pasado. El hombre contemporáneo está en la capacidad de reconocer que las distinciones de este talante son artificiosas y peligrosas.

En este libro, el autor plantea un diálogo entre la complejidad y la biosemiótica, a fin de superar los errores señalados con anterioridad. También se vale del diálogo para aseverar que la biosemiótica es una ciencia compleja. Este proceso es zigza-

gueante, es decir, mientras que el autor expone en qué consisten, crea una urdimbre que relleva sus entrelazamientos.

En esta disertación hay tres argumentos que se van entrelazando: primero, es posible una física de los fenómenos intangibles; segundo, esta física no encuentra sus fundamentos en los cuerpos, las masas y los individuos, sino en la información, los signos y las señales; y tercero, la correspondencia entre la biosemiótica y la complejidad permite que los individuos comiencen a pensar del mismo modo que la naturaleza.

En el cuarto argumento, el autor manifiesta que la insostenibilidad de las distinciones entre los sistemas vivos y los factores abióticos acarrea la aparición del pansiquismo, el hilomorfismo, el biocentrismo y el panteísmo, que son posiciones bastante inusuales en la historia de la ciencia y de la filosofía.

Estas cuatro doctrinas observan un terreno cuyo atavismo es sospechoso para la tradición occidental. El propósito no es profundizar en sus diferencias o matices, sino subrayar que los dualismos deben ser superados. Estas posturas pueden rebasarse a partir del cruce, creciente y no lineal, entre la semiosis y la complejidad.

Por último, Los textos presentados en los capítulos I, II y III han sido discutidos previamente en el artículo *La biosemiótica como una de las ciencias de la complejidad*, que fue publicado en la revista *Ciencias de la Complejidad* en el 2020.

1

Sobre la biosemiótica

Según Favareau (2008), muchos autores han hablado acerca del origen de la biosemiótica. Sin embargo, es preciso retomar algunas ideas. En 1950, los investigadores comenzaron a considerarla como un programa de investigación que buscaba estudiar el fenómeno semiótico en los sistemas vivos. Como dejó de ser un campo limitado por el ámbito biológico, pudo extenderse a áreas del conocimiento, tales como: la lingüística, la computación, la filosofía y los estudios culturales. De acuerdo con Maldonado (2020b), la biosemiótica abrió nuevas perspectivas metodológicas, a fin de integrar una serie de fenómenos dispares, incompatibles e inconexos.

Biosemiotics surgió a principios del siglo XXI. El objetivo de la revista es apoyar a los investigadores que se basan en la creencia de que los signos son componentes esenciales de los sistemas vivos para volver a plantear los supuestos fundamentales de la semiótica y la biología. En la actualidad continúa publicando artículos que: primero, no cesan de desafiar las antiguas hipótesis; segundo, sugieren diversas alternativas y tercero, tienden puentes entre la biología, la filosofía, las ciencias de la comunicación y la lingüística. La revista se encuentra afiliada a la Sociedad Internacional de Estudios Biosemióticos (ISBS) desde el 2008.

En el 2005, Thomas Sebeok, Jesper Hoffmeyer, Claus Emmeche, Marcel Florkin, Kalevi Kull y Marcello Barbieri constituyeron una sociedad académica para las personas que desarrollaban estudios referentes con la biología y la semiótica. Los propósitos de la ISBS eran: primero, apoyar la implementación de los métodos cualitativos en las investigaciones; segundo, propiciar un cruce entre los estudios interdisciplinarios que se hubieran centrado en el análisis de los procesos de signos en los sistemas vivos, los códigos orgánicos y la biocomunicación.

Este campo de estudio, que fue el resultado de los aportes de diversas disciplinas, se dividió en escuelas biosemióticas, debido a las fuertes disputas teóricas. Sin embargo, todas están representadas por la idea de Sebeok: “La vida y la semiosis son coextensivas, es decir, la semiosis existe en todos los seres vivos, y solamente en seres vivientes” (como se citó en Romero, 2020).

Desde su aparición, la biosemiótica ha sido considerada e interpretada de múltiples maneras, por ejemplo: como el resultado de un ensamblaje entre diversas ciencias o disciplinas, una ciencia producto de la síntesis entre la biología y la semiótica, una prolongación de la biología, un campo novedoso por su interdisciplinariedad, etc. (Maldonado, 2020b, p. 24)

No obstante, en todos los casos aluden que su pretensión es demostrar que el lenguaje tiene un origen biológico. De lo anterior puede inferirse que los seres vivos son los únicos que están en la capacidad de comunicarse. Según Maldonado (2020b), la biosemiótica permite que se reconozcan los signos y las señales tanto en el mundo natural como en el humano.

...se trata de una investigación acerca de los aspectos más fundamentales de los sistemas vivos. Estos aspectos son distintivamente informacionales o comunicacionales. La vida es comunicación, creación, interpretación e incluso transformación de signos y señales. (Maldonado, 2020b, p. 24)

Como se mencionó anteriormente, se pretende relieves la existencia de un vínculo nervudo entre las ciencias de la complejidad y la biosemiótica. Para lograrlo, el autor debe: primero, definir con exactitud qué es la biosemiótica y segundo, poner de manifiesto que su incursión ocasionó el surgimiento de una nueva física y de una concepción diferente de la vida, la naturaleza y la investigación científica. Esto procura hacerlo: “Sin la necesidad filosófica de postular entidades, supuestos metafísicos y religiosos” (Romero, 2020, p. 803). Debido a que el tema no ha sido objeto de muchos análisis, tuvo que hacer un estado del arte bastante riguroso, pues, de lo contrario, no habría podido exponer los nexos entre esta disciplina reciente y el paradigma de la complejidad.

Ahora bien, la que se presenta aquí es una interpretación interesada y cargada con fines de complejidad. Específicamente, se trata de explorar el significado y los alcances de las relaciones establecidas. Como conclusión anticipada, es perfectamente posible, incluso legítimo, comprender la biosemiótica como una de las ciencias de la complejidad. En sentido amplio, esta es una propuesta novedosa que emerge en el panorama cultural y académico.

2

Biosemiótica en una cáscara de nuez

Según Maldonado (2020b), en la década de los sesenta lograron identificar la molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN). Si bien, este hallazgo cambió por completo la comprensión de la genética, no puede desconocerse que los trabajos desarrollados por Watson y Crick fueron sus pilares. En 1953, estas dos mentes geniales escribieron un artículo titulado *Estructura molecular de los ácidos nucleicos* para hacerle saber al mundo cómo se replicaba y estructuraba el ADN. Al final, concluyeron que esta molécula hacía que los seres humanos no fueran tan distintos de otros organismos, tales como: las plantas, los insectos, las bacterias y los orgánulos. Algún autor llegó a hablar del gen egoísta.

Asimismo, establecieron que el carbono era un elemento fundamental para la vida porque: primero, permitía una ductibilidad de enlaces en un medio acuoso y segundo, se encontraba en los compuestos orgánicos que componían tanto a las células como a algunas estructuras de los organismos vivos (Maldonado, 2020b). Cabe señalar que este medio hace posibles ciertas reacciones biológicas y químicas, por ejemplo: la hidrólisis, el transporte de sustancias del exterior al interior del organismo, la termorregulación, entre otras.

Ulteriormente, los sistemas vivos generaron las condiciones para reproducirse y sobrevivir. Esto lo hicieron mediante el Gran Evento de Oxidación (GEO). Cabe señalar que el GEO fue posible gracias a la sostenibilidad del oxígeno, que es un gas escaso y altamente explosivo.

Este descubrimiento permitió que llegaran a identificarse dos etapas en el proceso de síntesis de las proteínas: la traducción y la transcripción. En la primera, el ARN mensajero hace que las células comprendan la información genética contenida en el ADN y en la segunda, el ARN de transferencia se encarga de transportar un

aminoácido y enlazarlo a la cadena proteica que se está originando en consonancia con la secuencia del ARN mensajero. En síntesis, el código genético viene a ser como un diccionario, “puesto que permite que una secuencia de nucleótidos del ARN sea traducida a una secuencia de aminoácidos de una proteína” (Maldonado, 2020b, p.24).

Para Maldonado (2020b), “La interpretación del código genético desencadenó el hallazgo de otros procesos complejos, tales como: la formación de las enzimas, los aminoácidos, los péptidos, los ribosomas y la comprensión de otros seres de mayor complejidad” (p.24).

En 1960 comenzó a desarrollarse la biología de sistemas, que es un campo de investigación interdisciplinaria cuyo objeto es el análisis holístico de los procesos biológicos. A partir del desarrollo de los modelos matemáticos, las simulaciones y las técnicas de procesamiento de datos, muchos han llegado a comprender con más claridad que: “... las propiedades biológicas emergen de las interacciones entre los componentes de los sistemas vivos y, por lo tanto, facilitan la posibilidad de predecir su comportamiento” (Fundación Instituto Roche, 2018, p.7). Según Maldonado (2020b), esta integra el conocimiento de la glucómica, transcrip-tómica, proteómica, genómica, metabolómica, epigenómica e interactómica.

Pasaron de la lectura del código genético a escribir con denuedo sobre ella. En cualquier caso, han establecido que los sistemas vivos se estructuran en términos de códigos de información. Por lo tanto, es absurdo intentar reducirla a un conjunto de compuestos químicos. (Maldonado, 2020b, p. 24)

A mediados del siglo XXI, algunos autores, como Schrödinger, comenzaron a hablar de la biología cuántica, pues la física clásica no les permitía comprender ni controlar ciertos aspectos estructurales de los sistemas biológicos. En 1987, Christopher Langton empleó la expresión *artificial life* para referirse a los proyectos que buscaban sintetizar o simular los sistemas biológicos a través de computadoras u otros medios artificiales (Maldonado, 2020b). Como este campo de investigación multidisciplinar cobró fuerza gracias a la Cuarta Revolución Industrial (2016), desencadenó el avance vertiginoso de la tecnología y la tecnociencia³.

Esta es la historia que cubre desde 1966 hasta la fecha. Los resultados más importantes están por descubrirse. En esta historia surgen derivaciones, tales como: la ingeniería genética, la bioingeniería y la interfaz entre la biología, la ingeniería y la física.

El descubrimiento de Watson y Crick fue un hecho tan significativo que marcó el comienzo de una era llena de hallazgos en la biología molecular. No obstante, algunas áreas del saber, como la biología y la biomedicina, lo convirtieron en el cimiento de un sinnúmero de investigaciones novedosas. Según Maldonado (2020b), “Logros recientes en esta línea investigativa han generado grandes avances en la medicina y en la comprensión de distintas clases de enfermedades y tratamientos” (p.24). A causa de lo anterior, también emergen la medicina de precisión y otros campos, que están basados en el cruce entre la clínica y la ciencia básica. En cualquier caso, todos estos abordajes suponen una se-

³ Esta no solo permea la vida de millones de ciudadanos alrededor del mundo, sino también numerosos campos científicos.

rie de transformaciones sustanciales en la teoría y en la práctica de la biología. De ahí que los sistemas vivos hayan sido redefinidos o percibidos de una manera diferente.

Según Maldonado (2020b), “El resultado alcanzado es producto de un enlazamiento entre la biología computacional, la computación biológica, la biología sistémica, la biología de redes y la biología sintética” (p.24). Como se aprecia, emerge un panorama sugestivo y novedoso. Puede encontrarse información más detallada sobre este abanico de cosas en *The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*, de Bedau y Cleland.

Pues bien, los hilos que unifican a estas cinco dimensiones son: la información y la comunicación, debido a que están presentes en todos los sistemas vivos y en cada uno de los procesos biológicos. La trama de la vida es informacional o comunicativa. Dicho de manera sucinta y directa, se trata de la síntesis entre la biología y la semiótica. En suma, esto es la biosemiótica. (Maldonado, 2020b, p. 24)

El surgimiento de la biosemiótica no solo coincidió con el desarrollo de los trabajos técnicos sobre la biología molecular, la genética y la genómica, sino también con los estudios de Sebeok, quien abordó el tema de las raíces biológicas en la cultura. De acuerdo con Maldonado (2020b), “La línea investigativa propuesta por el lingüista estadounidense tuvo numerosas ramificaciones, tales como: las investigaciones de Maturana, Varela, Goodwin, Solé, Kauffman, Damasio, entre otros” (p.24).

Las investigaciones posteriores a las de Sebeok pusieron de manifiesto que la quintaesencia de la psicología, la filosofía

u otras ciencias sociales y humanas era la biología. Los planteamientos de Maturana y Varela (xxxx) permiten referir que las raíces del conocimiento, las cuales fueron un tema esencial en la filosofía, la gnoseología, la religión, la teología, la filosofía natural, la psicología y la lingüística, se encuentran en la biología. De acuerdo con Maldonado (2020b), “Lo más sorprendente de todo es que, a pesar de las apariencias y de las interpretaciones erróneas, nunca se trató ni se tratará de un reduccionismo biologista” (p.25). Es decir, la biología amplía enormemente el panorama.

En la actualidad, este problema tiene una dimensión mucho más amplia, pues dejó de ser exclusivamente humano. Dicho brevemente, se trata del tránsito de las perspectivas antropomórficas, antropológicas y antropocéntricas del mundo y de la realidad a una comprensión ecológica o biológica (también conocida como ecocéntrica o biocéntrica).

Como lo refiere Maldonado (2020b), en la década de los sesenta, Sebeok desarrolló una serie de trabajos a partir de los cuales surgió la etología y la cibernética. La primera analiza el comportamiento de los animales y de los humanos para establecer sus semejanzas y diferencias y la segunda estudia los flujos de energía que están relacionados con dos teorías: la del control y de sistemas. No obstante, “tienen como común denominador el hecho de que los animales poseen sistemas de comunicación, igual que las máquinas. Lo cual comporta una convergencia entre las ciencias del comportamiento, las ciencias cognitivas, la biología y la filosofía” (Maldonado, 2020b, pp. 24-25)⁴.

⁴ Recientemente, nació la filosofía que se ocupa de estudiar la mente de los animales. Cabe señalar que esta se cimenta en las bases mencionadas.

La medicina, las ciencias sociales y humanas han sacado provecho de la interconexión entre estos enfoques teóricos (Maldonado, 2020b). Jablonka et al. (2005) dicen que la epigenética surge y se desarrolla gracias a este encuentro.

De lo anterior pueden sacarse dos conclusiones: primero, las diferencias entre los seres humanos y la naturaleza no son tan evidentes como se creía y segundo, es posible llevar a cabo un estudio de la naturaleza y la cultura a partir de la misma física. De ahí, la importancia de emplear un sistema lógico mucho más amplio que la teoría clásica, la cual fue establecida por Shannon y Weaver. Sin duda, este sistema lógico puede ser la teoría cuántica de la información (*it from bit from qubit*).

Vienen desarrollándose varios estudios sobre esta teoría, pero el que más se ha destacado hasta el momento es el que está relacionado con el hallazgo de la biología vegetal. Para Maldonado (2020b), “Esto fue posible gracias a los trabajos de Baluska y Mancuso” (p. 25). La hipercomputación biológica, que surgió en el plano computacional, muestra que los sistemas vivos procesan la información de una manera totalmente diferente a los sistemas físicos y a una máquina de Turing (Maldonado y Gómez, 2015; Maldonado, 2018a).

En los años recientes, estas disciplinas han presentado a la biosemiótica como un programa de investigación notable, debido a que no excluye a ningún ser viviente. Su premisa central es que la vida hace parte de un universo de significación. Según Santilli (2014), “... en una perspectiva histórica, se admite la premisa que afirma que la vida, desde su comienzo, se encontró en un universo de significación que en el transcurso de los tiempos se complejizó” (p. 167). Este tema le abre las puertas al pansiquismo, una

tesis que queda de lado por el momento, pues será retomada más adelante (Kauffman, 2016; Maldonado, 2018b; Stapp, 2011).

“La biosemiótica establece el carácter natural y cultural del signo y del mismo como unidad de análisis y esencia de los fenómenos vivos” (Santilli, 2004, p. 167). Este aspecto invalida el argumento pseudocientífico del diseño inteligente (DI), el cual boga a favor de la existencia de un ser supremo, a quien le atribuye el origen de los fenómenos complejos, por ejemplo: el ojo de los vertebrados. Muchos se inspiraron en la teoría de la evolución darwiniana para desarrollar sus propios modelos explicativos acerca del origen del sistema de signos, el significado y los procesos de codificación y decodificación de los signos.

Desde un comienzo, Darwin asumió que la biología evolutiva era más descriptiva, que predictiva porque para un ser humano era casi imposible advertir los cambios evolutivos más relevantes. En *El origen de las especies por medio de la selección natural*, el naturalista enfrentó los dogmas del creacionismo y, por esto, fue incluido en el *Index Librorum Prohibitorum*. En resumen, la historia de la codificación y de la decodificación de los signos no es teleológica. La evolución sucede siempre a nivel local, en cada caso.

Según Maldonado (2020b), “A diferencia de los símbolos, los signos son abiertos y referenciales” (p. 25). Por esta razón, surge un escenario semiótico mucho más complejo. La producción de significación es permanente, pues está desprovista de un centro asible por el agente semiótico y, además, carece de jerarquías. El signo es una unidad que puede ser trasladada a otro sistema de representación, es decir, es codificable. No obstante, la codificación no implica que el código deje de ser dinámico. Todos los sistemas de signos son replicables y transmisibles.

Los organismos vivos poseen la capacidad de conectar un signo con un significado u otro, generando una cadena infinita de conexiones. De tal suerte que la información, proveniente del exterior y recibida por los órganos sensoriales, es sometida a un procesamiento que la convierte en una percepción. De ahí que los seres vivos puedan percatarse de su existencia y actuar con base en esta (Cortés, 2003).

El procesamiento de la información se convierte en un asunto de vida o muerte porque los seres vivos no podrían generar respuestas a estímulos externos o internos. Su interpretación les permite ajustarse a determinadas situaciones y mantener constantes algunas condiciones de su medio interno. (Maldonado, 2020b, p.25)

La capacidad de resolver problemas a partir de acciones que no son instintivas condiciona la adaptabilidad de los organismos vivos. Por lo tanto, la lectura e interpretación de los signos los lleva a desarrollar nuevos hábitos y asumir nuevos desafíos.

El *umwelt* en las formas más complejas de la vida no está determinado ni a través ni por medio de la genética, sino que debe estar formado en cada caso por la selección individual de rutas en su propio paisaje de creodos, bajo la impresión de la interacción con el medio envolvente. (García, 2015, p. 28)

Para Maldonado (2020b), “Los sistemas vivos son mucho más que un conjunto de compuestos orgánicos o moléculas físicas y químicas. Más bien, deben entenderse como sistemas semióticos”

(p.25). En el siglo XIX, Ferdinand de Saussure planteó que los seres humanos eran los únicos agentes semióticos; sin embargo, el surgimiento de la biosemiótica desvirtuó esta noción al demostrar que la comunicación estaba presente en todos los organismos vivos.

Muchos autores sostienen que la cognición es consustancial a la semiosis y, por ende, una facultad definitoria de la vida. La comunicación se encuentra vinculada al conocimiento del emisor, quien enriquece el saber del receptor cuando le comparte información. En esto consiste precisamente el proceso evolutivo. De acuerdo con Maldonado (2020b), los teóricos de la inteligencia refieren que la capacidad de resolver problemas está presente en todos los sistemas vivos (virus, bacterias, hongos, parásitos, plantas, animales y humanos).

Entre los teóricos de las ciencias de los sistemas se destacan Bateson, von Bertalanffy y von Foerster. Sin embargo, el concepto de autopoiesis, formulado por Maturana y Varela, no solo favoreció su desarrollo, sino su proyección en el campo de la ciencia. En esta línea de investigación crecieron como biólogos investigadores: Goodwin, Solé y Kauffman.

Esta línea de investigación inspiró a Varela, quien desarrolló la cognición o el conocimiento encarnado (*embodied knowledge*). De esta postura, basada en la experiencia corporal, surgió la necesidad de reflexionar sobre el papel del cuerpo en el proceso cognitivo. Según Maldonado (2020b), estas reflexiones ocasionaron la emergencia de un nuevo enfoque de estudio: *the embodied cognition* o *the embodied mind*.

La autonomía del sistema cognitivo, que fue el punto de partida del enfoque enactivo, pone de manifiesto que: “Las propiedades de los sistemas vivientes y de los sistemas cognitivos forman parte de un continuo y se influyen mutuamente” (Stewart

et al., 2014, p.2). El enactivismo considera que la cognición es una actividad permanente, actividad que toma forma gracias a la participación activa y la experiencia del organismo vivo. Es decir, el conocimiento no solo es un acto intelectual y racional, dado que existe una inteligencia biológica que es primaria.

También descubrieron que el organismo humano posee dos cerebros: el sistema encefálico y el sistema entérico o mesentérico. Sin embargo, en octubre de 2020 hallaron uno más: el corazón. En cuanto se percataron que estaba compuesto por neuronas, comenzaron a considerarlo de una manera totalmente distinta (Maldonado, 2020b).

De acuerdo con Maldonado (2020b), “La biosemiótica pone de manifiesto que los organismos vivos son determinantes en el proceso evolutivo. Aunque esta idea resalta el acento lamarckiano de la teoría de la evolución, es la semiosis la que destaca su dimensión epigenética” (p. 25-26).

En definitiva, la biología no solo estudia la vida en todas sus dimensiones, sino que también analiza los procesos semióticos en la naturaleza. La semiosis, que trascendió el terreno filosófico, hermenéutico y lingüístico, es crucial, pues los estados internos hacen posible que los seres vivos actúen e interpreten los estados externos a partir de sus aparatos sensoriales (Maldonado, 2020b). Esto puede repercutir en la concepción de mundo de una especie.

De acuerdo con Varela (2000), “Todos los seres vivos, pese a su heterogeneidad, están constituidos por sistemas de producción de componentes, los cuales determinan su propia posición en un entorno variable” (como se citó en Etxeberria y Moreno, 2007). Es decir, la autonomía debe ser entendida como la capacidad para autorregularse, empero sin dejar que se interponga el poderío ni el control de los agentes externos.

La última línea o vertiente de este trabajo es la enacción (Stewart et al., 2014). De acuerdo con el enactivismo, los sistemas vivos no son pasivos, pues participan activamente en la generación de sentido. La perspectiva formacional no logra una comprensión tan amplia acerca del impacto que tienen las enacciones de los seres vivos en el cosmos y en la naturaleza.

La biosemiótica es una ciencia que se divide en escuelas, tales como: la zoosemiótica, el lenguaje molecular, la biosemiótica física, la biosemiótica darwiniana, la biosemiótica del signo, la biosemiótica hermenéutica, el código biosemiótico y la teoría unificada. Estas disciplinas, pese a tener diferencias internas, no cesan de generar cambios sustanciales y favorecer el desarrollo de las ciencias cognitivas y la biología (Gálik, 2013).

Para Maldonado (2020b), la interrelación entre diversas disciplinas científicas dio origen a estos programas o escuelas holísticas. Conviene mencionar que buscaban desarrollar una hermenéutica de la comunicación biológica. Cuando se consolidó este trabajo interdisciplinario, pudieron demostrar que la creación de los signos y de los códigos existía en todas las escalas de la vida, así como la producción de significado y su comunicación. En consecuencia, se desmoronaron por completo las diferencias entre los seres humanos y otras especies.

La crisis generada por el coronavirus expuso que un sinnúmero de virus integraba el ecosistema interno de los humanos y de los animales. De ahí que estuvieran implicados en los procesos corporales de gran relevancia. Por esta razón, deben ser tenidos en cuenta, así como las demás escalas y esferas de la vida. Antes de la pandemia, las bacterias eran las que tenían el papel más destacado.

Una vez concluido el proyecto bacterioma global (GBP), formularon el proyecto viroma global (GVP), el cual fue planteado entre el 2017 y el 2026.

En definitiva, los virus, las bacterias, la trama de los sistemas vivos y los procesos genéticos son un entramado polifónico. Por lo demás, este conjunto de signos cruzados debe leerse, interpretarse, codificarse y decodificarse de manera adecuada y sin cesar. (Maldonado, 2020b, p. 26)

De acuerdo con la ecología y la biología, las especies clave no existen. La semiosis es un fenómeno fundamental e inaplazable. La biosemiótica contribuye en la comprensión de los sistemas vivos y de la vida. La biosfera es un magnífico organismo, pues no solo está compuesto por un sinnúmero de sistemas informacionales, sino también por códigos, los cuales se cruzan, se complementan, se interpelan, se chocan, etc. La biodiversidad puede ser comprendida como una urdimbre de sistemas semióticos, que, al interactuar, crean la fantástica sinfonía de la vida.

3

Biosemiótica como complejidad: una breve historia de la ciencia reciente

En el siglo XIX, Charles Sanders Peirce desarrolló la teoría general de los signos, por eso, en la actualidad, lo denominan como uno de los padres de la semiótica. Algunos autores consideran que sus trabajos semióticos son válidos para los procesos lingüísticos, sin embargo, no están de acuerdo con que les haya adjudicado un origen biológico. Mientras el estudio sobre los sistemas de comunicación se ampliaba, iban creando un campo investigativo a partir de diversas conexiones interdisciplinarias.

En la década de los sesenta, las contribuciones de Thure von Uexküll y Thomas Sebeok hicieron que la biosemiótica tomara un cuerpo investigativo. No obstante, la atmósfera científica y filosófica de la década de los cincuenta hizo que los investigadores de diversas disciplinas establecieran relaciones entre la semiótica, la biología y las ciencias de la complejidad. Estos eventos se concentraron en torno al concepto de información. Para concluir, la biosemiótica es una de las hijas de la tercera revolución científica, es decir, de la teoría de la información (Maldonado, 2020b).

Gracias al artículo titulado *Una teoría matemática de la información*, surgió la teoría de la información, que fue desarrollada por Claude Shannon y Warren Weaver. Según Peiró (2021), “Esta se centra en el estudio de la transmisión de los datos, su procesamiento y la medición de la información” (párr. 1). A principios de los años ochenta, la ampliación de esta teoría clásica suscitó una serie de preguntas que, a su vez, ocasionaron el surgimiento de la información cuántica o el procesamiento cuántico de la información.

Por otra parte, la teoría de la información es la raíz de un concepto físico que explica mucho más a fondo lo que pretendía esclarecer la noción de masa en el siglo XVIII y la de energía en el siglo XIX. Sin embargo, gracias a Rolf Landauer, descubrieron

que estas percibían la información como una entidad física que no es tangencial o inmaterial.

De acuerdo con Maldonado (2020b), el surgimiento de la física de la información o de los fenómenos inmateriales desafía la comprensión clásica de la realidad. Por esta razón, su análisis y afrontamiento obliga a renunciar a cualquier explicación que se base en la intuición, es decir, en un conocimiento adquirido a través de la percepción sensible. Algunos aspectos podrían extenderse también a la física cuántica, que es contraintuitiva y, además, se ocupa de los fenómenos no tangenciales, por ejemplo: el entrelazamiento, el tunelamiento y la no localidad.

Hay una serie de ciencias y de disciplinas que fueron posibles gracias a la física de la información. En 1948, Norman Wiener estableció el concepto de cibernética, a fin de elaborar una filosofía general de la tecnología. Sin embargo, William Ross Ashby también es reconocido como una de las figuras que inició la segunda fase del movimiento cibernético.

Esta ciencia está fundamentada en las leyes generales de la comunicación, leyes que se aplican a los sistemas electrónicos o mecánicos para comprender al ser humano y analizar la manera cómo se relaciona con el ambiente. De acuerdo con Maldonado (2020b), la cibernética, que le concede un lugar privilegiado a esta noción, no solo tiene que ver con los mecanismos de control y autocontrol en los sistemas complejos, sino también con las máquinas, los animales y los seres humanos. Por esta razón, la computación le sirve como soporte e impulso.

Heinz von Foerster acuñó el término de cibernética de segundo orden treinta años después del surgimiento de la de primer orden. La cibernética de segundo orden estudia los sistemas de comunicación, así como al observador. Para Estrada et al. (1997),

“El ciberneta es consciente y se observa observando, y con ello transforma radicalmente el carácter de su observación” (p. 36).

Por otra parte, Maldonado (2020b) refiere que la etología apareció dieciocho años después del surgimiento de la cibernética de primer orden. Esta rama de la biología nació en 1930 gracias a Nikolaas Tinbergen y Konrad Lorenz. La etología consiste en el estudio del comportamiento de los animales y de los seres humanos en su medio natural.

Posteriormente, las investigaciones de Frans de Waal hacen énfasis en los aspectos conductuales y sociales de los primates. El primatólogo también efectúa profundas reflexiones éticas en sus análisis. Según Maldonado (2020b), “De esta manera, la ética deja de ser un terreno distintivamente antropocéntrico o antropomórfico” (p. 29).

El comportamiento de los animales ha sido abordado por diversas disciplinas. Sin embargo, en la década de los sesenta, Thomas Sebeok, quien abrazó la propuesta peirceana, logró que la semiótica traspasara el pensamiento lógico y, además, adquiriera una configuración biológica. Según Maldonado (2020b), “En un comienzo, sus conceptualizaciones de la comunicación surgieron a partir de la observación de las abejas. Este fue un primer atisbo de la zoosemiosis, que es una de las ramas de la biosemiótica” (p. 29).

La motivación por desentrañar los misterios del mundo animal condujo a O. Wilson a estudiar a las hormigas. El mirmecólogo ha centrado sus estudios en el complejo entramado comunicativo, que inmiscuye el intercambio de feromonas y de otros compuestos químicos, y la división del trabajo entre estos insectos himenópteros. Maldonado (2020b) señala que sus aportes hicieron manifiesto que las hormigas vivían de manera semejante

a los seres humanos. En el marco de la filosofía de la mente y de las ciencias cognitivas y neurológicas, los expertos descubrieron que los animales también poseen una mente (Andrews, 2020).

Por otra parte, en el 2006, Frantisek Baluška hizo una serie de investigaciones que propiciaron el surgimiento de la neurofisiología de los seres autótrofos y fotosintéticos. Este campo consiste en el estudio de todas las actividades internas de las plantas, así como de los procesos físicos y químicos que están asociados con su supervivencia⁵. De esta manera, se sientan todas las bases de la fitosemiosis, un concepto que fue formulado por Kull desde un principio (2000).

De consuno, la botánica desaparece y nace la neurofisiología de las plantas, un campo novedoso y muy fructífero, pese a su juventud. Los fenómenos neurológicos no son exclusivos de los animales. La inteligencia biológica puede ser rastreada hasta las plantas, *lato sensu*. (Maldonado, 2020b, p. 30)

Otra de las ramas de la semiótica es la antroposemiosis. Esta surge en la década de los noventa gracias a las contribuciones teóricas y heurísticas de diversos autores. Sus cimientos son las ciencias cognitivas y del comportamiento. Según Finol (2011), “La antroposemiótica examina la capacidad del lenguaje para vincular, de manera estrecha, vivencial y dinámica, al hombre con el mundo” (p. 233). Sin embargo, otros la definen como una ciencia que sitúa en el centro al ser humano, pues no solo estudia

⁵ Actualmente, su principal exponente es Stefano Mancuso.

su comprensión de los signos, sino también la destreza con la cual les atribuye un significado.

El comportamiento humano es semiótico, pues entraña un sinnúmero de signos. Este tiene una relación intrínseca con la cultural y, además, emite procesos de significación que no coinciden con la lógica de los predicados ni con la lógica proposicional (Maldonado, 2020b). La antroposemiosis es la que sienta las bases para que surjan los nexos entre las ciencias sociales, las ciencias humanas y la biosemiótica (Deely, 1993).

En todo caso, es relevante mencionar que la biosemiótica es una ciencia que no puede ser comprendida a partir de la relación entre el emisor, el receptor y el mensaje. Los ingenieros clasifican los ruidos producidos por el emisor, el canal y el receptor de la siguiente manera: ruido blanco, ruido negro y ruido rosado.

La semiótica está enmarcada por el antropocentrismo y la antropología, mientras que la biosemiótica se encuentra delimitada por la trama de la vida. En esta acontecen de manera ininterrumpida algunos procesos, tales como: la significación, la interpretación, el modelamiento, la creación y la transformación de signos, señales, significantes y significados. (Maldonado, 2020b, p.30)

Los problemas ocasionados por el cruce entre la biología y la filosofía admiten las siguientes soluciones: primero, reconocer que el origen de la vida es semiótico y segundo, comprender que la relación entre los signos, los mensajes y los receptores configura la lógica de la vida. Sin embargo, esto no significa que su complejidad pueda resumirse en estos dos enunciados.

Según Maldonado (2020b), los procesos semióticos son paralelos a la evolución. Como los seres vivos cambian, debido a las variaciones genéticas, también lo hacen las palabras (signos), los significados (conceptos o ideas), los significantes (forma sensible o perceptible del signo) y la manera como el signo deviene para un organismo.

Los procesos semióticos pueden ser comprendidos como una orquesta sinfónica, que es una de las expresiones más depuradas de la democracia. La comprensión clásica, adoptada por la lingüística, la semiótica y la ingeniería, explica el fenómeno de manera rudimentaria. El emisor se encarga de enunciar un mensaje a través de un canal determinado y el receptor se ocupa de escucharlo con atención e interpretarlo. Este último puede reaccionar y proferir una respuesta. Normalmente, se escucha un ruido durante el proceso, un ruido que es ocasional y esencial para el proceso de comunicación (Maldonado, 2020b, p. 30)

A diferencia de este planteamiento primitivo, la naturaleza de una orquesta sinfónica es polifónica. Para Maldonado (2020b), “Los instrumentos expresan su idea musical, pero sin dejar de formar un todo armónico con los demás” (p. 30). Como su objetivo es comunicarse de manera espléndida, en ocasiones, juegan el papel de emisores y receptores. En suma, cuando la polifonía es total, la semiosis es real (Maldonado, 2020b).

En Occidente, la música es temperada. La armonía musical es el resultado de las superposiciones, las comple-

mentariedades, las interlocuciones, los monólogos y las conversaciones. Como es sabido, en los altos estudios de formación musical, el hecho de escribir una sinfonía equivale a obtener o a hacer un doctorado. Es una de las obras de mayor complejidad, así como los tríos, los cuartetos, las sonatas, la música de cámara y los conciertos. Es claro que la polifonía no solo designa a la orquesta, sino también al canto plural. (Maldonado, 2020b, p. 30)

En efecto, la semiosis surge en cuanto se relacionan los signos. Lo anterior supone que en un sistema semiótico nunca se pone el acento en las entidades aisladas, sino en los procesos. Según Maldonado (2020b), unos investigadores realizaron un estudio sobre las dinámicas de los sistemas biológicos a partir de las ecuaciones de Lotka-Volterra. Sin embargo, no se esperaban que los esquemas ecológicos fueran percibidos como simplistas y mecánicos. Cabe subrayar que el tiempo ha acentuado el carácter desueto del modelo de Lotka-Volterra.

El mutualismo y el comensalismo son las interacciones biológicas que le sirven de fundamento a los equilibrios dinámicos de la naturaleza, y no la competencia y la depredación. En suma, el mundo material es un fantástico sistema de cooperación, un sistema que está constituido por cromatismos y polifonías. (Maldonado, 2020b, p. 30)

Según Maldonado (2020b), este marco histórico también manifiesta que la biología cuántica es un eslabón que conecta el desa-

rollo de la biosemiótica con las ciencias de la complejidad⁶. Esta rama de la biología estudia los efectos cuánticos en las conductas de los animales, conductas que están fundamentadas en la superposición de los estados, el efecto túnel, la coherencia cuántica, entre otros.

La biología cuántica estudia los sistemas de orientación de las aves migratorias, el funcionamiento del cerebro humano, la identificación de los polos magnéticos en la biosfera, los sistemas olfativos de numerosas especies, la fotosíntesis y las interacciones entre los hongos, las bacterias y las hormigas en la rizosfera. (Maldonado, 2020b, pp. 30-31)

Gracias a la incursión de la biosemiótica, expertos en diversas áreas del conocimiento definieron a la naturaleza como un entramado de signos y significados. Para Maldonado (2020b), “Los signos existen en todos los procesos que dan lugar a la vida y a las interacciones entre los organismos vivos” (p. 31). Esta idea pone de manifiesto que existe una consecuencia revolucionaria que le sirve como hilo unificador o conductor a los distintos referentes históricos, culturales y científicos mencionados, es decir, a la etología, la cibernética, la neurofisiología de las plantas, etc.

Según Maldonado (2020b), los aportes de la segunda revolución científica y el desarrollo de la revolución científico-técnica le sirven como sustrato a la física de las realidades inmatrimales, es decir, a la semiótica. La teoría de los signos es uno de los gran-

⁶ Esta surge a comienzos del siglo XXI.

des logros del intelecto humano, dado que permite comprender a profundidad los fenómenos inmateriales y sus interacciones: “Lo cual está en contraposición con los postulados de la física aristotélica, galileana y newtoniana” (Maldonado, 2020b, p. 31).

Mientras que los cuerpos físicos se afirman sobre el primado de la percepción natural y de los cinco sentidos, la información y la semiosis son altamente contraintuitivos. En la semiosis, la información es un fenómeno que no puede ser analizado a partir de la intuición, el sentido común y la percepción sensorial. Solo se puede acceder a este conjunto organizado de datos procesados a través de los dispositivos electrónicos (Maldonado, 2020b).

La información no es un dispositivo. Antes bien, puede definirse como aquello que integra, unifica, atraviesa y separa a las cosas, a las personas, etc. Ningún ser vivo está en la capacidad para ver la información, los signos y las señales. Los seres vivos perciben los símbolos, pero es algo totalmente diferente. Los símbolos son elementos u objetos materiales que, por convención o asociación, representan una idea, una entidad, etc. Los signos y las señales de corte biosemiótico desconocen lo que son las convenciones. En suma, son mucho más radicales y originarios que la cultura.

Hay comprensiones heterogéneas sobre la física de los fenómenos inmateriales. Por ejemplo, René Thom la denominó como semifísica; para los teóricos de la información, se trataba de la teoría de la información cuántica; según la física cuántica y la cosmología, esta era una física del vacío, que, en ocasiones, había sido llamada “cuántica budista”. Sin embargo, puede llegar a comprenderse la física del vacío sin tener en cuenta al budismo. (Maldonado, 2020b, p. 31)

En el marco de la teoría de la relatividad, de la física cuántica y de la cosmología, los expertos aluden que esta tiene que ver con los campos gravitatorios, electromagnéticos, cuánticos (teoría cuántica de campos) e informacionales (Yakovlevich, 2014).

Según Maldonado (2020b), “La biosemiótica es una ciencia que se concentra en los sistemas vivos” (p. 31). Cuando extendieron este campo a la física, permitieron que se desarrollaran concepciones totalmente diferentes a las planteadas en los últimos 2500 años. Entre estas se destacan: el pansiquismo, el hilozoísmo, el panteísmo y el biocentrismo, que son cuatro expresiones a partir de las cuales se trata un mismo tema. Este conjunto de doctrinas filosóficas sostiene: primero, que la materia está animada y segundo, que existen fenómenos cognitivos en la naturaleza.

Son muy pocos los autores que han sostenido una concepción semejante. Aristóteles fue, en cierto sentido, defensor del hilozoísmo. Por esta razón, René Thom centró su trabajo en la semiofísica y Hoffmeyer sostiene una concepción panteísta. El padre del panteísmo fue Spinoza, quien lo defendió con tenacidad. Kauffman aboga abiertamente por una comprensión pansiquista del mundo y de la realidad. En el marco de la filosofía de la ciencia, Auletta (2010) argumenta a favor de una comprensión no mecanicista de los sistemas vivos y, de esta manera, apunta a la teoría de la información, *lato sensu*. (Maldonado, 2020b, p. 31)

El paradigma mecanicista, que rigió a la biología, fue superado en cuanto surgió la biosemiótica. Este programa integrativo e interdisciplinario tuvo que confrontar a las formas histórico-cul-

turales del conocimiento. Sin embargo, cuando fue adquiriendo fuerza, desencadenó el desarrollo de nuevas teorías y percepciones del mundo. Estas, a su vez, transformaron a la biosemiótica e hicieron eco en otras disciplinas, tales como: la psicología y la ciencia cognitiva.

La biosemiótica hizo posible que “se estudiara la biología, desde el nivel molecular hasta el sistémico, como comunicación y los procesos biológicos como interacciones mediadas por signos” (Carrillo, 1997, p.551). Los organismos vivos no solo son un fenómeno material, sino también un sistema físico, dado que están constituidos por bioelementos o elementos biogénicos. Para Maldonado (2020b) es una procazidad que los sigan reduciendo a la física clásica.

En efecto, no se sabe con exactitud qué es la materia. Lo mejor del cruce entre la física del plasma, la física de partículas elementales y la física cuántica se combina con la cosmología, a fin de establecer qué es la materia. No obstante, están seguros de que el 4 % del universo visible es materia, materia conformada por fermiones y bosones. Los fermiones son partículas de materia y los bosones, partículas elementales que cuentan con un espín entero. Estas partículas constituyen la materia bariónica, es decir, todo cuanto vemos y disfrutamos a diario. El 96 % es materia y energía oscura. Una parte notable de la investigación científica busca elucidar en qué consisten exactamente. Hasta el momento, se ha logrado establecer, aunque de manera parcial, cuáles son las funciones de cada una. (Maldonado, 2020b, p. 31)

Como hay una gran variedad de organismos vivos en la Tierra, los investigadores decidieron plantear una serie de características que se hallan en todos y son básicas. Según Maldonado (2020b), los siguientes aspectos sintetizan las acciones ejecutadas por los sistemas vivos para garantizar su supervivencia.

1. Desde el punto de vista computacional, los sistemas vivos no procesan la información de forma algorítmica. Es decir, no son una máquina de Turing, en todo el sentido de la palabra.
2. Desde el punto de vista biológico, los sistemas vivos transforman los alimentos en energía y, además, se autorregulan para mantener estable una condición interna. Spinoza designa a la homeostasis como *conatus*, es decir, un impulso por sobreponerse a los factores desfavorables.
3. Desde el punto de vista biosemiótico, los sistemas vivos son semióticos porque continuamente producen, emiten e interpretan códigos. (pp.31-32)

Pues bien, estos tres aspectos confluyen en el estudio de la complejidad. Como cabe apreciar, los seres humanos no solo son espectadores de la emergencia de un campo científico, sino también de la interconexión y la potenciación de una gran variedad de campos disciplinarios.

4

La biología y la información como base para la biosemiótica

Los sistemas vivos procesan la información de manera diferente a una máquina, sin importar de qué tipo sea. Esta capacidad, que es uno de los factores más importantes de la vida, se halla presente en toda la naturaleza. Para captarla e interpretarla, emplean la comunicación lingüística y no lingüística: “Los signos y el significado de los signos existen en todos los sistemas vivos” (Romero, 2020, p. 787).

Los signos están presentes en la comunicación lingüística y no lingüística (gestos, contacto visual, posturas, etc.). Según Cestero (2006), “Como este último proceso es irracional e involuntario, alude a todos los signos y sistemas de signos no lingüísticos que comunican o se utilizan para comunicar” (p. 57). La transmisión de señales, que se efectúa mediante un código común al emisor y al receptor, no es una capacidad exclusiva de los seres humanos. De ahí que una aproximación antropomórfica sea innecesaria y limitada.

Los procesos semióticos han estado presentes desde el origen de la vida. Sin embargo, los investigadores que se han centrado en la biosemiótica y en las ciencias de la complejidad le atribuyen su emergencia. Varias teorías sobre el origen de la vida y su lógica coinciden en un aspecto fundamental y es que los procesos de metabolización son sus principios creadores (*metabolism first*). Esto quiere decir que cada organismo tiene sus propias estrategias para nacer y sobrevivir (pensar en complejidad es diferente a pensar en términos de causalidad). En conclusión, cuando la vida aparece como síntesis, deja de ser el resultado de procesos acumulativos o composicionales (Kauffman, 1993).

Lo anterior también involucra procesos, tales como: la autopoiesis y la autoorganización. Estas nociones reconocen que los organismos vivos son capaces de reproducirse y mantenerse

por sí mismos. Es decir, ningún factor externo puede modificar o alterar su consistencia estructural. La creencia en la causalidad se desvanece en el escenario de la biosemiótica y la complejidad.

Las siguientes ideas amplían las consideraciones expuestas en los párrafos anteriores:

- El origen de la vida se halla en el procesamiento de la información.
- La comprensión metabólica puede llegar a ser traducida y expresada a partir de términos biológicos y computacionales.
- El origen de la vida encuentra su fundamento en la homeostasis.
- La homeostasis propende hacia nuevos espacios y tiempos cuando es interpretada como *conatus* (Damasio, 2019).
- La semiosis brinda una mayor comprensión del proceso metabólico. De esta manera, la biosemiótica encuentra todas las posibilidades para emerger y consolidarse. (Maldonado, 2020b, p. 32)

Desde este punto de vista, los signos son los que deben considerarse como un factor crucial en el estudio de los sistemas vivos, y no las moléculas (Hoffmeyer, 1997). Cuando llevaron a cabo investigaciones sobre su base genética descubrieron que, aunque los genes tenían un papel importante, eran los procesos de inte-

racción entre estos los que desempeñaban una función más sustancial (Maldonado, 2020)⁷.

Los factores determinantes que más se destacan son: las señales y los procesos informacionales o comunicacionales. Estos suceden a través de instancias, tales como: los genes, los péptidos, los aminoácidos, las proteínas, es decir, todos los tejidos que constituyen y atraviesan los biomas, los ecosistemas, los nichos ecológicos, las tensiones homeoréticas y homeostáticas. En este punto podría hablarse de la ecosemiótica (Mäekivi y Magnus, 2020).

Los seres vivos pueden leer e interpretar las polifonías. El mundo y la naturaleza son complejos, debido a que el lenguaje, así como la comunicación, se halla presente en todos los organismos y las esferas de la vida. Por ejemplo, la etnomusicología pone de manifiesto que las texturas polifónicas no acontecen únicamente en Occidente, ya que es posible encontrarlas en otras culturas (Maldonado, 2020b).

La naturaleza hace que la vida sea un proceso comunicativo, pues su propósito es interactuar con otras realidades y crear nuevas posibilidades. En este proceso no hay un emisor ni un receptor, sino pura polifonía. Esta pluralidad de voces o sonidos, que pueden ser textuales, narrativos y enunciativos, expresa una idea independiente e inconfundible. Sus ritmos, sus tonadas, sus alturas, sus tempos y sus silencios acaecen simultáneamente, generando una serie de cambios irrefrenables y continuos. La calidad del

⁷ Estos procesos llegan a expresarse a través de la metilación. Además, son susceptibles de activación e inactivación.

mundo material estriba en el cambio, en las transformaciones armoniosas, en la impermanencia. (Maldonado, 2020b, p. 32)

Por otra parte, es imposible hacer buena ciencia sin una base material, pues, de lo contrario, se estarían ejecutando acciones y profiriendo afirmaciones que, pese a ser presentadas como científicas, discrepan del método científico (pseudociencia). Este aspecto es conocido a cabalidad por las mentes más educadas. En la tradición clásica, la base material de las ciencias naturales fue la física, mientras que la economía le sirvió como fundamento a las explicaciones desarrolladas por las ciencias sociales y humanas. Lo anterior llegó a convertirse en el esquema de la ciencia en la Edad Moderna (Maldonado, 2020b).

En los últimos lustros han surgido varias ciencias y disciplinas. Lo más interesante es que estas franquearon los límites de varios campos de estudio, a fin de obtener su cooperación en el desarrollo de nuevas investigaciones y prácticas (Watson, 2017). En consecuencia, se conformaron y consolidaron otros grupos de *SCIENTIAS*, por ejemplo: las ciencias cognitivas, las del espacio, las de la Tierra, las materiales, las de la complejidad, las de la vida y la salud⁸.

Cabe señalar que, en el siglo XIX, William Whewell acuñó por primera vez la palabra *científico*; sin embargo, no lo hizo para referirse a un teórico o a un investigador. Con

⁸ Los problemas de frontera le sirvieron como fundamento a todas estas ciencias.

este término quiso estipular que solo merecía ser llamado de esta manera aquel que fuera capaz de moverse entre diversas ciencias y disciplinas e igualmente, de crear conexiones entre estas. (Maldonado, 2020b, p. 33)

Descartes se encargó de generar una escisión entre la ciencia y la filosofía, pese a que la *naturphilosophie* y la *naturwissenschaft* se negaron a plantear jerarquías o divisiones. Pues bien, la bio-semiótica y la complejidad están situadas en esta doble longitud de onda. Al fin y al cabo, no es posible pensar bien cuando hay una parcelación, un seccionamiento y una segmentación del conocimiento (Maldonado, 2020b). En la actualidad existe bastante bibliografía al respecto. Este es, sin duda, uno de los rasgos que definen a las ciencias de la complejidad. A un buen investigador, a un gran pensador, en fin, el mundo debe caberle en la cabeza, es decir, no puede ceñirse solo a un grupo de autores, escuelas, herramientas y técnicas.

La interdisciplinariedad fue un elemento crucial, pues propició el surgimiento y la consolidación de un número considerable de ciencias y de disciplinas académicas. Su emergencia no solo propició el desarrollo de lenguajes, aproximaciones, herramientas y organizaciones del conocimiento, sino también de otros rasgos conspicuos. Sin embargo, su emergencia no fue sencilla ni gratuita, pues los hombres de ciencia tuvieron que luchar contra la disciplinarización del conocimiento y la institucionalización de la investigación⁹. En la actualidad sigue primando esta gestión del saber.

⁹ La disciplinariedad mantiene oculta su creencia en la jerarquización del conocimiento.

Un aspecto central y, a su vez, transversal al diálogo entre la biosemiótica y las ciencias de la complejidad consiste en el reconocimiento explícito de que la biología, *grosso modo*, es la base de las nuevas ciencias. En la modernidad, la base material de las ciencias naturales fue la física y la de las ciencias sociales y humanas, la economía. Esta situación ha cambiado drásticamente, puesto que la de la ciencia, en general, es la biología.

En verdad, no existe un fenómeno o un sistema más complejo que el ser vivo. La nueva biología, que es como se le llama, en ocasiones, a la biología, supera el reduccionismo y el determinismo, que son ocasionados por la biología molecular y la ingeniería genética. Han usado el término para referirse a los procesos que crean y modifican las concepciones, los términos y las prácticas.

Lo anterior puede ilustrarse de la siguiente manera:

- La vida es un fenómeno no lineal y autoorganizativo, pues es gatillado por procesos informacionales.
- La epigenética constata que la escisión entre la naturaleza y la cultura es ficticia.
- La división entre la perspectiva del desarrollo y la evolución desaparece gracias al surgimiento del enfoque eco-evo-devo.
- Los estudios sobre eusocialidad, desarrollados por Wilson, Nowak y Tarnita, ponen de manifiesto que la vida es posible gracias a la cooperación y la ayuda mutua. Baste, como muestra la simbiosis en el reino animal.
- La endosimbiosis es la mejor teoría sobre el origen de la vida porque expone desde un inicio que los

sistemas vivos son simbióticos. Por ejemplo, los seres humanos llegaron a considerarse como holobiontes. (Maldonado, 2020b, p. 32)

En otras palabras, el enfoque físico-químico tradicional, que es utilizado para explicar el origen y la lógica de la vida, es innecesario e insuficiente. Por esta razón, la ciencia toma un rumbo que la conduce hacia el enfoque informacional o comunicacional.

Si bien, es cierto que algunos de los temas mencionados no han sido considerados en detalle, lo importante es dejar claro que el origen de estas ciencias brinda nuevas luces sobre la vida, el más apasionante de todos los fenómenos existentes, y las acciones que realizan los animales en pro de su supervivencia.

El vector conduce hacia comprensiones contraintuitivas. En el marco de la física, la información permite que llegue a comprenderse mucho mejor aquello que explicaba la energía y la materia (masa). Archibald Wheeler lo sintetizó en una fórmula que es conocida como: *it from bit, from qubit* (Halpern, 2018).

Un sistema complejo es un sistema no lineal. Pues bien, la no linealidad significa que los fenómenos de complejidad creciente ganan información, aun cuando esto les suponga percibir más memoria. En contraste, los sistemas lineales nunca obtienen más información, aunque si pueden perderla. Hay un sinnúmero de estudios y reflexiones que confluyen en este punto. (Maldonado, 2020b, pp. 32-33)

5

Los sistemas de signos y señales en el universo

Desde el origen del universo, que fue explicado por la teoría inflacionaria del Big bang, han afirmado que de esta gran explosión se desprendieron unas señales o radiaciones cósmicas de fondo. En un principio, el cosmos estaba repleto de una cantidad de partículas, tales como: las radiaciones electromagnéticas. Sin embargo, a medida que la temperatura disminuía estas comenzaron a separarse.

En la década de los cuarenta descubrieron que las radiaciones cósmicas, cuya temperatura es de 270 grados centígrados bajo cero, bañaban a todo el universo visible. En la actualidad, algunos continúan pensando que estos son los remanentes de las primeras fases de su expansión. El cosmos envía de manera ininterrumpida diferentes tipos de señales y lo hace en todas las direcciones. Estas señales conforman el espectro electromagnético que, por un lado, abarca a los rayos cósmicos, los gamma, los x y los ultravioletas y, por el otro, a las ondas de radio, las microondas y las radiaciones infrarrojas. Los dos extremos se agrupan en radiación ionizante y no ionizante¹⁰. En el centro hay un lugar donde se encuentran los espectros que son visibles para los seres humanos. Estos son más conocidos como *la realidad*. Además, los constituye un espectro que mide aproximadamente 350 nanómetros.

En un primer nivel, el universo es un conjunto conformado por señales electromagnéticas, que, en realidad, no son más que diferentes frecuencias de luz, esta es considerada como un agente físico que consiste en diferentes frecuencias. Cabe señalar que la realidad se corresponde con el tipo de frecuencias considerado.

¹⁰ Estos dos tipos de radiaciones permiten que los astrofísicos calculen si el universo se expande o no y a qué velocidad.

El espectro electromagnético es bastante amplio y, por eso, el ojo humano no lo puede percibir en su totalidad (espectro visible). Por otra parte, a estas señales electromagnéticas deben agregarse las ondas gravitacionales y otros tipos de comportamientos, que son objeto de estudio en la actualidad.

La cosmología ha logrado establecer que el origen, la expansión y el desarrollo del universo posee, por así decirlo, un cierto tipo de musicalidad. Los expertos espaciales, con algo de desconcierto, han detectado señales musicales que provienen del centro de la galaxia de la Vía Láctea. En la actualidad existen grabaciones que están procesándose, a fin de llegar a comprender las oscilaciones acústicas bariónicas¹¹.

En el 2016, los astrónomos descubrieron que había vibraciones sonoras en el espacio. Sin embargo, es preciso recordar que Einstein fue quien señaló por primera vez que el universo era un entramado de resonancias. Todo esto parece confirmar que la realidad, polifonía de señales, mensajes y códigos, no solo está constituida por cuerpos o masas, sino también por frecuencias, oscilaciones, sincronizaciones, perturbaciones, prolongaciones sonoras, entre otros.

Las señales cósmicas se halla en un tercer plano. En este tienen lugar las supernovas, es decir, las explosiones estelares gigantescas. Cabe mencionar que han captado el interés de la astrofísica y la astroquímica. Al fin y al cabo, la gran mayoría de los elementos químicos surgen de las estrellas, que, a su vez, perecen en un estallido ciclópeo¹².

¹¹ El lector puede observar el siguiente video para obtener más información al respecto: <https://www.youtube.com/watch?v=PPpUxoeooZk>

¹² Las supernovas conforman la primera generación de estrellas.

Los astrónomos han establecido que la Vía Láctea, una pequeña galaxia espiral, posee unos brazos; sin embargo, solo uno alberga la vida. En el brazo de Orión se encuentra la Tierra y el Sol, que es una estrella de tercera generación cuyo tamaño y cuyas características son bastante mediocres. Esta galaxia se encuentra dentro de un clúster local que, a su vez, está conformado por otros 54 conjuntos de estrellas. No obstante, las más próximas a la Vía Láctea son las de Andrómeda y el Triángulo.

El clúster local se encuentra inmerso en un superclúster, que, a su vez, está incluido en la Laniakea (cielos inconmensurables). A su alrededor, y de manera filamentosa, hay supercúmulos de galaxias que funcionan de manera semejante a las conexiones cerebrales. En el centro de cada uno de los conjuntos de estrellas hay por lo menos un agujero negro¹³.

Los agujeros negros son los objetos astronómicos más simples del universo y se caracterizan por enviar señales singulares y, por ende, difíciles de desentrañar. Cabe señalar que una ínfima parte de la materia, la energía y la información logra escapar del campo gravitatorio generado por estas regiones finitas del espacio. Gracias a las matemáticas, descubrieron que había una región en el espacio-tiempo que no absorbía la materia, sino la expulsaba (Penrose, 2010). Conviene mencionar que la física y la astronomía no pueden decir nada al respecto.

Existen ciencias o disciplinas capaces de: primero, captar las señales y los signos y segundo, llevar a cabo una interpretación que supera a las desarrolladas por otras *scientias*. El conocimien-

¹³ En el 2019, los astrónomos pudieron obtener la primera fotografía de un agujero negro.

to siempre acaece a ritmos diferentes y, en consecuencia, surgen un sinnúmero de interpretaciones referentes con las señales y los signos.

En el universo, los signos y las señales conforman un cuarto nivel. En este nacen una serie de cuerpos que se mantienen en un espacio o migran a otros sistemas, por ejemplo: las estrellas. Cuando este fenómeno acaeció, pudieron percibir que a su alrededor se hallaban un sinnúmero de nubes de gases, nubes que son generadas por las estrellas nacientes y las fenecidas durante la explosión. Sin embargo, en torno suyo también orbitaban otros planetas (exoplanetas).

Los estudios referentes con la búsqueda de la vida en el espacio dan lugar al programa de la exobiología. Uno de sus focos de interés son los exoplanetas. En la actualidad, los expertos espaciales refieren que existen 4300 exoplanetas en los 3200 sistemas solares que hay en el universo observable. El telescopio espacial Hubble ha sido determinante en el descubrimiento de los exoplanetas (Fischer y Duerbeck, 1996; Gribbin y Goodwin, 1998). Los cometas y los meteoritos se suman a los cuerpos mencionados con anterioridad.

Algunas de las masas referidas tienen lugar justo en los límites exteriores del sistema solar, es decir, donde se encuentra la Tierra. Aunque son relativamente estables, pueden llegar a desarrollar un comportamiento impredecible y azaroso, debido a que transitan el espacio sin un rumbo fijo y tienen un origen indeterminado¹⁴.

¹⁴ Por ejemplo, los meteoritos y los cometas tienen este tipo de comportamiento en el cinturón de Kuiper.

El universo no solo es un entramado de cuerpos, ya que también está compuesto por sonoridades, luces, gases y catástrofes de distinta índole. Su parte visible es pequeña y casi insignificante. Cabe señalar que los cuerpos no son los principales constituyentes de su realidad. A finales del 2018, los astrónomos descubrieron las ondas gravitacionales, es decir, las arrugas en el espacio-tiempo. Estas fueron originadas por los violentos procesos energéticos que acaecen en el cosmos (los agujeros negros, las explosiones de supernovas, los choques entre galaxias, etc.)¹⁵.

Las dinámicas, los fenómenos y los comportamientos referidos son portadores de señales y de signos. Estos interactúan entre sí, debido a que establecieron sus propios sistemas de comunicación. La entropía es la forma más rápida y generalizada para hablar de lo que estos comportan, pues permite que se desarrolle una comprensión más profunda de su organización, de sus cambios y de sus propiedades¹⁶.

De acuerdo con lo anterior, el universo es el resultado de procesos semióticos colosales. Estos se encuentran entretrejidos de forma aleatoria y, además, poseen unas lógicas locales que han llegado a ser desentrañadas de manera parcial. Al fin y al cabo, la cosmología es una rama de la astronomía que surgió a penas en 1964 (Panek, 2011).

La física cuántica no solo hizo contribuciones valiosas, sino que también se negó a discriminar algún periodo de su historia. En

¹⁵ El comportamiento del universo es ondulatorio, sin embargo, también puede caracterizarse por crear relaciones entre los cuerpos, según lo expuso Newton. En el proceso evolutivo no hay nada permanente, estable e inalterable.

¹⁶ Según la biosemiótica, este concepto se queda bastante corto.

1951, los aportes de Bohm y Feynman fueron decisivos. Cuando los físicos ahondaron en estos acontecimientos, descubrieron el entrelazamiento, la idea originaria de las variables ocultas, el desarrollo de la criptografía cuántica, la teleportación y las investigaciones acerca de los fenómenos de tunelamiento. Cabe señalar que en estos trabajos investigativos se incluyeron los estudios más recientes sobre el desarrollo de la computación cuántica y la no localidad.

Los hilos conductores de estos dos grandes periodos, aun con sus particularidades, son el fenómeno de la luz y la información. Por esta razón, han llegado a comprender el universo y la realidad a partir del fotón, de la interacción de un fotón consigo mismo, del descubrimiento de las ondículas y de los fenómenos de la información cuántica¹⁷. Según (2018c), estos fenómenos son coherentes en un principio. Es decir, la coherencia colapsa y tiene los siguientes efectos: el desfallecimiento del mundo clásico y la emergencia de la decoherencia cuántica.

En pocas palabras, los lectores están ante la emergencia, el cruce y el refuerzo de los procesos semióticos. Cabe señalar que este último es negativo y positivo a la vez. La realidad, en general, no es un texto claro ni evidente; antes bien, es un tejido de señales, mensajes y signos, un tejido que se están configurando y redefiniendo incesantemente. Estos demandan mucha lectura, una buena interpretación y unos procesos de codificación, decodificación y recodificación.

¹⁷ Las partículas adoptan el comportamiento de las ondas y las ondas el de las partículas. Cuando descubrieron estos fenómenos, los expertos pudieron comprender lo que realmente ocurría en el universo.

De acuerdo con la teoría estándar, el universo tuvo un comienzo y, por ende, puede tener un final. A lo largo de la historia han surgido explicaciones que buscaban calcular cuál era su edad exacta; sin embargo, no fue hasta el 2001 que la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) determinó que este tenía aproximadamente 13 800 millones de años. Según las teorías científicas que se centraron en su origen y en su evolución, el cosmos tuvo una inflación fantástica durante los primeros tres minutos de vida. En suma, esta es la carta de presentación de la cosmología y del modelo estándar del universo¹⁸.

En las últimas décadas, los científicos han desarrollado explicaciones novedosas a partir de una serie de ilustraciones. A diferencia de la ciencia moderna, la teoría inflacionaria del Big bang no está fundamentada en la observación ni en la descripción. Antes bien, es el resultado de un robusto aparato matemático.

Según Randall (2011), la idea de que existen otros universos se encuentra fundamentada en el plano teórico y en el matemático. Hay serios indicios de su existencia, por ejemplo: la energía oscura, la materia oscura, los agujeros negros y blancos, la teoría de branas y de M-branas, etc. Estos suministran signos que constatan la inexistencia de universos paralelos u ocultos.

La estructura semiótica se caracteriza por trabajar con signos y con señales de carácter abierto y relacional. A causa de estos atributos, los signos y las señales son interpretados de manera constante. Es posible hacer buena ciencia con base en indicios, señales, signos y mensajes. Como se aprecia en el caso de los sistemas vivos, la semiosis coincide con el aprendizaje y con la

¹⁸ Pese a ser un modelo estándar, cambia constantemente.

adaptación, debido a su apertura e indeterminación. En suma, la naturaleza es contextual¹⁹.

La idea de una semiosis del universo, es decir, de los procesos semióticos en los sistemas no vivos comporta dos concepciones que es preciso subrayar con claridad. En la primera plantean que existe y es posible una física de los procesos no materiales. Esta física no suprime ni relega a la física de los cuerpos y las energías; antes bien, la hace parte de los modelos particulares. En la segunda proponen que el universo semiótico coincide con la admisión del carácter abierto, indeterminado e incierto de las ciencias de la complejidad (*unbestimmtheit*)²⁰.

La interfaz, si cabe la expresión, entre el universo que habitamos y los que aún desconocemos está constituida por rasgos semióticos, es decir, por signos, señales, códigos y mensajes. Todo el trabajo estriba en: primero, hacer una adecuada lectura e interpretación de los mismos y segundo, traducir el lenguaje semiótico y matemático al de la física, la química, la biología y, finalmente, al de las ciencias sociales y humanas. Por supuesto, no deben dejarse de lado los empleados por las artes (música, poesía, literatura, etc.). Cabe señalar que no hay normas ni directrices para la traducción, pues los procesos semióticos se transmiten a otros campos sin un orden preestablecido.

La existencia de otros universos pone de manifiesto que hay unas partituras de los signos, signos que son disímiles a los conocidos en la actualidad. Sin embargo, estas partituras no han

¹⁹ Esta es una idea completamente distinta a la que sostiene toda la tradición occidental.

²⁰ Esta surge a partir de las contribuciones de Heisenberg.

sido escritas previamente, es decir, son el resultado de unos procesos de desenvolvimiento continuo, procesos que se llevan a cabo en espacios variopintos y, además, de formas diferentes²¹.

La ciencia, así como la filosofía, consiste en leer, interpretar y traducir un lenguaje a otros. La sabiduría surge a partir del reconocimiento de numerosos sistemas semióticos. Además, su origen está subordinado a las traducciones, que tienen ciertas restricciones. Estos sistemas de signos pueden ser verbales o escritos. Muchos acaecen en escalas y en niveles diferentes, por ejemplo: la música, la simbología, la poesía, el silencio, etc. Al fin y al cabo, el mutismo, que también compone a la música, no apunta hacia lo inefable. El silencio puede ser traducido e interpretado por los sentidos como: ausencia²².

En verdad, el silencio y la ausencia apuntan al vacío. A diferencia de la ciencia, la cultura y la filosofía de corte representacional, figurativo, lingüístico, predicativo y proposicional, la biosemiótica tiene un amplio conocimiento sobre estos. Por ende, puede interactuar con los dos. De tal suerte que el cruce entre la cosmología, la física del vacío y la biosemiótica amplía enormemente el espectro de comprensiones y explicaciones. La facultad que emerge, es la sabiduría²³. Este es un aspecto que no aparece en los textos sobre biosemiótica o complejidad.

²¹ La topología tiene como objetivo estudiar las transformaciones de estos espacios o formas.

²² La ausencia posee una estructura semiótica, así como el silencio, el cero y el vacío.

²³ Véase “De la ciencia lenta al pensar: el horizonte de la sabiduría”.

6

La epigenética y sus cruces con la biosemiótica

Desde el punto de vista de las ciencias de la complejidad, la epigenética se ha constituido en uno de los desarrollos más importantes de la ciencia de punta. En efecto, esta pone de manifiesto que no existe la naturaleza ni la cultura, ya que son lo mismo. La epigenética cumple un papel fundamental en la biosemiótica, debido a que está relacionada con los procesos semióticos que llevan a cabo los sistemas vivos y los no vivos. Es un aspecto que cautivó el interés de Hoffmeyer y Kauffman.

El *locus* de la epigenética es la célula con núcleo mitocondrial; por consiguiente, ocurre en los seres humanos, los animales y las plantas (Jablonka et al., 2005). Pese a que sus antecedentes se remontan a los trabajos pioneros de Waddington, la epigenética nació alrededor del 2005. Cabe señalar que su desarrollo ha sido vertiginoso.

Es necesario que se consideren algunos aspectos técnicos, pues, de lo contrario, sería imposible llegar a entender de qué se trata la epigenética. Pese a su espíritu reduccionista, la biología molecular descubrió el código de la vida. El resultado de este hallazgo fue el Proyecto Genoma Humano (PGH), que concluyó en el 2003. Cuando descifraron el ADN, los científicos pudieron: primero, escribir sobre dicho código y segundo, crear códigos artificiales. Lo anterior no solo permitió que surgiera la proteómica, sino también que se llevaran a cabo desarrollos interesantes, por ejemplo: la medicina de precisión, la medicina transpersonal, los tratamientos especializados, que cada vez son más democratizados, etc. Cabe señalar que también les confirió la capacidad para escribir genes sintéticos (biología sintética) y concebir programas, que fueron el sustrato de algunas formas sintéticas o artificiales de la vida.

Pues bien, el ADN contiene información consustancial a la vida. Esta se vehicula a través de cuatro bases nitrogenadas: adenina, citosina, timina y guanina. Las proteínas conforman el fenotipo molecular, es decir, el conjunto de características bioquímicas de un organismo (De Rosnay, 2019). En otras palabras, los genes contienen información inmanente a la vida, mientras que las enzimas y las proteínas son las encargadas de poner en marca dicha información. El ADN es una estructura filamentosa que se enrosca alrededor de las histonas²⁴, las histonas son determinantes en la cromatina, que es una estructura compuesta por: moléculas de ADN, RNA y proteínas. Las cromatinas participan en la construcción de los cromosomas.

Las células humanas poseen 22 pares de cromosomas autosómicos y un par de cromosomas sexuales: X y Y. Los hombres tienen un cromosoma X y Y, mientras que las mujeres tienen dos X. La mecánica genética es intervenida, si cabe la palabra, por el RNA interferente. Este RNA opera a través de varios mecanismos, aunque los más estudiados y comprobados son: los procesos de metilación y de acetilación. Ambos procesos están en la capacidad de activar o inactivar los genes y las histonas. El resultado final consiste en identificar dos tipos de ADN: el codificado y el no codificado. En ocasiones, han denominado al DNA no codificado como DNA basura, debido a que no puede producir proteínas. Por su parte, el PGH puso en evidencia que el DNA basura comprendía cerca del 98 % del DNA humano. En consecuencia, solo el 2 % es codificante. Actualmente, no se sabe mucho acerca de la función que desempeña el DNA no codificante.

²⁴ Estas se encuentran en el núcleo celular.

Pues bien, el DNA no codificante desempeña un papel en la regulación génica. En estos procesos celulares tiene lugar la epigenética. El epigenoma, que es un conjunto de genes, siempre está en contacto con el ADN. Cabe señalar que se encarga de determinar las modificaciones epigenéticas que circulan por todo el cuerpo y activan o inactivan, así como los interruptores químicos, la expresión de los genes. Esta interrupción acaece a través de los procesos de acetilación y de metilación. Por su parte, ambos procesos permiten que se originen algunos factores, tales como: la transcripción y la acetilación, la cual aumenta la expresión génica mientras inhibe la metilación.

La cultura reduce o activa las experiencias incorporadas en los genes (epigenética), por ejemplo: las alegrías, los temores, el estrés, el hambre, el amor, la desilusión, las fantasías, las ilusiones, las preferencias, los gustos o las aversiones. El ADN lleva hacia el RNA procesos de transcripción y, por su parte, el RNA dirige los procesos de transducción hacia las proteínas.

En otras palabras, la genética clásica le imprime cierto determinismo a la vida, determinismo que se expresa, por ejemplo, a través de la salud y la enfermedad. Esta plantea que puede haber factores dominantes o recesivos. La epigenética establece que la existencia es el resultado de tres factores: los metabólicos, los funcionales y los epigenéticos (Moore, 2017). Los seres humanos transmiten genes y experiencias, es decir, no solo heredan. Los genes siempre interactúan con el ambiente, que, a su vez, los influye y estimula. La variabilidad genética no solo se origina por mutaciones en el DNA, ya que han descubierto que también las propician las modificaciones epigenéticas.

Para el 2005, los científicos ya sabían que los *Homo sapiens* les transmitían sus experiencias e información genética a

las tres generaciones subsecuentes. En el 2020 descubrieron que los seres humanos se las sucedían a las ocho generaciones posteriores. Cabe señalar que este proceso dura alrededor de un siglo y medio. Es probable que revelen una cifra diferente en un presente inmediato.

La actividad de los genes está sujeta a mecanismos de regulación, tales como: los de activación e inhibición. La forma como vivimos incide en el genoma, que, a su vez, tiene efectos en la reproducción sexual²⁵. En este punto surge el meollo sobre el saber vivir bien o llevar una vida plena.

La epigenética estudia los mecanismos de activación e inhibición de los genes. Estos acaecen a través de los comportamientos, el entorno y las influencias genéticas. Es imperativo mencionar que las modificaciones de activación e inhibición pueden ser reversibles. La epigenética acaba con la idea de un determinismo social y cultural. La vida es un complejo entramado de interacciones naturales y culturales. Su mérito consiste en alejar a los individuos del dualismo entre la cultura y la naturaleza²⁶. Por esta razón, la epigenética puede ser denominada como una de las ciencias de la complejidad²⁷.

Ahora, ¿en qué consisten estas consideraciones, que son bastante técnicas y, por ende, solo cautivan el interés de los biólogos y los genetistas? De acuerdo con lo mencionado párrafos atrás, los procesos informacionales y comunicacionales se inmiscuyen en todo lo que existe. Por su parte, la biosemiótica concibe

²⁵ La reproducción sexual es una síntesis biológica y experiencial.

²⁶ La cultura y la naturaleza son un mismo proceso.

²⁷ Véase “Epigenetics and/as Complexity”.

de manera general: i) los diferentes tipos de señales, signos y mensajes; ii) los procesos de interpretación; y iii) los fenómenos referentes con el procesamiento de la información (transducción, transcripción y lectura).

Los señalamientos sobre la epigenética permiten que se haga la siguiente precisión: los signos y las señales se caracterizan por ser múltiples, polisémicos, polifónicos y cromáticos. De ahí que no exista un único sistema de señales, un código específico o una manera singular de leer, interpretar y producir signos. Antes bien, los sistemas son numerosos, adaptativos y evolutivos. La trama de la vida y del universo está conformada por un sinfín de códigos, mensajes, señales y signos, que no solo se complementan, superponen, alternan y chocan, sino que también se corrigen. Para concluir, en la naturaleza no existe una *lingua franca*.

Lo anterior es un fenómeno humano, y sus efectos no siempre son positivos. Más exactamente, en la naturaleza no existen: lenguajes menores o mayores, idiomas oficiales o no oficiales, lenguajes más o menos expresivos. Por el contrario, el universo, la naturaleza, el mundo y la sociedad son escritos mediante lenguas vivas, es decir, cambiantes. La idea de un lenguaje fijo es un total contrasentido. La naturaleza es rica, a causa de su diversidad genética, biológica y cultural. De ahí que no pueda ser entendida si no como polisémica y multiexpresiva. En esta aproximación, la biosemiótica estudia su riqueza y diversidad.

Una consecuencia se desprende de las líneas subsecuentes. Según la biosemiótica, no existe ninguna distinción entre los sistemas vivos y los no vivos. Ambos son, por así decirlo, un continuo vago. De acuerdo con el lenguaje filosófico, la información es más incluyente que la física de los cuerpos materiales y el estudio de los fenómenos energéticos. Esta física se fundamenta

en algo semejante a la metafísica de la naturaleza (en el sentido que le confiere la filosofía del siglo XVIII y XIX). Este concepto establece jerarquías y distinciones entre los rangos y las escalas, etc. Como esta idea no debe ser abandonada a la ligera, el autor la retomará a partir de la metáfora de la música polifónica.

¿La música es una partitura escrita por el compositor o una interpretación llevada a cabo por el director y los músicos?, ¿el deleite de un melómano no se acrecienta cuando compila, compara y disfruta de un sinnúmero de interpretaciones? Dos casos conspicuos merecen un lugar privilegiado en el cruce entre la música, la partitura y la interpretación. Sin duda, se trata de Glenn Gould y Friedrich Gulda, cuya genialidad y excentricidad es profusa (Carpenter, 2017).

Los interrogantes planteados son una analogía. Este procedimiento lingüístico se emplea, a fin de lograr una mayor comprensión de la biosemiótica y de la complejidad del mundo y la naturaleza. Por ejemplo, los científicos y los filósofos son expertos en un sistema de códigos y la educación fue diseñada para que los alumnos cultivaran alguna especialidad, que también posee un metalenguaje. Las ciencias han hecho que el mundo se lea con base en unos códigos específicos. Lo anterior depende de factores que, usualmente, son extracientíficos. En efecto, muchos creen que el universo, así como la naturaleza y el mundo, tiene un sistema de signos y de reglas. Cabe señalar que, cuando un signo hace posible la emergencia de otros, es excelso.

Hay un centenar de motivos extracientíficos, sin embargo, los que más se destacan son: el interés por una ciencia, un modelo o una explicación determinada y el miedo a que otros códigos y modelos resulten ser mejores o contraproducentes para el *statu quo*. Dicho de manera escueta, un modelo explicativo es pree-

minente gracias a las circunstancias extracientíficas, y no a las situaciones intracientíficas. Según Lakatos, la idea que subyace a esta consideración traza una distinción sutil entre la historia externa de la ciencia y su historia interna²⁸.

La complejidad de las preguntas formuladas pone en evidencia que: primero, la música es la partitura que el compositor escribió. En algunos casos, ellos dirigen la obra o son meros espectadores; segundo, el director de la orquesta le imprime un acento y una atmósfera singular a la partitura escrita. Algunas interpretaciones son icónicas gracias a las direcciones orquestales. Herbert von Karajan fue un director y un artista prolífico, así como Gustavo Dudamel. Sin embargo, no hay que dejar de lado a Gulda, quien tenía un estilo excéntrico y, además, interpretaba el piano; y tercero, en la historia de la música pueden hallarse interpretaciones bastante particulares. Por ejemplo, Bach y Gould tocaban el piano de manera sublime, aunque Glenn tarareaba mientras lo hacía.

Un melómano es capaz de distinguir estos planos y matices. En otras palabras, es un *connoisseur* (no es lo mismo que conocedor). Esta analogía también hace manifiesto que existen diferentes códigos o sistemas de códigos. Cuando un individuo posee una sensibilidad refinada y una inteligencia sensible, desarrolla la capacidad para reconocer una amplia gama de matices y gradientes de signos.

²⁸ Esta distinción también se conoce como el debate entre el externalismo y el internalismo.

7

Pensamos con dos cerebros

En este apartado se va a considerar la forma cómo los seres humanos piensan el universo biosemiótico. En la última década han emergido una serie de aportes notables, aportes que vienen ampliando la comprensión sobre los factores que constituyen el sistema de pensamiento y de conocimiento. Esta ampliación hace manifiesta la parcialidad de las antiguas concepciones y, por ende, su falta de legitimidad.

La historia de Occidente se caracteriza por ser logocéntrica. El surgimiento del *logos*, que, en un principio, designó tres cosas a la vez: la razón, la palabra y el número, coincide con el nacimiento de Occidente, el inicio del período clásico en la antigua Grecia y la superación del período arcaico. En la Grecia arcaica predominaba el *nous* o la intuición. Para los presocráticos, Anaxágoras fue el epítome del *nous*. En el marco de la filosofía fenomenológica, Edmund Husserl consiguió que la intuición recobrar su importancia al hablar sobre los actos noéticos, el *noema* y la *noesis*.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, esta historia también adoptó una postura encéfalo-céntrica. Algunos llegaron a afirmar que: primero, el cerebro era el órgano más complejo del universo y segundo, el cosmos se observaba y se conocía a sí mismo a través del encéfalo. En la actualidad, la medicina sigue considerando la muerte como la pérdida permanente de la actividad cerebral.

Por otra parte, esta historia se olvidó de varias cosas: primero, el cerebro no existe al margen del cuerpo; segundo, los seres humanos son, en realidad, un sistema de sistemas; tercero, el organismo funciona de manera semejante a una orquesta sinfónica y cuarto, la vida es el resultado de un magnífico complejo de relojes, los cuales trabajan simultáneamente, aunque, en oca-

siones, se presenten asincronías y heterocronías sorprendentes. Hay un sinnúmero de relojes, pero los que más se destacan son: el genético, el químico, el molecular, el inmunológico, el endocrino, el sexual, el social, el biográfico, el histórico, etc. La salud, así como la vida, depende de su sincronía. Cuando uno se impone sobre los demás, los individuos pueden comenzar a sufrir, estresarse, enfermarse e incluso morir.

El cerebro, que se encuentra al lado del sistema nervioso periférico, no es un órgano, sino una glándula enorme. De ahí que desempeñe la misma función que las demás: secretar impulsos eléctricos y químicos. Ahora bien, un impulso químico es un impulso eléctrico. El cerebro está conformado por otras glándulas. Cabe señalar que los seres humanos dependen, esencialmente, del cerebro y del estómago.

El cerebro humano está compuesto por tres cerebros: el cerebro reptiliano, el sistema límbico y el neocórtex. Sin embargo, el 95 % de las neuronas se encuentra localizado en el reptiliano, es decir, en el tallo cerebral. El neocórtex se encarga del razonamiento, la toma de decisiones y el pensamiento abstracto. Esta región del cerebro fue descubierta hace 200 millones de años (mucho antes de la extinción de los dinosaurios) en la gama más básica de los mamíferos, es decir, en las zarigüeyas, las sabandijas y las musarañas.

Por otra parte, no es verdad que los seres humanos sean racionales. Una gran parte de su existencia transcurre en piloto automático. Algunos *Homo sapiens* se dan a la tarea de resolver ecuaciones cuadráticas, medir entrelazamientos cuánticos, desarrollar medidas de almacenamiento de información (megas, gigas, petas, terabytes, etc.), identificar la apercepción trascendental de Kant, entre otros.

El neocórtex no define la vida humana. Esto confirma que las emociones (sistema límbico), los impulsos, los mecanismos y los automatismos más primarios son los que marcan la existencia de manera contundente. Los *Homo sapiens* no hacen uso de su capacidad racional cuando bajan las escaleras, abren la puerta, saludan a alguien, miran el celular, cruzan la calle, levantan la taza de café, etc. (McCabe, 2014).

El cerebro se divide en dos hemisferios: el derecho y el izquierdo. Los dos están unidos por el *corpus callosum* y, además, se encuentran conformados por más de 100 mil millones de neuronas. El *corpus callosum*, que se encarga de coordinar las funciones de los dos hemisferios, fue descubierto hace 120 mil millones de años en los euterios.

El cerebro de un feto se renueva un 80 % durante el proceso de gestación. En otras palabras, el bebé posee uno cuando está en el vientre materno y otro en el momento en que se enfrenta al mundo exterior. Esto ocurre porque: primero, los factores ambientales hacen que la corteza cerebral cree un sinnúmero de conexiones y, que producen numerosos hitos mentales; segundo, las neuronas empleadas durante su estancia en el saco amniótico resultan innecesarias en un nuevo medio.

Las neuronas mueren por numerosas razones, sin embargo, entre estas se destacan: el uso indiscriminado de drogas, el exceso de alcohol, el estrés crónico, etc. Estas células nerviosas pueden renovarse, aunque la neurogénesis es un proceso bastante demorado. Una neurona tarda 7 años en regenerarse, mientras que las células de la piel o del estómago lo hacen cada 24 horas. El alto consumo de estupefacientes y de bebidas alcohólicas ocasiona la muerte masiva de estas células nerviosas. Por eso, los médicos tienden a concientizar a los jóvenes sobre sus repercusiones en el organismo.

En su versión más generalizada, el encéfalo-centrismo olvida que el cerebro se encuentra vinculado a otros dos sistemas: el endocrino y el inmunológico. El sistema nervioso central conforma una unidad con el sistema endocrino y el sistema inmunológico. Gracias a los tres, los seres humanos surgen, evolucionan y sobreviven. Estos sistemas se relacionan mediante señales de tipo hormonal, neurológico e inmune, así que es imposible separarlos. El organismo está en la capacidad de leer los otros dos tipos de señales y mensajes cuando una no llega o es malinterpretada.

En 1984 descubrieron que los seres humanos poseían dos cerebros: el sistema encefálico y el sistema nervioso entérico (Brierley y Costa, 2018). Este hallazgo produjo un cambio radical en el encéfalo-centrismo²⁹. El cerebro entérico también es conocido como cerebro mesentérico o sistema nervioso mesentérico, sin embargo, la primera expresión es la más conocida hasta la fecha³⁰.

En efecto, los seres humanos piensan con los dos cerebros. Desde el punto de vista morfológico y termodinámico, el sistema encefálico es el segundo cerebro y el sistema nervioso entérico (SNE), el primero. El SNE fue hallado en animales vertebrados e invertebrados³¹. El intestino no funciona sin el SNE (Wood, 2011).

El SNE tiene alrededor de 500 millones de neuronas, neuronas que llevan a cabo más de 20 funciones. Es decir, tiene casi el mismo número de neuronas que la columna vertebral (Furnes, 2006). Ahora bien, la flora intestinal es un elemento esencial para

²⁹ Su historia duró, *grosso modo*, 2500 años.

³⁰ El cerebro entérico posibilita el surgimiento de la neurogastroenterología.

³¹ El SNE se encuentra ubicado en el intestino grueso.

el SNE, debido a que posibilita su funcionamiento. Este conjunto de bacterias vive en el intestino grueso por eso, algunos lo denominan como microbiota intestinal.

En los estudios sobre gastroenterología mencionan que el número de microbios en el intestino es 100 mil veces mayor que el de la población mundial. Todos los individuos poseen una cepa intestinal única. Es decir, ni siquiera los gemelos tienen la misma cepa intestinal (Yong, 2018).

Los seres humanos piensan con el estómago (el intestino grueso y el delgado). Esta porción del sistema digestivo es semejante al *praná*, el *chí* o el *ki*. En el marco de la cultura india, china y japonesa, la energía vital fluye a través del cuerpo humano. Esto pone de manifiesto una coincidencia bastante interesante.

El cerebro entérico se comunica con el sistema encefálico a través del nervio vago izquierdo y el nervio vago derecho. En otras palabras, el estómago le transmite al cerebro sus experiencias. El sistema encefálico se encarga de dirigir las acciones de los individuos. Sin embargo, esto lo hace con ayuda del sistema reptiliano, que también es conocido como límbico o neocórtex. El orden ascendente es un factor determinante para afirmar la vida y garantizarla. En pocas palabras, primero, *sentimos* y luego, *pensamos*. Esta idea exige una observación puntual.

Los seres vivos perciben las emociones cuando uno de sus órganos receptores es estimulado. La sensación táctil no solo les permite captar las cualidades de los objetos, sino también discriminar algunas sensaciones, por ejemplo: el dolor, el frío, el calor y el contacto. A través de las terminaciones nerviosas de la piel, el cuerpo recibe todos los estímulos que le genera el tacto. Para la ciencia tradicional, la piel era el órgano más grande del cuerpo humano. Sin embargo, esta aseveración es completamente errónea.

La piel es, en realidad, una víscera, así como el hígado, los riñones y los intestinos³². El sentido del tacto es sumamente importante para los seres vivos, pues los conecta consigo mismos y con el mundo exterior. La sensación táctil puede desencadenar impresiones y reacciones muy intensas. Gracias a la piel, el cerebro entérico puede hacer que al cuerpo le pasen cosas, es decir, sea vulnerable, abierto, activo, emotivo, etc. (Mayer, 2018).

La recolección y el procesamiento de la información son acciones que acaecen en el intestino grueso, y no en el cerebro. Los intestinos están recubiertos por un sinnúmero de células endocrinas, las cuales segregan veinte tipos de hormonas en el torrente sanguíneo. Por ejemplo, el 95 % de la serotonina se encuentra en los intestinos. Esta hormona incide en el estado de ánimo, el apetito y la digestión; sin embargo, también ayuda a regular los ciclos de sueño y vigilia. Muchos la han denominado como la hormona de la felicidad, que es un estado corpóreo, y no intelectual.

Por otra parte, es imperativo hacer una breve disertación sobre las bacterias, debido a que desempeñan un papel esencial en el cuerpo. Gracias al Proyecto Bacterioma Global (GBP), que inició en el 2013 y concluyó en el 2017, los genetistas y los biólogos lograron establecer que hay 400 tipos de células³³. El 90 % del cuerpo humano está lleno de bacterias, es decir, solo el 10 % son células humanas. En las mucosas, por cada bacteria existen 10 virus. Los animales y las plantas tienen una relación simbió-

³² La piel es semejante a la membrana celular.

³³ Existen, por lo menos, 400 especies de bacterias en el cuerpo humano.

tica con otros microorganismos; de ahí que fueran denominados como holobiontes.

Es probable que, en el futuro, los estudios acerca de los virus, los hongos y los microbios arrojen resultados aún más sorprendentes. Quizás plateen que es mayor la proporción de los microorganismos no humanos o que es menor el porcentaje de las células humanas³⁴. En términos genéticos, los genes microbianos y los humanos, que conforman el hologenoma, constituyen menos del 1 %.

Todos los seres humanos tienen una flora intestinal distinta. La cepa bacteriana es particular en cada individuo, así como su huella dactilar o su complejo de histocompatibilidad, que es el responsable de hacer único al sistema inmunológico. La vida, en verdad, se encuentra fundamentada en una magnífica red de singularidades.

La creencia de que un medioambiente sin gérmenes es saludable se constituye en un craso error. La vida es un tejido complejo, puesto que lo intervienen: los virus, las bacterias, los hongos, los parásitos, las plantas, los animales y los seres humanos. En este punto existe una conexión con la epigenética³⁵.

³⁴ Este tema da lugar a serias reflexiones en las ciencias sociales y humanas. Como se aprecia, son más las cosas que unen a los seres humanos a la naturaleza que las que los distancian. Los interrogantes sobre las particularidades de la especie humana ocasionaron grandes disyuntivas, por ejemplo, algunas vinculaban a los seres humanos con la trama de la vida o el universo.

³⁵ La cultura y la naturaleza se encuentran vinculadas, pese a lo que muchos piensan. Unos de sus ligámenes pueden ser los intestinos.

El cuerpo humano es un sistema ecológico. Por eso, no deberían seguir comprendiéndolo como un agregado de partes o un conjunto de órganos. En otras palabras, no es un organismo, sino un ecosistema. Pues bien, los seres humanos piensan con dos cerebros: el SNE y el sistema encefálico. Este hallazgo pone de manifiesto que existen numerosas señales y signos, que, por lo demás, suscitan algunas emociones, tales como: la felicidad, la tristeza, la satisfacción, etc.

Estos dos cerebros se comunican a través de diversos canales, ya sea de manera simultánea o alternativa. Algunos de estos son: la cortisona, la oxitocina, la dopamina, la serotonina, las endorfinas, los nervios, la sangre, el sistema inmunológico, etc. (Gómez, 2017). A diferencia de la conciencia y de la razón, el sistema inmunitario trabaja todo el tiempo y, además, establece comunicaciones no locales, es decir, cuánticas (Penrose et al., 2011).

En el caso de los organismos vivos, los sistemas de signos y señales son numerosos y variables, por ejemplo: la primera forma de comunicación de la célula bacteriana es el *quorum sensing*. Los *Homo sapiens*, así como todos los seres bióticos de orden superior, poseen un SNE que mantiene una comunicación ininterrumpida con el sistema encefálico. Este hallazgo ha permitido una comprensión más amplia de la naturaleza humana.

La naturaleza humana no solo depende de la microbiota intestinal, sino también del microbioma, que es prácticamente ubicuo en el cuerpo humano. Aunque aparece principalmente en el aparato bucofaríngeo, también puede hallarse en otras partes, tales como: los oídos, la zona genital y anal, las axilas, los dedos y los intestinos.

En algunos ámbitos han introducido el término sentipensante para aludir que los seres humanos no pueden separar las

emociones de la razón³⁶. En los Andes peruanos, los indígenas acuñaron la palabra *chakuchaka*, a fin de manifestar que el alma nunca se divorcia del cuerpo y la razón jamás se distancia del corazón. En resumen, la vida transcurre en un sentir pensando y pensar sintiendo. Aunque muchos estudiosos son aficionados al término ideado por Zambrano, en otras culturas existen voces más elaboradas, voces que no emplean ningún neologismo artificial. A diferencia del griego antiguo y el latín, el quechua es una lengua viva.

En cualquier caso, los sistemas de signos y señales son amplios, variados y tienen formas que han sido ignoradas por la tradición. La conjunción entre la complejidad y la biosemiótica es cada vez más natural.

³⁶ Este se emplea principalmente en las ciencias humanas.

8

Biosemiótica y complejidad de la vida

Hay líneas de investigación que coinciden con los temas desarrollados en este libro. Algunos de estos enfoques están basados en los paradigmas de la antropología, los estudios animales, la neurofisiología de las plantas, la biología y la física cuántica. Conviene mencionar que los siguientes planteamientos son ilustrativos.

La coincidencia entre la biosemiótica y la complejidad es necesaria, debido a que permite entender y concebir la naturaleza en términos orgánicos u organicistas. Su superposición amplía significativamente las explicaciones de mundo desarrolladas a partir de conceptos antropológicos. La antropología, que es considerada como una de las *scientias* más insignes en el marco de las ciencias sociales, fue designada por Harris, quien es una de sus figuras más emblemáticas, como la ciencia de la cultura.

El nacimiento de la antropología debe atribuírsele al colonialismo. Esta ciencia contribuyó en la expansión del sistema económico y cultural; sin embargo, primero lo hizo en Europa y luego, en Estados Unidos. En la segunda mitad del siglo xx emergió, aunque de forma paulatina, la antropología de lo no humano. En este contexto se desarrollaron los casos que se mencionarán a continuación.

En el libro *How Forests Think. Toward an Anthropology Beyond the Human*, Kohn (2013) manifiesta que las selvas tienen la capacidad de pensar, así como lo seres humanos³⁷. Pese a lo anterior, el antropólogo no indaga en su facultad para pensar — esta idea puede resultarle bastante extraña a quienes se ciñen a las interpretaciones clásicas sobre los procesos cognitivos de corte antropomórfico —, sino en la manera cómo lo hacen.

³⁷ Kohn es profesor en la Universidad de McGill. Actualmente, está realizando un postdoctorado sobre la Amazonía ecuatoriana.

En otras palabras, pensar no es un atributo de los sistemas vivos ni de los *Homo sapiens* —una verdad de Perogrullo a esta altura de la investigación en la ciencia de punta— En este sentido, los seres bióticos y abióticos (bosques, ríos, árboles, nubes, rocas, etc.) son capaces de llevar a cabo procesos cognitivos conscientes. El Amazonas se caracteriza por su biodiversidad, debido a que es la selva más extensa en la Tierra. Cada uno de sus rincones es habitado por un sinnúmero de especies vegetales y animales. Como posee un clima cálido y húmedo, el ecosistema es perfecto para que florezcan plantas exóticas (Victoria amazónica) y, además, se formen animales únicos en su especie (*Sotalia fluviatilis*, *Harpia harpyja*, *Melanosuchus niger*, etc.). De ahí que pueda observarse de manera detallada el desarrollo del pensamiento en los factores bióticos y abióticos.

En el Amazonas pueden identificarse las cualidades tangibles de los signos, por ejemplo: la caída de una rama de palma, los llamados de los animales, el fluir del agua, la puesta del Sol, etc. No obstante, estos no solo reposan en los aspectos, los caracteres y las imágenes mencionadas: “Los signos son más que cosas” (Kohn, 2013, p.33). Cabe señalar que tampoco se encuentran en los cuerpos ni en las mentes. Los signos están vivos y, por ende, producen efectos, este su rasgo más significativo. Los seres humanos, así como la naturaleza, se la pasan interpretándolos. Como se aprecia, la biosemiótica se hace manifiesta en el ámbito biológico³⁸.

En el seno de la Amazonia ecuatoriana, la fenomenología es amplia y profusa. En su superficie (6,7 millones de km²) pue-

³⁸ Kohn oscila entre Peirce y Hoffmeyer para explicar los sistemas de signos.

den escucharse constantemente los gritos de los monos, las corrientes de los ríos, el croar de las ranas, la caída de las hojas de un árbol, el paso sigiloso del jaguar, los cantos y las danzas de los aborígenes, etc. Al respecto, Kohn (2013) expresa: “Signs don’t come from the mind. Rather, it is the other way around. What we call mind, or self, is a product of semiosis” (p. 34)³⁹.

Ahora bien, los signos, las señales y los mensajes no son tangibles, visibles, audibles ni táctiles —esta es una creencia completamente errónea—. Por lo demás, nunca estriban en o apuntan hacia realidades sensoriales. Su naturaleza también puede ser inmaterial. Los signos están compuestos por ausencias, que interpelan con insistencia a los seres humanos y dotan de un significado a su existencia. Es imperioso que las lean e interpreten de una forma adecuada. La vida de los signos se prolonga gracias a los juegos entre las presencias y las ausencias.

Desde el punto de vista semiótico, las totalidades (*wholes*) preceden a las partes. Esto acontece porque *el todo* es pura apertura. En otras palabras, no existen totalidades cerradas. Un trabajo etnográfico cuidadoso podría describir la vida de los signos. Aunque hay estudios muy rigurosos, sus distinciones entre los sistemas vivos y los no vivos suelen ser artificiosas, insignificantes, vacuas, etc. En suma, este es el espectro que ofrece Kohn.

Ahora bien, la comprensión de la semiosis del mundo y de la naturaleza no puede catalogarse como un acto o un proceso cognitivo, reflexivo e intelectual. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se trata de una aproximación mediada por sensacio-

³⁹ “Los signos no provienen de la mente. Lo que llamamos la mente o el yo (*self*) es producto de la semiosis” (Kohn, 2013, p. 34).

nes y sentimientos. Damasio (1999) subrayó su importancia en la creación de la conciencia y en el desarrollo de explicaciones acertadas sobre los fenómenos que acaecen en torno a los *Homo sapiens* y otras especies.

La imaginación desempeña un papel primordial en la aproximación y en la comprensión de la semiosis del universo, de la naturaleza y del mundo. Al fin y al cabo, las cosas más importantes en la existencia no se captan a través de los ojos, sino de la imaginación. Esto se puede apreciar en los estudios animales.

Los estudios animales son interdisciplinarios, es decir, en su desarrollo confluyen ciencias y disciplinas, tales como: la biología, la veterinaria, la etología, la filosofía, la psicología y la literatura. Este ámbito investigativo es reciente, pues emergió hasta finales del siglo xx. Cabe señalar que se ha ampliado y consolidado en los países anglosajones y anglófonos. Además, sus investigaciones se asemejan a los estudios sociales y culturales de diversa índole⁴⁰.

De manera precisa, los animales no solo están vivos, sino que, además, *tienen una vida*⁴¹. Lo anterior puede considerarse como un fundamento absoluto, puesto que descubre un territorio vasto, sugestivo e inexplorado (Gross y Vallely, 2012). El desarrollo de este planteamiento comporta un universo de explicaciones y relacionamientos. Si se quiere entender lo que es tener una vida en el mundo animal, tendrán que establecerse relaciones entre las tramas experienciales de los hombres y de otras especies.

⁴⁰ Los estudios animales son un área del conocimiento que aún no se trabaja en ninguna Universidad latinoamericana.

⁴¹ Lo mismo acontece con otros sistemas vivos, por ejemplo, las plantas.

Las relaciones entre los seres humanos y los animales no son racionales, sino semióticas. Como estos seres orgánicos son sustanciales, deben llevarse a cabo aproximaciones cruzadas, transversales y multidisciplinarias. Gracias a la interacción con los animales, los *Homo sapiens* son conscientes de sí mismos, de su pasado y su condición mortal. Lo apasionante es que hay 8,7 millones de especies en el planeta. En ecología, las dividen en carismáticas y no carismáticas.

No es posible separar a las ciencias sociales y humanas de las ciencias de la vida y del comportamiento (etología, primatología, mirmecología, etc.). Al fin y al cabo, el hombre solo puede aproximarse a las experiencias a través de los ejercicios imaginativos. Estos también son conocidos como: endopatías (*einfihlung*). La siguiente idea debe quedar clara: la división entre la cultura y la naturaleza es insostenible.

Attenborough puso de manifiesto que la cultura también existe entre los animales⁴². Cabe señalar que los investigadores han hecho los siguientes hallazgos: primero, en una manada de elefantes hay espiritualidad; segundo, las aves tienen habilidades matemáticas (base tres y base siete); tercero, los ratones y las ratas se entretienen a través de la danza y el juego; cuarto, los chimpancés crean y usan herramientas, y quinto, los insectos poseen estructuras sociales complejas. Hay ciencias que complementan y ejemplifican este fenómeno, por ejemplo: la mirmecología, la primatología, la etología, los estudios naturales, la entomología, el estudio de las aves, etc.

⁴² Este tema ha sido ampliado y reforzado en numerosas investigaciones.

La cultura no es un rasgo distintivo de los seres humanos. Las investigaciones al respecto son sólidas, sin embargo, se han hecho más amplias y profundas con el paso del tiempo. Actualmente, los estudios no se centran solo en los mamíferos superiores, sino también en las aves y en los insectos. Es sorprendente que este no sea un motivo de reflexión para las ciencias sociales y humanas. El fenómeno de la autoconciencia ha sido observado en las arañas y en los peces (Godfrey-Smith, 2020).

Los investigadores han llegado a entender el mundo a través de la cohabitación, y no de las comprensiones o explicaciones. Es decir, hay procesos que llevan a los *Homo sapiens* a compartir con otras especies sus hábitats, sus recursos y sus experiencias, etc. Sin ambages, los animales también complejizan el mundo, y, al hacerlo, lo trasmutan en un hermoso oxímoron.

Por esta razón, es preciso hablar acerca del reino Plantae y de la neurofisiología de las plantas. Los seres autótrofos y fotosintéticos son, en realidad, un colectivo vivo. A diferencia de los seres humanos y los animales, poseen una arquitectura, una anatomía o una estructura modular. La interacción entre las plantas determina la estructura y la composición de una comunidad vegetal.

Según la terminología descriptiva, las plantas se dividen en dos grupos: primero, lo que los seres humanos ven de la superficie del suelo hacia arriba y segundo, la parte que no se ve y está bajo tierra. Pues bien, la más importante, si cabe la expresión, es la imperceptible, que se integra a la rizosfera. Cabe señalar que, cuando un lenguaje es próximo a la complejidad, no deja al margen los fenómenos y los procesos rizomáticos.

Las plantas constituyen alrededor del 97 % de la biomasa del planeta —del 3% restante, más de un 2% son insectos (artrópodos)—. En términos de la biomasa, los seres humanos son

insignificantes, dado que ocupan solo el 0,06 % de la biomasa de la biosfera. Desde el punto de vista biológico, evolutivo y ecológico, esta aseveración debería suscitar una serie de interrogantes³.

Los seres autótrofos y fotosintéticos tienen, por lo menos, 20 sentidos. Cabe señalar que estos les permiten: medir la humedad de un terreno, determinar la calidad del aire, detectar la gravedad y los campos electromagnéticos, reconocer y calcular las sustancias químicas presentes en el aire o en la tierra, entre otros (Mancuso y Viola, 2015).

Las plantas constituyen el primer peldaño de la cadena trófica. Desde el punto de vista biogeoquímico, gracias al proceso fotosintético, hacen posible y sostenible la vida en el planeta. La fotosíntesis también les permite: controlar el efecto invernadero y los cambios climáticos, convertir el CO₂ de la atmósfera en oxígeno, etc. Por consiguiente, vale la pena estudiarlas y comprenderlas.

Tradicionalmente, la botánica se centró en el estudio de las plantas. Cabe señalar que, pese a su importancia, esta ciencia fue subvalorada por la comunidad científica. Algunos botánicos recibieron el Premio Nobel en fisiología y medicina. Sin embargo, sus investigaciones fueron tenidas en cuenta porque estaban escritas en un lenguaje médico y fisiológico. En la investigación de punta, la botánica le cedió su lugar a la neurofisiología de las plantas.

La neurofisiología de las plantas sostiene que: los seres autótrofos y fotosintéticos tienen el cerebro en las puntas de las raíces (caliptra). Este órgano fija las plantas al suelo, a fin de que

⁴³ Las plantas no tienen ojos, pero pueden ver; no poseen pies y, aun así, se desplazan; carecen de estómago y, sin embargo, digieren la comida, etc.

puedan: almacenar el alimento, relacionarse con otras especies (hongos, parásitos, etc.), absorber el agua y las sales minerales, etc. Lo anterior es semejante a la sinapsis neuronal, que tiene lugar en el cerebro humano.

Las religiones abrahámicas o del desierto desconocen que las plantas son relevantes para los seres humanos y el tejido de la vida. Los pueblos amerindios, por el contrario, se interesaron en estos seres autótrofos y fotosintéticos. Por eso, se especializaron en distintas especies vegetales. Algo semejante acaeció tanto en la India como en África.

En las plantas, los sistemas de comunicación se encuentran constituidos por cinco tipos de señales: feromonas, kairomonas, alomonas, atrayentes y repelentes (Baluska et al., 2006). Cabe mencionar que sus sistemas de comunicación son químicos (quimotaxis), así como los de otros sistemas vivos.

Las señales químicas se dividen en dos grupos, así: las hormonas, que son sustancias químicas segregadas por células especializadas, y los semioquímicos, que son sustancias químicas emitidas por un organismo. Las señales semioquímicas se dividen, a su vez, en: feromonas (intraespecíficas) y aleloquímicos (interespecíficos).

De acuerdo con lo anterior, el universo semiótico comprende múltiples alfabetos. La naturaleza no habla solo un lenguaje o idioma. Algo semejante acontece con el idioma japonés, pues se encuentra compuesto por tres abecedarios: el kanji, el hiragana y el katakana. En el plano computacional, el lenguaje ecuménico es el binario⁴⁴. En las ciencias de la vida y de la salud, el idioma

⁴⁴ G. Boole fue el arquitecto de la revolución digital.

universal es el químico. El tema que emerge, consecuentemente, es el de la hipercomputación biológica (Maldonado, 2016).

Lo que diferencia a las plantas de los animales y de los seres humanos es su lentitud (Mancuso, 2019). Lo más interesante es que, gracias a esta circunstancia, logran resolver los problemas a los cuales se enfrentan. Los *Homo sapiens*, así como los animales, tienden a huir cuando hay problemas. Cabe señalar que existen muchísimas vías de escape o evasión, por ejemplo: los mecanismos de racionalización, sublimación, desplazamiento y transferencia. En la psicología abundan los estudios al respecto.

Pues bien, las plantas resuelven los problemas a través de los procesos de metabolización. La enseñanza que se desprende de esta afirmación es la siguiente: si en la solución no se incluyen los procesos de metabolización, el problema no quedará resuelto por completo. Es probable que el este aparezca después o que se presenten otros similares.

En suma, los animales y los seres humanos son reactivos ante los problemas. A diferencia de estos sistemas vivos, las plantas logran resolverlos al metabolizar sus dinámicas y sus contextos. Este hecho le sirve de lección a toda la trama de la biosfera. Es preciso mencionar que los procesos de metabolización son diversos (respiración, aletargamiento, latencia, etc.).

La inteligencia de las plantas ha permitido que los seres humanos contemplen nuevas perspectivas de aprendizaje (Mancuso, 2017). Es necesario que se modifiquen por completo cuando son de corte antropomórfico, antropocéntrico y antropológico. Estos cambios serán benéficos para los *Homo sapiens*, ya que les proporcionará un mayor conocimiento de sí mismos, de su lugar en la naturaleza y de la valía de sus interacciones con ella. Como es sabido, el aprendizaje es la *conditio sine qua non* de la adapta-

ción. Cuando una especie o un organismo se rehúsa a aprender, se vuelve endémico y, además, entra en peligro de extinción. En conclusión, la biosemiótica y la complejidad comportan un saber, no solo explicaciones y comprensiones.

En el 2006, Conway y Kochen publicaron *El teorema del libre albedrío*⁴⁵. En febrero de 2009, los matemáticos decidieron escribir un comentario sobre el paper original. Su tesis era la siguiente: los investigadores son libres de orientar el aparato de medición de una partícula —el debate de Copenhague se centró durante 80 años (1913-1993) en un problema que abarcaba este asunto—. Entonces, la respuesta de una partícula no está determinada por la historia del universo. Las partículas subatómicas, que también son conocidas como función de onda, se caracterizan por ser libres, indeterminadas y aleatorias. En otras palabras, la libertad no es solo un atributo de los seres humanos. Para la escala cuántica o subatómica, esto es un hecho. En suma, lo expuesto es un argumento completamente radical.

La tesis de Conway y Kochen está en contra de cualquier tipo de determinismo. La razón básica consiste en el hecho de que la física clásica (newtoniana) fue superada por la física cuántica como la mejor teoría. La física cuántica se convirtió en el soporte de las investigaciones que tienen por objeto comprender la realidad, el universo, el mundo y los fenómenos naturales. En otras palabras, es imposible desarrollar explicaciones si no se

⁴⁵ Conway fue un matemático prolífico. Algunos lo consideran como un investigador destacado en numerosos campos. Este galardón se lo ganó, debido a sus contribuciones en las asimetrías llamadas “monstruo”. Kochen también fue un matemático e informático notable. Sus investigaciones se centraron en la mecánica cuántica y la teoría de números.

tienen conocimientos básicos, pero sólidos, en física cuántica y mecánica cuántica. De lo anterior puede concluirse que no es la física cuántica, sino el mundo el que es no determinista.

Los fenómenos se indeterminan al pensar en términos cuánticos. Esta idea coincide perfectamente con lo mejor de las ciencias de la complejidad. Sin embargo, hay que hacer la siguiente salvedad: la física cuántica también supera al modelo relativista de la realidad (Conway y Kochen, 2006)⁴⁶.

Las conclusiones de Conway y Kochen son importantes, pues relieván que no existen diferencias entre la filosofía y la ciencia. El teorema en mención tiene un valor científico y filosófico. Cabe señalar que Descartes y Kant proveen las herramientas para superar este dualismo tan falso y pernicioso.

El teorema del libre albedrío ha logrado que los investigadores comiencen a pensar en términos científicos y filosóficos. Sin duda, es un aspecto que coincide con el siguiente señalamiento: los seres humanos pueden razonar de manera semejante a la naturaleza. En este caso, como el fotón o la partícula, que es medida en el experimento físico, a fin de explicar su comportamiento cuántico. La libertad es un tema que desborda a los seres humanos. Sus raíces se encuentran en las partículas elementales que componen el universo y la realidad. La libertad humana es la expresión de una libertad más originaria, profunda y radical.

La conclusión más elemental, ya sea a título de metáfora o de analogía, es que es posible pensar como la naturaleza y, consiguientemente, vivir acorde con ella. Aunque suena fácil, es

⁴⁶ El teorema del libre albedrío se funda en tres axiomas. En este texto no se ahondará en el tema, así que, si el lector quiere saber más, tendrá que consultar el *paper*.

muy difícil de llevar a cabo. Pensar como la naturaleza implica reconocer que no hay un único sistema de códigos —este acto requiere de una inteligencia superior—. Sin embargo, también debe admitirse que los códigos y los mensajes más importantes no son de origen ni de naturaleza humana.

La inteligencia biológica es más profunda que la inteligencia humana. El picaporte, por así decirlo, que le abre las puertas a la inteligencia biológica es la biosemiótica. En este caso, las puertas vendrían siendo las ciencias de la complejidad. No existen puertas sin aldabas o picaportes, así que ambos constituyen una unidad férrea.

9

Los errores

La emergencia de las señales y de los signos no siempre es necesaria. Además, en ocasiones, son leídos de manera incorrecta. Esto tiende a ocurrir tanto en los sistemas vivos como en el universo. A causa de lo anterior, surgen errores de mensajería, intención, lectura e interpretación. Usualmente, los equívocos desencadenan eventos catastróficos. A continuación, se ilustrará el marco general de las circunstancias mencionadas líneas atrás.

La información genética no siempre sucede entre los cuatro pares de genes. La acción del uracilo (U) pone en evidencia que las anomalías aparecen de manera ocasional. Los avances de la genética y de la genómica han expuesto que existen mutaciones a nivel social. Las anomalías alteran el decurso normal o tendencial de un proceso evolutivo. Nunca se sabe cuándo o con qué intensidad aparecerán, así como acontece con los movimientos telúricos y los terremotos.

Las enfermedades autoinmunes representan uno de los mayores desafíos para las ciencias de la salud y de la vida —estas son la verdadera caja negra de la medicina, y no las enfermedades raras o huérfanas—. En ocasiones, el organismo humano no lee correctamente los procesos enzimáticos, endocrinos e inmunológicos. Esto desencadena una serie de reacciones adversas —que van contra natura, es decir, se contraponen a la idea del *conatus*—. Las enfermedades metabólicas pueden situarse en la misma longitud de onda.

En el plano ecológico, las relaciones entre las especies no pueden explicarse con base en las ecuaciones de Lotka-Volterra⁴⁷. Las anomalías son poco frecuentes en la economía de las especies

⁴⁷ También son conocidas como ecuaciones predador-presa.

y la biodiversidad, así como en las interacciones entre la presa y el predador. Es importante mencionar que el predador no siempre logra su cometido. Un sinnúmero de videos y estudios lo corroboran. Por ejemplo, hay predadores que adoptan a sus presas cuando son muy pequeñas o recién nacidas. A veces, la naturaleza hace excepciones.

La biología es un medio idóneo para aprender aún más sobre estas excepciones, que se pueden presentar en cualquier fenómeno, sistema, especie o ecosistema. La física no sabe nada al respecto, así como las ciencias sociales y humanas, que están fundadas en un modelo físico o fisicalista.

Pues bien, la lógica de la teoría de juegos se basa en la cooperación, es decir, en la solidaridad, la gratuidad, la amistad, la compasión, etc. Estos sentimientos no son una regla en la sociedad. Antes bien, en los colectivos prevalecen otro tipo de afectos, tales como: el egoísmo, el individualismo, el odio, la envidia, etc.

El *momentum* de la teoría de juegos consiste en hacer que la cooperación sea posible, es decir, en lograr que la vida social alcance un equilibrio. Este es el tema central de los estudios más destacados en la teoría de juegos, por ejemplo: los de Nash.

Exactamente, en este marco, Arrow desarrolló su famoso teorema —en el cual demuestra que un sistema democrático es incapaz de resolver simultáneamente cinco condiciones o postulados—. De acuerdo con lo anterior, una sociedad individualista no es más que un error sistemático y extendido en el tiempo. Como conclusión, la ética es inviable, y, en el mejor de los casos, se asemeja a la ciencia ficción.

A título especulativo, también podría decirse lo mismo con respecto a los comportamientos de los cuerpos en las galaxias, las interacciones entre las partículas subatómicas y los ciclos bio-

geoquímicos en la naturaleza. Sin duda, la idea de base es que la necesidad no es la reina absoluta en ningún plano de la realidad.

El error aleatorio, contingente y azaroso. Desde el punto de vista epistémico, psicológico y emocional, esto representa un desafío colosal para la mayoría de los seres humanos. Los *Homo sapiens* necesitan creer que todo sucede por alguna razón, aun cuando la desconozcan. Prefieren admitir las malas explicaciones a no tener ninguna. La biosemiótica sirve como pantalla de protección contra un equívoco semejante. El problema de la aleatoriedad es el punto de apoyo arquimédico de las ciencias de la complejidad.

La vida es la acción de los signos (Emmeche y Kull, 2011). En ocasiones, los seres vivos los usan y los interpretan de forma errónea. Cabe señalar que estos errores son involuntarios. La aleatoriedad y la contingencia no pueden ser descartadas de la economía del universo. En principio, no hay ningún impedimento para que una señal se produzca por razones que cabía anticipar.

En los espacios de fase, el error es una posibilidad. Es decir, de lo que se trata aquí es de evitar el reduccionismo —esta postura epistemológica consiste en creer que todo acontece con base en leyes, constantes, regularidades y otros fenómenos semejantes—. Una biosemiótica inteligente se opone contra cualquier tipo de reduccionismo. En este caso, la tarea consiste en estudiar los escenarios donde se producen los errores y los procesos de significación aleatorios.

10

Un problema: la complejidad creciente

Los sistemas complejos no son simple y llanamente complejos, es decir, no solo existe “la complejidad” —en referencia con el pensamiento complejo, las ciencias de la complejidad y el pensamiento sistémico—. Es preciso hablar sobre los sistemas de complejidad creciente, que tienen capacidades de procesamiento mucho más complejas. Estos pueden producir, leer e interpretar un sistema de signos, que es evolutivo y abierto. Desde el punto de vista metabólico y homeostático, un sistema de complejidad creciente se caracteriza por: “La ganancia y la generación de información, la emergencia de propiedades distintas a las iniciales y la no linealidad” (Bohórquez, 2016, p. 364). Esta capacidad para producir conocimiento se asocia con su autonomía biológica, es decir, con su potencialidad antropológica (*conatus*).

Estas ideas son muy importantes, ya que contribuyen en la comprensión de la complejidad. Sencillamente, se puede considerar como retórico el hecho de creer que puede haber códigos y sistemas de signos más o menos complejos. Una consideración semejante es simplemente palabrería (*flatus vocis*). Como se aprecia en este trabajo, la semiótica —y, en especial, la biosemiótica— tiene todo el ADN, si cabe la metáfora, de la complejidad. Cronológicamente, la complejidad también es *parallèle à la lettre*.

No existe una definición de complejidad. En el marco de las ciencias de la complejidad ha quedado establecido que solo es posible comprenderla a partir de sus atributos, propiedades y características. De acuerdo con un artículo clásico, prácticamente, cada autor tiene su propia definición de complejidad. Para 1995 ya se habían escrito más de cincuenta (Horgan, 1995).

La historia del universo consiste exactamente en la de los procesos de complejidad creciente, la organización de la materia, las formas de la energía, los procesamientos de información, etc.

Esto, sin embargo, no debe ser entendido como un diseño inteligente o un principio antrópico.

La historia de la que emergen los sistemas vivos—hasta donde se sabe—, y en la que se inscribe, por lo tanto, la aventura de la familia humana, puede ser comprendida en los siguientes términos: primero, todo procede de la aleatoriedad; segundo, todo avanza hacia la indeterminación; tercero, la vida sucede en un lugar conocido como el centro, y cuarto, la existencia es una interfaz entre la aleatoriedad y un proceso incesante de indeterminación, proceso que es de complejidad creciente.

Los signos son abiertos tanto de entrada como de salida. En el medio acontecen, los procesos de lectura e interpretación. Estos se asemejan a los lenguajes computacionales de código abierto, por ejemplo: Unix, Linux, OpenOffice, Opensource, Open Data, Open Access, OpenScience, entre otros. Cabe señalar que los códigos son perfectibles, por eso, las operaciones y las funciones son cada vez más dúctiles.

Como los códigos son abiertos, los programadores pueden intervenirlos y perfeccionarlos. Algunos logran que la información sea de acceso abierto. Lo anterior beneficia a la sociedad de múltiples maneras. La marca distintiva de un fenómeno complejo puede ser referida de dos formas: primero, se trata de un sistema complejo de carácter abierto y segundo, este sistema es semióticamente abierto.

Desde el punto de vista evolutivo, las bacterias son más complejas que cualquier otra especie, porque: hacen posible la fotosíntesis, pueden vivir en condiciones extremas (extremófilos), están presentes a un mismo tiempo en la naturaleza, se encuentran en el sustrato de la humanidad y emergen como los sistemas semióticos, *par excellence*. Evolutivamente, las bacterias

son determinantes en la historia y en el sostenimiento de la vida. Además, no solo se caracterizan por su capacidad de adaptación, sino también por ser las primeras en comunicarse con los virus, los hongos y los parásitos. En suma, los seres humanos son colonias bacterianas triunfantes.

Dos rasgos sobresalientes emergen del punto de vista semiótico: la quimiotaxis y el *quorum sensing*. Ambos conforman una unidad orgánica. Las bacterias detectan los entornos amables y peligrosos a través de sus sistemas receptores. Los flagelos son las unidades básicas de la semiosis bacteriana. Es importante mencionar que la vida de las bacterias depende de dos procesos: la transducción y la regulación. Como se ha podido notar, no se habla para nada del control, por ejemplo, del control de la información. La idea de control es antropocéntrica y, además, esconde una filosofía determinada.

En las plantas, la quimiotaxis funciona con base en: las feromonas, las alomonas, las kairomonas, las atrayentes y las repelentes. Las formas en que se comunican sufren variaciones, ampliaciones, traducciones, superposiciones, entre otros. La historia de la biosemiótica y de la vida conforman una unidad férrea. Sin embargo, la segunda comenzó muchísimo antes.

Es posible comprender la historia de la vida, siempre y cuando se incorpore una perspectiva cosmológica. De lo anterior se puede inferir que la dimensión planetaria es insuficiente. La Gran historia (*Big history*), que fue formulada por David Christian, es un tipo de historiografía de muy largo alcance⁴⁸. Además, se define como el intento de comprender, aunque de manera unificada, la

⁴⁸ La Gran historia tiene una mayor envergadura que la larga duración, de Braudel.

biosemiótica existente en el cosmos, la Tierra, la vida y la humanidad. Se trata, en otras palabras, de una historia sobre los procesos semióticos, procesos que exhiben una complejidad creciente.

Ahora bien, la tendencia a la complejidad creciente no es un fenómeno determinista. Lo anterior quiere decir que la complejidad de la biosemiosis —que estriba en su carácter abierto— acoge a los sistemas vivos y los no vivos. Cabe señalar que este carácter abierto es de una complejidad creciente.

La historia de la ciencia —que ha sido presentada en este libro— ilustra la forma como se ha venido ganando en gamas, escalas, dimensiones y procesos semióticos. Esto se puede apreciar en la antropología no humana, la neurofisiología de las plantas, la epigenética, la referencia al sistema nervioso entérico, que aborda algunos aspectos de la física cuántica, etc.

La complejidad de los sistemas de signos no solo es equivalente a la de los procesos biosemióticos, sino también a la de los procesos de codificación, decodificación y recodificación. Lo anterior reliva que no existe ninguna escisión entre el sujeto y el objeto. La teoría de la información pone de manifiesto que es imperioso comenzar a pensar en términos relacionales, es decir, dejando al margen algunos conceptos, tales como: emisor, mensaje, canal y receptor. Los procesos semióticos suponen la superación de cualquier comprensión subjetiva u objetiva, dado que los signos son las cosas, los agentes y los procesos⁴⁹.

La complejidad de los procesos semióticos no estriba en la capacidad cognitiva ni intelectual. Esta descansa en la sensibilidad, que comporta los sentimientos y las sensaciones. Convie-

⁴⁹ Estas comprensiones son dicotómicas.

ne mencionar que un sistema vivo no solo está vivo. Pues bien, comprender que un fenómeno o un sistema tiene vida es un acto sensible, compasivo, empático, endopático, etc.

En este contexto, la complejidad aumenta en cuanto la sensibilidad hacia la vida y los signos del entorno se acrecienta. Los signos poseen la misma fuerza vital que los seres vivos. En otras palabras, cuando la sensibilidad se intensifica, la complejidad se incrementa. Esta es una conclusión sorprendente para quienes están acostumbrados a la tradición racionalista, cognitiva y epistemológica de la ciencia, la filosofía y las culturas occidentales.

La vida es un proceso de sensibilización. Su primer polo a tierra, si cabe la analogía, es el *quorum sensing* en las bacterias. Es fundamental atender al hecho de que el *quórum sensing* se puede definir como la actividad de la conciencia a nivel de las células bacterianas. Las bacterias son incapaces de separar las emociones de la razón. Esta es la clave del cruce entre la complejidad y la biosemiótica.

Maldonado (2016) plantea que hay dos problemas relacionados con los seres vivos. El primero se sintetiza en el siguiente interrogante: ¿Cuál es el origen de la vida? Existen distintas teorías al respecto. Sin embargo, varias les apuestan a los procesos de metabolización (*metabolism first*).

Los seres humanos saben cuándo emergió la vida, pero desconocen cómo. Existe un problema que ha impedido su resolución y consiste en el hecho de que las condiciones iniciales han desaparecido por completo. Conviene mencionar que este es uno de los efectos de la evolución. Por ejemplo, el Sol ya no es el mismo que hace 3800 millones de años, las condiciones del sistema solar cambiaron drásticamente, la biosfera mudó de piel en más de una ocasión, etc.

El segundo problema consiste en establecer, dicho de forma genérica, la lógica de la vida, es decir, lo que hace la vida para ser tal. Inmediatamente, la primera observación que surge es que no debe pensarse en una sola lógica, es decir, en un solo mecanismo que explique la historia y las dinámicas de la existencia. Los sistemas vivos hacen muchísimas cosas. De suerte que la expresión “la lógica de la vida” tan solo tiene un valor indicativo.

Estos asuntos son designados de la siguiente manera: problema I (origen de la vida) y problema II (lógica de la *vita*). Pues bien, el problema I puede ser solventado, siempre y cuando se resuelva el problema II. Es decir, si se llega a entender la lógica de la vida, se podrá clarificar el problema relacionado con su origen. Pues bien, puede decirse que los sistemas vivos son capaces de: procesar información no algorítmica, autorregularse (homeostasis), llevar a cabo procesos semióticos, esto lo hacen de manera ininterrumpida; convertir los alimentos en energía (metabolizar), etc. Cabe señalar que los procesos son equivalentes, pese a sus diferencias.

Los sistemas vivos se fundan en una física no tangible, es decir, en la información —que es, por lo demás, la física de los procesos semióticos—. La idea de base es la siguiente: el desarrollo de la vida depende de la información genética que puede copiarse. En esto intervienen algunos procesos, tales como: la lectura, la interpretación, la codificación y la decodificación. Para concluir, los sistemas bióticos le deben su existencia a los procesos semióticos, que tratan la información de forma no algorítmica. La semiosis es múltiple, diversa y cambiante.

El origen de la vida es más que el tránsito de la química inorgánica a la química orgánica —que es la comprensión clásica y normal—. Es decir, también juegan un papel esencial los

fenómenos y los procesos semióticos, dado que desencadenan los procesos de metabolización, procesos que son la simiente de la *vita*. Dicho en el lenguaje de las ciencias de la complejidad, los sistemas crean condiciones, a fin de garantizar su supervivencia (aparición, desarrollo y sostenibilidad). Esta conclusión es contraintuitiva, dado que su carácter es acausal.

Ciertamente, una de las transiciones más importantes en la historia de la vida ha sido la emergencia del lenguaje (Maynard y Szathmáry, 2001). Hay que subrayar que este es simbólico⁵⁰. Los signos son un tema que se ha estado dejando al margen, ya sea de manera consciente o sistemática. Por eso, vale la pena mencionar las contribuciones de Cassirer, que giran en torno a las formas simbólicas.

Sin duda, los seres humanos son importantes. En ocasiones, se ha mencionado que los *Homo sapiens* son animales simbólicos —esto lo han hecho para designar una de sus especificidades en la economía de la naturaleza—. Los símbolos son sistemas representativos y refuerzan la idea de que del mundo y la realidad son una representación (*vorstellungen*).

Existe una filosofía que se encuentra cimentada en la idea de la representación. Esta plantea que hay una diferencia entre la realidad vivida y la representada. Se trata de la filosofía moderna, *lato sensu*. Cabe señalar que una de sus consecuencias ha sido la democracia participativa.

Los símbolos son signos, aunque afirman la identidad antes que a las relaciones o a las redes (Cassirer, 1994b). Su fuerza

⁵⁰ Al final del libro, los autores mencionan que son biólogos y prefieren permanecer en ese marco.

descansa en las convenciones sociales, que se transmiten a través de ritos, sistemas de repetición (refuerzo positivo y negativo), mecanismos de fuerza y violencia, etc. Sin las convenciones, es decir, sin los acuerdos sociales, los símbolos pierden fuerza vinculante y significativa. Así, la función de la cultura consiste en establecer y enraizar una serie de símbolos, tales como: los patrios, los matemáticos, los sexuales, los religiosos, etc.

La dificultad estriba en que cuando se pierde el carácter semiótico de los símbolos, estos terminan excluyendo a los signos y asumiéndose como autorreferenciales. Esto sucede, si cabe la expresión, en el momento en que se cristalizan, se congelan o se institucionalizan. Entonces, la biosemiótica se reduce a la semiótica, y esta, a su vez, al poder y a la fuerza.

En otras palabras, los símbolos tienden a reducir la complejidad del mundo. Se trata de una tensión inevitable. Cuando hay una revolución, se dispara contra las torres de las iglesias (1789), se destruyen los íconos, los textos, las costumbres y las formas de vida (1492), se echan abajo las estatuas, las banderas, los edificios, los muros (Berlín), las reformas políticas (glásnost) y económicas (perestroika), etc.

Para concluir, la reducción de la complejidad del mundo debe ser recusada por todos los medios. El reduccionismo atenta contra la riqueza de la vida y la idea de los sistemas abiertos.

11

Física del vacío, el silencio y la ausencia

Lo mejor de la ciencia y de la filosofía de punta se caracteriza por ser alta y crecientemente contraintuitivo. En la actualidad, los investigadores están haciendo ciencia a partir de las cosas imperceptibles e intangibles. Las vivencias se constituyen, así como la filosofía fenomenológica, en esa clase de objetos que no existen en el tiempo ni en el espacio, y que, sin embargo, son reales. Cabe señalar que el universo no está en ningún tiempo y tampoco en ningún espacio, pues él es su propio tiempo y espacio. En fin, los signos son de este tipo de fenómenos. Hay una historia apasionante que compromete a la cosmología, la segunda revolución científica (la ciencia cuántica) y la tercera revolución científica (la teoría de la información). Lo anterior no quiere decir que los seres humanos hayan dejado al margen la materialidad del mundo, el universo y la naturaleza. Antes bien, han obtenido conocimientos sobre el vacío, la ausencia y el silencio.

La biosemiótica no es más ciencia que filosofía. En este sentido coincide exactamente con las ciencias de la complejidad. En la actualidad, los *Homo sapiens* están siendo testigos de una inflexión colosal del pensamiento y de las formas de vida occidentales. La causalidad es una de las creencias más cuestionadas y desbaratadas. En verdad, creer en la causalidad significa creer que: primero, las cosas tienen un comienzo y un final y segundo, existen jerarquías. En otras palabras, la causalidad es del tipo de creencias que resultan de ver en el mundo y en la naturaleza solo estados, no procesos. Pese a lo referido, la causalidad continúa siendo una creencia bastante dominante.

Lo anterior no impide que se reconozca: primero, que la mayoría de las creencias son erróneas y segundo, que existe un cuestionamiento muy sólido acerca de la causalidad, ya sea eficiente o final. En el esquema aristotélico, la causa formal y la

causa material quedaron atrás hace mucho tiempo. Las ciencias de la complejidad han permitido que los seres humanos piensen al margen de la causalidad, es decir, de manera acausal.

En suma, la semiosis es un proceso, un flujo y una dinámica. Cabe señalar que acaece tanto en los sujetos como en los objetos. La semiosis también puede ser entendida, si cabe la analogía, como un entrelazamiento cuántico —*verschränkung*, de acuerdo con Schrödinger, y *entanglement*, según las interpretaciones de Bell—. Es decir, lo importante es la conexión, no los términos individuales, que están conexos. La semiosis y los entrelazamientos no son materiales. No obstante, los términos referidos si poseen un carácter tangible. Cuando sucede alguna individuación, los términos dejan de tener valor. En ese sentido, la física cuántica permite pensar de manera relacional o nodal.

La tradición cimentada en las individualidades es desplazada sin ningún miramiento. Es hora de que los seres humanos piensen en redes, en procesos y en relacionamientos. Conviene subrayar que los procesos no son jerárquicos, dado que no hay un centro o una periferia y, además, no funcionan con base en la causalidad. La ecología se constituye en un ejemplo conspicuo.

En el comienzo no fue el ser, sino la noción de campo. Cuando se autorreplicó, también se diversificó. Ulteriormente, llegó a afirmarse a través de ondas. Esta es una lectura completamente distinta a la heredada desde los presocráticos. El lenguaje es cuántico, pero se adecua perfectamente a la estructura mental de la biosemiótica y la complejidad. Cabe señalar que la noción de campo es bastante novedosa.

En general, un campo puede ser entendido como el conjunto de valores de todos los puntos de un espacio. En la física hay varios tipos de campos: los escalares, los vectoriales, los tenso-

riales, los gravitatorios, los electromagnéticos y los informacionales. Se dejan de lado los aspectos técnicos para recalcar que este concepto permite una mayor intelección de la física de los fenómenos inmateriales y de la comprensión no ontológica del mundo y de la realidad.

En la actualidad, los seres humanos están *ad portas* de una física de los procesos inmateriales. La física inmaterial no solo ahonda en el vacío, sino que también lo sitúa en el centro de sus reflexiones (Cassé, 2001). Literalmente, es posible crear a partir de la nada (Vedral, 2010). Sin embargo, debe tenerse clara la distinción entre la nada clásica y la nada cuántica.

Según Heidegger, la nada clásica puede ser entendida como la nada nadea (*das nicht vernichten*). Es inevitable compartir los pensamientos que suscitan esta idea. El filósofo alemán vivió en una cabaña ubicada en la Selva Negra. En el lugar compuso algunos de sus escritos más ilustres. Es probable que estuviera sentado en su mesa de trabajo cuando escribió sobre la nada. Tal vez se haya muerto de la risa mientras pensaba: dejaré que esos tontos se ocupen de lo que esto quiere decir. Es posible que su mujer le hubiera preguntado sobre el significado de esta frase. Sin embargo, como el filósofo era tan machista, debió contestarle lo siguiente: ¡Calla mujer! ¡y tráeme otra botella de vino!⁵¹

Heidegger sintetizó la nada clásica en su frase. Cabe señalar que esta nada existió antes de la creación y, además, fue el origen de todo. La nada nadea es una broma, debido a que la nada es nada, pero nadea. En contraste, la nada cuántica es mucho más

⁵¹ Se sabe sobre el machismo de Heidegger gracias a su relación turbulenta con Arendt.

sugestiva. Según la mecánica cuántica, la nada cuántica consiste en ondas y partículas, que son las partes más pequeñas de materia en el universo.

Antes de las ondas y de las partículas, no había nada (la escala o el límite de Planck). Las ondas se convierten en partículas y las partículas se transforman en ondas. Es decir, las ondas comienzan a comportarse como las partículas y las partículas empiezan a actuar de manera ondulatoria —por eso, en ocasiones, se refieren a estas como ondículas—. En un comienzo había un estado extremadamente comprimido e inestable: la supersimetría (cuyo acrónimo en inglés es *susy*).

Por otra parte, los campos representan el vacío. A partir de la noción de campo, los físicos cuánticos podrán resolver los siguientes interrogantes: ¿Qué es la materia?, ¿qué es la materia oscura y la energía oscura?, ¿cuál es la estructura del universo y de la realidad? El campo de Higgs es considerado como un descubrimiento que va en esta dirección. Los campos son fenómenos de perturbación permanente, así como los lagos. Cabe señalar que se propagan por el universo en forma de ondas gravitacionales. Filosóficamente, el vacío cuántico es luz (*phos*), que es una expresión o una manifestación de la energía. Pues bien, los campos generan resonancias y, además, se caracterizan por ser vibrantes y oscilantes.

Solo existe un universo, pese a los cuestionamientos matemáticos —que no son comprobables, según la física—. Sin embargo, parece que se multiplica cuando acaecen algunos fenómenos, tales como: su expansión, el nacimiento y el fenecimiento de las estrellas, la transformación de la energía, etc. Lo anterior comporta una semiosis cruzada, que, a su vez, termina enriqueciéndolo y alterándolo.

Los signos no solo involucran a la existencia o a los mensajes directos, sino también a los silencios, a los vacíos y a las ausencias. Asimismo, existen los sobreentendidos, las ambivalencias y las ambigüedades. En suma, los fenómenos no tienen que ser tangibles e incuestionables para integrarse en los procesos semióticos. Según Heráclito, a la naturaleza le gusta ocultarse —este hecho es bastante significativo—. El ocultamiento es la clave de la cuántica (Malin, 2001; Rovelli, 2015).

En el lenguaje son fundamentales los implícitos, los dobles sentidos, las ambivalencias, las ambigüedades, los juegos de palabras, el humor, la ironía y el sarcasmo. Por su parte, la música también consiste en silencios. Aunque Beethoven hizo manifiesto este aspecto, fue Theodorakis quien se encargó de radicalizar el logro del compositor.

La realidad, el mundo, el universo y la vida están compuestos por presencias y ausencias, que no solo se expresan, sino que también significan. La antropología lo expone sin ningún titubeo, así como la obra de Frazer. Cabe señalar que, aunque las ausencias poseen nombres disímiles e intrincados, detentan un significado que depende del contexto y de las experiencias de los sujetos.

Las ausencias poseen nombres, tales como: espíritus, fantasmas, voces, luces, etc. Cabe señalar que todos son portadores de códigos. Para algunos, las denominaciones son un asunto relacionado con las creencias y para otros, un asunto relacionado con los relatos y la imaginación. En cualquier caso, aunque las ausencias son vacíos, comportan señales y signos, que deben y pueden ser interpretados. Estas interpretaciones tienen efectos.

La biosemiótica es el mundo de las afectaciones. En otras palabras, los procesos semióticos tienen un impacto en las experiencias de vida. Cabe señalar que la existencia es el resultado

de la impresión ocasionada por los signos y las señales. En este punto comienzan a surgir un sinnúmero de interpretaciones, así como acaece con los sueños, las visiones, etc.

En conclusión, la ausencia es significativa. La distinción entre las presencias y las ausencias es un asunto de afectos o de afectaciones. Sin embargo, todo depende de si los organismos se dejan afectar o no. La complejidad de la biosemiótica se ancla, por así decirlo, en los sentimientos y en las sensaciones, que remiten, inmediatamente, a la homeostasis y a los procesos de metabolización. Al fin y al cabo, es real todo aquello que causa una impresión, es decir, que, al causar un efecto, afecta el ser de los sujetos.

12

**Conclusiones:
la biosemiótica
es una ciencia de
la complejidad**

Los sistemas vivos procesan información de forma no algorítmica. De ahí que su tratamiento sea paralelo, distribuido, no local y recurrente o, por el contrario, descentralizado, inorgánico, discontinuo, etc. Pues bien, la semiosis tampoco sucede de forma algorítmica. En suma, existe una conjunción perfecta entre la hipercomputación biológica y la biosemiótica.

El procesamiento no algorítmico de la información, que también se conoce como hipercomputación biológica, sabe de algunos temas, tales como: el vacío, el doble sentido, la ambigüedad, la ambivalencia, el silencio, el sarcasmo, el humor, la ausencia, etc. Estos tópicos no solo componen a la vida, sino también al material básico del universo (*phos*)⁵².

En la teoría de la información hay dos vertientes: la teoría cuántica de la información y la biosemiótica. Conviene subrayar que estas rebasan los cimientos establecidos por Shannon y Weaver. Para designar las realidades no materiales, se emplean diferentes nombres, por ejemplo: información, signos, comunicación, señales, códigos, estados y procesos. La información solo existe como proceso y los datos solo existen como estado (minería de datos, procesamiento, web *scraping*, etc.). Este rasgo de la información coincide con la semiosis. Los sistemas vivos son tal porque no saben de estabilidad, equilibrio o permanencia, sino de cambios, procesamientos, adaptación y aprendizaje.

Los sistemas vivos oscilan entre dos atractores completamente distintos: primero, provienen de procesos aleatorios y segundo,

⁵² En la mitología griega, la palabra fósforo representaba a la estrella de la mañana, el alba o el amanecer. Para los egipcios, cada día era un mundo nuevo. De lo anterior se puede inferir que, cuando la Gaia se mueve alrededor del Sol, surge nueva información.

son el resultado de una tensión entre los procesos de indeterminación⁵³. La teoría de la evolución —que es la más idónea para pensar en los cambios, los procesos, las transformaciones y las inflexiones— es abierta y apunta hacia la indeterminación.

La filosofía de la ciencia, que es de corte físico o fisicalista, encuentra numerosos problemas en la teoría de la evolución. Popper sostuvo hasta el último día de su vida que la teoría de la evolución no era científica. De ahí que la metiera en el mismo paquete donde estaban el marxismo y el psicoanálisis. La razón básica es que la teoría de la evolución no admite criterios, tales como: la verificación y la falsación, que fue la apuesta de Popper.

Para los seres vivos, la falsación se constituye en la posibilidad de desaparecer de la faz de la Tierra. La evolución, en síntesis, consiste en los procesos de interminación, procesos que están inacabados. Pues bien, la biosemiótica hace de la indeterminación uno de sus objetos de estudio. Los organismos vivos no tienen una forma definida, así como la naturaleza, que se transforma e informa a la vez. La vida es indeterminada. De ahí que la muerte sea considerada como uno de los triunfos de la determinación.

Desde el primer peldaño de la semiosis, que es el código genético, queda establecido que: primero, el ADN es un código real y segundo, se considera como uno de los primeros códigos orgánicos, ya que él es la causa primigenia de la vida en el planeta. Desde entonces, han sugerido que la heurística de la biosemiótica es amplia, rica y ubicua.

Sin duda, la vida se basa en la semiosis, es decir, en los signos, las señales, los mensajes, los códigos y los sistemas de

⁵³ La física cuántica permite que los expertos comprendan esta aleatoriedad.

lectura e interpretación. Según Darwin, la teoría de la evolución está incompleta. Sin embargo, es posible complementarla con ayuda de la biosemiótica, así como ocurrió con el concepto de autoorganización. La semiosis comporta la idea de horizontalidad, cooperación y coevolución. Es decir, lo opuesto a la lucha y a la simple selección natural o cultural. La vida es un tejido de signos y mensajes. Conviene subrayar que este tejido no se reduce a los esquemas antropocéntricos o culturales de los *Homo sapiens*.

Debe quedar claro que la naturaleza habla muchos lenguajes. En un principio, esta idea la expuso Jenófanes, quien mencionó que: “los dioses etíopes son chatos y negros, y los de los Tracios, de ojos azules y blancos”. En la naturaleza hay una polifonía de lenguajes que se cruzan, se interrumpen y se superponen.

La biosemiótica estudia los sistemas de signos naturales, así como las ciencias de la complejidad. Conviene mencionar que también se centra en su diversidad irreductible y su carácter creciente, que coincide, por lo demás, con la evolución (proceso de especiación o de arborización).

Dicho lo anterior, la naturaleza habla más lenguajes de los que los seres humanos creen. La inteligencia humana consiste en dominar los mismos lenguajes que la naturaleza, es decir, los mismos sistemas de signos y señales. Esta idea es de corte científico y filosófico. La biosemiótica es una ciencia que les permite captar la riqueza y la pluralidad de la naturaleza.

La complejidad es múltiple, así que no puede ser reducida a unos cuantos elementos. Como se mencionó anteriormente, su estructura es abierta, así como sus dinámicas; por esta razón, es eminentemente nodal (sistema de redes). Los comportamientos de los sistemas complejos tienen una serie de atributos, tales como: la autoorganización, la emergencia, la adaptabilidad, la no linealidad, la imprevisibilidad, etc.

Por su parte, la biosemiótica es una síntesis entre las ciencias naturales, sociales y humanas. Paralelamente, cuando los seres humanos piensan en la complejidad tienden a ir más allá de la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la multidisciplinariedad. Dicho sin más, la biosemiótica puede ser considerada como una de las ciencias de la complejidad. Este es un tema imposible de abordar a partir de las adscripciones o de la elaboración de estudios especializados. Antes bien, los expertos deben conformar una conjunción, a fin de pensar en el más fantástico de todos los fenómenos imaginables: la vida (real y posible).

A partir de la biosemiótica, los seres humanos pueden aprender a razonar de manera semejante a la naturaleza, lo cual equivale a pensar los sistemas vivos como sistemas semióticos. Por otra parte, la epigenética y la biosemiótica superan los dualismos. La perspectiva de Hoffmeyer acerca de la biosemiótica es bastante rica, pues permite entender que la semiosis existe en los organismos vivos y en los sistemas abióticos.

No es sencillo pensar como la naturaleza o vivir de manera semejante a ella. Cuando los hombres lo logran, alcanzan un mayor grado de sabiduría. La ciencia y la filosofía consisten en comprender y explicar qué es real y qué es posible. Seguramente, los expertos en estas áreas desarrollan un estilo de vida acorde con dicha explicación; sin embargo, no es necesario que las cosas sucedan de esta manera. Es, por eso, que: primero, la filosofía tiende a ser confundida con su propia historia y segundo, la *scientia* es comprendida a partir de tecnicismos de toda índole.

La biosemiótica no solo comporta a la ciencia y a la filosofía, así como acontece con las ciencias de la complejidad. Cuando los seres humanos leen, interpretan y viven acorde con los signos, adquieren un grado más alto de conocimiento.



Índice analítico

- Agujeros negros: 68, 70, 72
- Antroposemiosis: 45, 46
- Autoorganización: 56, 142
- Autopoiesis: 36, 56
- Bacterias: 28, 36, 39, 49, 92-94, 121, 122, 124
- Big bang: 66, 72
- Biología: 22, 30-32, 37-39, 42, 44, 46, 51, 52, 61, 73, 100, 103, 115
 - biología cuántica: 30, 48, 49
 - biología molecular: 39, 49, 106, 108, 125
- Biosfera: 19, 25, 56, 58, 67
- Causalidad: 56, 57, 132, 133
- Cerebro: 37, 49, 88-93, 95, 106, 107
 - corazón: 37, 96
 - sistema encefálico: 37, 91, 92, 95
 - sistema entérico: 13, 37
 - neocórtex: 89, 90, 92
 - neurona: 37, 89, 90, 91
- Cibernética: 32, 43, 44, 49
- Cognición: 36, 37
- Comunicación: 22, 23, 31, 36, 43, 44, 52, 56, 58, 95, 140
 - sistemas de comunicación: 32, 42, 43, 70, 107
- Cosmología:
- Emociones: 50-52, 67, 70, 72, 74, 132
- Enactivismo: 37, 38
- Epigenética: 33, 37, 61, 78, 80-82, 123
- Estómago: 89, 90, 92
 - intestino grueso: 92, 93
- Estrellas: 67-69, 135
- Etología: 32, 44, 49, 103, 104
- Física cuántica: 43, 50-52, 70, 100, 109, 110, 123, 133

- información cuántica: 42, 50
- Física de la información: 43, 44
 - fenómenos inmatrimales: 43, 50, 134
- Genética: 28, 31, 35, 80, 114
 - código genético: 29, 78, 141
 - ADN: 28, 78-80, 120, 141
 - información genética: 28, 80, 114, 126
 - genes: 57, 58, 79-81, 114
- Hipercomputación biológica: 33, 108, 140
- Homeostasis: 53, 57, 125, 137
- Indeterminación: 73, 121, 141
- Interdisciplinariedad: 23, 60, 143
- Intuición: 43, 50, 88
- Lenguaje: 23, 38, 45, 58, 74, 82, 105, 107, 126, 133, 136, 142
 - código: 34, 38, 39, 53, 56, 67, 73, 82-84, 111, 120, 121, 136, 140, 141
 - símbolos: 34, 50, 127
 - sistemas de signos: 34, 83, 120
- Materia: 51, 52, 62, 68, 121, 135
 - materia oscura: 72, 135
- Máquina de Turing: 33, 53
- Mensaje: 46, 47, 123
 - codificación: 34, 71, 123, 126
 - decodificación: 34, 71, 123, 126
 - emisor: 36, 36, 47, 56, 58, 123
 - receptor: 36, 46, 47, 56, 58, 92, 122, 123
 - recodificación: 71, 123
- Metabolización: 56, 108, 125, 126, 137
- Neurofisiología: 45, 49, 100, 105, 106, 123
- Panpsiquismo: 19, 33, 51

Partículas: 66, 71, 135

partículas elementales: 52, 110

partículas subatómicas: 109, 115

onda: 60, 71, 133, 135

ondas gravitacionales: 67, 70, 135

Proteínas: 28, 58, 79, 80

Segunda revolución científica: 49, 132

teoría de la información: 42, 50, 51, 123, 132, 140

Superposición: 49, 100

Tunelamiento: 43, 71



Referencias

- Andrews, K. (2020). *The animal mind: An introduction to the philosophy of animal cognition*. Routledge.
- Bohórquez, L. E. (2016). La comprensión de las organizaciones empresariales y su ambiente como sistemas de complejidad creciente: rasgos e implicaciones. *Revista Ingeniería*, 21(3), 363-377. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a07>
- Brierley, S., & Costa, M. (2018). *The enteric nervous system: 30 Years Later (advances in experimental medicine and biology, 891)*. Springer.
- Carpenter, A. (2017). Eccentric/exzentrisch: On Gould, Gulda, and becoming a cultural Icon. *Intersections Canadian Journal of Music*, 37(2), 9-25. <https://doi.org/10.7202/1066615ar>
- Carrillo, N. (1996). Biosemiótica. Un paradigma emergente en biología. *Theoria*, 12(3), 551-565. <https://www.jstor.org/stable/23917957>
- Cassé, M. (2001). *Du vide et de la création*. Éditions Odile Jacob.
- Cassirer, E. (1994a). *Wesen und wirkung des symbolbegriffs*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Cassirer, E. (1994b). *Philosophie der symbolischen formen. zweiter teil- das mythische denken*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Cestero, A. M. (2006). La comunicación no verbal y el estudio de su incidencia en fenómenos discursivos como la ironía [conferencia]. *La comunicación no verbal y su estudio*, San Vicente de Raspeig, España. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/6074/1/ELUA_20_03.pdf
- Conway, J., & Kochen, S. (2006). The free will theorem. *Foundations of Physics*, 36, 1441-1473. <https://doi.org/10.1007/s10701-006-9068-6>

- Damasio, A. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Harcourt Trade Publishers.
- Deely, J. (1993). *The Human Use of Signs, or, Elements of Anthroposemiosis*. Rowman & Littlefield Publishers.
- De Rosnay, J. (2019). *Epigenética. La ciencia que cambiará tu vida*. Editorial Ariel.
- El Observatorio de la Universidad Colombiana. (10 de julio de 2019). *Colombia tiene 16 doctores por cada millón de habitantes*. <https://www.universidad.edu.co/colombia-tiene-16-doctores-por-cada-millon-de-habitantes/>
- Emmeche, C., & Kull, K. (Eds.). (2011). *Towards a Semiotic Biology: Life is the action of signs*. Imperial College Press.
- Etxeberria, A., y Moreno, A. (2007). La idea de autonomía en biología. *Logos. Anales del seminario de Metafísica*, 40, 21-37. <https://www.researchgate.net/publication/277266353>
- Favareau, D. (2008). The evolutionary history of biosemiotics. En M. Barbieri. (Ed.). *Introduction: An evolutionary history to biosemiotics*. Springer.
- Finol, J. E. (2011). Antropo-semiótica de la muerte: fundamentos, límites y perspectivas. *Avá. Revista de Antropología*, 19, 229-255. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169029211009>
- Fundación Instituto Roche. (2018). *Biología de sistemas*. J. A. García. <https://www.institutoroche.es/observatorio/biologiadesistemas>
- Furness, J. B. (2006). *The enteric nervous system*. Wiley-Blackwell.
- García, O. (2015). Filosofía de la biología cognitiva. Enfoque biosemiótico de la cognición en organismos sin sistema

- nervioso: El caso de los mixomicetos [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona] ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/299236641>
- Godfrey-Smith, P. (2020). *Metazoa: Animal life and the birth of the mind*. Farrar, Straus and Giroux.
- Gross, A., & Valley, A. (Eds.). (2012). *Animals and the human imagination: A companion to animal studies*. Columbia University Press.
- Hoffmeyer, J. (1997). *Signs of meaning in the universe (advances in semiotics)*. Indiana University Press.
- Horgan, J. (1995). From complexity to perplexity. *Scientific American*, 272(6), 104-109. <https://www.scientificamerican.com/article/from-complexity-to-perplexity/>
- Jablonka, E., Lamb, M., & Zeligowski, A. (2005). *Evolution in four dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and symbolic variation in the history of life*. The MIT Press.
- Kauffman, S. (1993). *The origins of order: Self-Organization and selection in evolution*. Oxford University Press.
- Kauffman, S. (2016). *Humanity in a creative universe*. Oxford University Press.
- Kohn, E. (2013). *How Forests Think. Toward an Anthropology Beyond the Human*. University of California Press.
- Kull, K. (2000). An introduction to phytosemiotics: Semiotic botany and vegetative signs systems. *Sign Systems Studies*, 28, 326-350. <https://doi.org/10.12697/SSS.2000.28.18>
- McCabe, V. (2014). *Coming to our Senses: Perceiving complexity to avoid catastrophes*. Oxford University Press.
- Mäekivi, N., & Magnus, R. (2020). Hybrid natures-ecosemiotics and zoosemiotic perspectives. *Biosemiotics*, 13, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s12304-020-09382-z>

- Maldonado, C. E. (2016). Hypercomputación biológica y comunicación entre los seres vivos. *Simbiótica*, 3(1), 207-229. <http://periodicos.ufes.br/simbiotica/article/view/14625>
- Maldonado, C. E. (2018a). Biological hypercomputation and degrees of freedom. En R. López-Ruíz. (Ed.). *Complexity in Biological and Physical Systems: Bifurcations, Solitons and Fractals* (pp. 83-93). IntechOpen.
- Maldonado, C. E. (2018b). Quantum physics and consciousness: A (strong) defense of panpsychism. *Trans/Form/Ação*, 41, 101-118. <http://dx.doi.org/10.1590/0101-3173.2018.v41esp.07.p101>
- Maldonado, C. E. (2018c). A quantum coherence-recoherence-based model of reality. *Neuroquantology*, 16(11), 44-48. <https://doi.org/10.14704/nq.2018.16.11.1858>
- Maldonado, C. E. (2020b). Biosemiótica como una de las ciencias de la complejidad. *Revista Ciencias de la Complejidad*, 1(1), 23-36. <https://doi.org/10.48168/cc012020-002>
- Malin, S. (2001). *Nature loves to hide: Quantum physics and reality, a western perspective*. Oxford University Press.
- Mancuso, S., & Viola, A. (2015). *Brilliant green: The surprising history and science of plant intelligence*. Island Press.
- Mancuso, S. (2017). *El futuro es vegetal*. Galaxia Gutenberg, S. L.
- Mancuso, S. (2019). *El increíble viaje de las plantas*. Galaxia Gutenberg, S. L.
- Mayer, E. (2018). *Pensar con el estómago: Cómo la relación entre digestión y cerebro afecta a la salud y al estado de ánimo*. Editorial Grijalbo.
- Maynard, J., y Szathmáry, E. (2001). *Ocho hitos de la evolución. Del origen de la vida a la aparición del lenguaje*. Tusquets Editores S. A.

- Moore, D. S. (2017). *The developing genome: An introduction to behavioral epigenetics*. Oxford University Press.
- Peiró, R. (2021). *Teoría de la información*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/teoria-de-la-informacion.html#:~:text=La%20teor%C3%ADa%20de%20la%20informaci%C3%B3n,la%20medici%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3n>.
- Penrose, R. (2011). *Cycles of time. An extraordinary new view of the universe*. Vintage Books.
- Romero, J. (2020). Biosemiótica: Hacia una teoría general de los signos de la naturaleza humana y no humana. *Revista Signa*, 29, 787-805. <https://doi.org/10.5944/signa.vol29.2020.23408>
- Rovelli, C. (2015). *La realidad no es lo que parece: La estructura elemental de las cosas*. Tusquets Editores S. A.
- Santilli, E. (2004). Biosemiótica: Una metáfora en la biología teórica. En R. A. Martins, L. A. C. P. Martins, C. C. Silva y J. M. H. Ferreira. *Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur* (pp.165-174). AFHIC.
- Stapp, H. P. (2011). *Mindful universe: Quantum mechanics and the participating observer*. Springer.
- Stewart, J., Gapenne, O., & Di Paolo, E. A. (Eds.). (2014). *Enaction: Toward a new paradigm for cognitive science*. The MIT Press.
- Strauss, D. (2014). Hylozoism and hylomorphism: a lasting legacy of Greek philosophy. *Phronimon*, 15(1), 41-56. <https://doi.org/10.25159/2413-3086/2211>
- Vedral, V. (2010). *Decoding Reality: The universe as quantum information*. Oxford University Press.

- Wood, J. D. (2011). *Enteric nervous system: The brain-in-the-gut*. Morgan & Claypool Life Sciences.
- Yakovlevich, V. (2014). Information field. *Life Science Journal*, 11(5), 551-554. http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1105/083_24537life110514_551_554.pdf
- Yong, E. (2018). *Yo contengo multitudes: Los microbios que nos habitan y una visión más amplia de la vida*. Debate.

Otras fuentes consultadas

- Auletta, G. (2010). *Cognitive biology: Dealing with information from bacteria to minds*. Oxford University Press.
- Balbi, A. (2008). *The music of the Big Bang: The cosmic microwave background and the new cosmology*. Springer.
- Baluska, F., Mancuso, S., y Vokmann, D. (2006). *Communication in plants. Neuronal aspects of plant Life*. Springer.
- Barbieri, M. (2007). *Introduction to Biosemiotics: The New Biological Synthesis*. Springer.
- Barbieri, M. (2008a). What is biosemiotics? *Biosemiotics*, 1(1), 1-3. <https://doi.org/10.1007/s12304-008-9009-1>
- Barbieri, M. (2008b). Biosemiotics: A new understanding of life. *The Science of Nature*, 95(7), 577-599. <https://doi.org/10.1007/s00114-008-0363-x>
- Barbieri, M. (2009). A short history of biosemiotics. *Biosemiotics*, 2, 221-245. <https://doi.org/10.1007/s12304-009-9042-8>
- Bedau, M. A., & Cleland, C. E. (2010). *The nature of Life: Classical and contemporary perspectives from philosophy and science*. Cambridge University Press.

- Botkin, D. B. (1990). *Armonías discordantes. Una ecología para el siglo XXI*. Acento Editorial.
- Brier, S. (2016). Biosemiotic anti-humanism: Why culture is an extension of biology and a self-organizing system of meaning. *Cybernetics & Human Knowing – A Journal of Second Order Cybernetics, Autopoiesis and Cyber-Semiotics*, 24(2), 93-97. <https://research.cbs.dk/en/publications/biosemitic-anti-humanism-why-culture-is-an-extension-of-biology->
- Carroll, S. B. (2006). *Endless forms most beautiful: The new science of evo devo*. W. W. Norton & Company.
- Damasio, A. (2019). *El extraño orden de las cosas. La vida, los sentimientos y la creación de las culturas*. Editorial Planeta.
- De Waal, F. (2005). *Our Inner Ape: A Leading Primatologist Explains Why We Are Who We Are*. Riverhead Books.
- Eco, Umberto (1977). *Tratado de semiótica general*. Lumen.
- Estrada, P., López, R. D., y Posada, F. A. (1997). Cibernética de segundo orden y abordaje a la familia en la Universidad Pontificia Bolivariana. *Revista de la Facultad de Trabajo Social*, 14, 31-47. https://proyectos.javerianacali.edu.co/cursos_virtuales/posgrado/maestria_asesoria_familiar/familia_contemporanea/modulo2/unidad2/lecturas/Cibern%C3%A9tica%20de%20segundo%20orden.pdf
- Fischer, D., & Duerbeck, H. (1996). *Hubble: A new window to the universe*. Springer.
- Frazer, J. G. (1974). *La rama dorada. Magia y religión*. Fondo de Cultura Económica.
- Galik, D. (2013). Biosemiotics: A new science of biology? *Filozofia*, 68(10), 859-867. <http://www.klemens.sav.sk/fiusav/doc/filozofia/2013/10/859-867.pdf>

- Gómez, F. J. (2017). *Nuestro segundo cerebro. Las neuronas que dirigen el funcionamiento del intestino*. Editorial Paidós.
- Goodwin, B. (1998). *Las manchas del leopardo. La evolución de la complejidad*. Tusquets Editores S. A.
- Gribbon, J., & Goodwin, S. (1998). *Origins: Our place in hubble's universe*. The Overlook Press.
- Halpern, P. (2018). *The Quantum Labyrinth: How Richard Feynman and John Wheeler Revolutionized Time and Reality*. Basic Books.
- Hoffmeyer, J. (2009). *Biosemiotics: An Examination into the Signs of Life and the Life of Signs (Approaches to Postmodernity)*. University of Scranton Press.
- Hölldobler, B., y Wilson, E. O. (1996). *Viaje a las hormigas. Una historia de exploración científica*. Grijalbo.
- Kosoy, M., & Kosoy, R. (2018). Complexity and Biosemiotics in Evolutionary Ecology of Zoonotic Infectious Agents. *Evolutionary Applications*, 11(4), 394-403. <https://doi.org/10.1111/eva.12503>
- Kull, K. (2009). Biosemiotics: To know, what life knows. *Cybernetics and Human Knowing*, 16(1-2), 81-88. https://www.academia.edu/219410/Biosemiotics_To_know_what_life_knows
- Landauer, R. (1991). Information is physical. *Physics Today*, 44(5), 859-867. <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.881299>
- Maldonado, C. E., & Gómez-Cruz, N. (2014). Biological hypercomputation: A new research problem in complexity theory. *Complexity*, 20(4), 8-18. <https://doi.org/10.1002/cplx.21535>

- Maldonado, C. E. (2020a). *Teoría de la información y complejidad: La tercera revolución científica*. Universidad El Bosque y Editorial desde abajo.
- Maldonado, C. E. (2021). The world as a quantum information processor. *Praxis Filosófica*, 53, 53-68. <https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i53.11448>
- Marais, A., Adams, B., Ringsmuth, A. K., Ferretti, M., Gruber, J. M., Hendriks, R., Schuld, M., Smith, S. L., Sinayskiy, I., Krüger, T. P. J., Petruccione, F., & van Grondelle, R. (2018). The future of quantum biology. *Journal of the Royal Society Interface*, 15(148), 1-15. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0640>
- Margulis, L., y Sagan, D. (2003). *Captando genomas: Una teoría sobre el origen de las especies*. Editorial Kairós S.A.
- Miller, M. C., & Yunes, N. (2019). The new frontier of gravitational waves. *Nature*, 568, 469-476. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1129-z>
- Panek, R. (2011). *The 4 percent universe: Dark matter, dark energy, and the race to discover the rest of reality*. Mariner Books.
- Penrose, R., Stapp, H., Page, D., Naeunberg, M., Kuttner, F., Christensen, W., Rosenblum, B., Langer, E., & Hameroff, S. (2017). *Consciousness and the universe: quantum physics, evolution, brain & mind*. Cosmology Science Publishers.
- Poyatos, F. (1994). *La comunicación no verbal*. Ediciones Akal.
- Randall, L. (2011). *Universos ocultos. Un viaje a las dimensiones extras del cosmos*. Editorial Acantilado.
- Sebeok, T. A. (1994). *Signs: An introduction to semiotics*. University of Toronto Press.

- Sharov, A. A. (1992). Biosemiotics: Functional-evolutionary approach to the analysis of the sense of Information. In T.A. Sebeok. & J. Umiker-Sebeok. (Eds.). *Biosemiotics: The Semiotic Web* (pp. 345-373). Walter de Gruyter.
- Sheldrake, R. (2009). *Morphic Resonance: The nature of formative Causation*. Park Street Press.
- Sheldrake, R. (2012). *The presence of the past: Morphic resonance and the memory of nature*. Park Street Press.
- Smethan, G. (2010). *Quantum buddhism: Dancing in emptiness - reality revealed at the interface of quantum physics and buddhist philosophy*. Lulu.com.
- Sole, R., & Goodwin, B. (2000). *Signs of Life. How Complexity Pervades Biology*. Perseus Books Group.
- Thom, R. (1990). *Esbozo de una semiología. Física aristotélica y teoría de las catástrofes*. Editorial Gedisa.
- Varela, F., Thompson, E., Rosch, E., & Kabat-Zinn. (1992). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. The MIT Press.
- Varela, F. (2000). *El fenómeno de la vida*. Dolmen Editorial.
- Watson, P. (2017). *Convergencias: El orden subyacente en el corazón de la ciencia*. Editorial Crítica.
- Wheeler, W. (2006). *The whole creature: Complexity, biosemiotics and the evolution of culture*. Lawrence & Wishart.

Colección Complejidad y Salud, Vol. 14

Biosemiótica y complejidad

Este libro, editado y publicado por el sello Editorial Universidad El Bosque, se terminó de imprimir en la ciudad de Bogotá en el mes de octubre del año 2021. Para esta edición se usaron las familias tipográficas: Times a 11,5 puntos y Playfair Display Black de 15 a 40 puntos. El formato de este ejemplar es de 16 x 24 centímetros. La cubierta está impresa en Propalcote de 300 gramos de baja densidad, y las páginas interiores en papel Bond Bahía de 90 gramos.