

# Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad

Ciencias de la salud y Ciencias de la complejidad

Colección Complejidad y Salud, Vol. 5



Carlos Eduardo Maldonado



Colección Complejidad y Salud, Vol. 5

---

# **Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad**

---

Ciencias de la salud y Ciencias de la complejidad

© Universidad El Bosque  
© Editorial Universidad El Bosque

Rectora: María Clara Rangel Galvis

*Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad*  
*Ciencias de la salud y Ciencias de la complejidad.*

Carlos Eduardo Maldonado Castañeda

Primera edición, abril de 2021  
ISBN: 978-958-739-209-8 (Impreso)  
ISBN: 978-958-739-211-1 (Digital)

Editor: Miller Alejandro Gallego Cataño  
Coordinación editorial: Ana María Orjuela-Acosta  
Dirección gráfica y diseño: María Camila Prieto Abello  
Corrección de estilo: Ana María Orjuela-Acosta

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 (1) 648 9000, ext. 1100  
editorial@unbosque.edu.co  
www.investigaciones.unbosque.edu.co/editorial

Impresión: Image Print Limitada  
Abril de 2021

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.

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 n.º 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 n.º 013172 del 17 de julio 2020, MEN.

610.1 M15p  
WA 20.5 M15p

Maldonado, Carlos Eduardo

Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad: ciencias de la salud y ciencias de la complejidad / Carlos Eduardo Maldonado -- Bogotá: Universidad El Bosque, 2021

102 p.; 16 x 24 cm -- (Colección Complejidad y Salud; Vol. 5)

Incluye tabla de contenido, glosario y referencias bibliográficas

ISBN: 9789587392098 (Impreso)

ISBN: 9789587392111 (Digital)

1. Complejidad (Filosofía) 2. Salud pública -- Historia  
3. Salud pública -- Complejidad (Filosofía) 4. Filosofía de la ciencia 5. Salud pública - Aspectos morales y éticos I. Universidad El Bosque. Vicerrectoría de Investigaciones.

Fuente: SCDD 23ª ed NLM. – Universidad El Bosque.  
Biblioteca Juan Roa Vásquez (Abril de 2021) - RR

Colección Complejidad y Salud, Vol. 5

---

# **Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad**

---

Ciencias de la salud y Ciencias de la complejidad

Carlos Eduardo Maldonado

# Contenido

/

Cap. **1**

Cap. **2**

Cap. **3**

---

## **Introducción**

Elementos para una teoría de la salud Pág. 11

---

## **De las máquinas nomológicas a las ciencias de la complejidad**

1.1. Introducción Pág. 26

1.2. Las máquinas nomológicas Pág. 27

1.3. Las ciencias de la complejidad:  
    más allá de las máquinas nomológicas Pág. 30

---

## **De la teoría a los modelos: un nuevo paradigma en la construcción del conocimiento científico**

2.1. Introducción Pág. 38

2.2. Las teorías y los modelos punto de partida  
    en el conocimiento científico Pág. 40

---

## **¿Cómo debe pensar un científico de hoy?** Pág. 48

3.1. Y, ¿qué es la vida? Pág. 52

3.2. Evolución cósmica Pág. 55

3.3. Evolución Pág. 57

3.4. Evolución física, biológica y cultural Pág. 59

# Contenido

Cap. **4**

---

Cap. **5**

---

/

---

/

---



---

**El origen de la vida: de la teoría de la evolución  
hasta las ciencias de la complejidad  
para la comprensión de la salud**

Pág. 66

4.1. El origen de la vida

Pág. 68

4.2. La lógica de los sistemas vivos

Pág. 72

---

**La vida como sistema de complejidad creciente:  
una mirada a los sistemas vivos y la flecha del tiempo  
de la complejidad**

Pág. 77

5.1. La lógica de los sistemas vivos y la flecha  
del tiempo de la complejidad

Pág. 78

5.2. Pensar en procesos, cambios y transformaciones  
de los sistemas vivos

Pág. 84

---

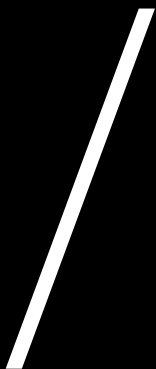
**Referencias**

Pág. 89

---

**Glosario**

Pág. 99



---

# **Introducción**

**Elementos  
para una teoría  
de la salud**

No existe una *teoría de la salud*. Esta es una situación, por decir lo menos, preocupante. ¿Cómo *hacer* salud?, ¿cómo desarrollar políticas de salud?, ¿cómo *cuidar* la salud si no se sabe exactamente qué es “salud”? Un ambiente de familia puede ser inmediatamente caracterizado. En efecto, la medicina es posible, pero no es una ciencia, sino una práctica: una práctica fundamental, pues en muy buena parte, la existencia depende de ella. La Biología no tiene una teoría de la vida, hasta la fecha; existe, desde luego, la teoría de la evolución, pero esta no coincide precisamente con una teoría de la vida; tanto menos cuanto que se trata de una teoría esencialmente incompleta, como el propio Darwin lo reconoció en el último párrafo de la Introducción al *Origen de las Especies por Medio de la Selección Natural* (1859).

Pareciera que es posible hacer ciencia sin teoría, una idea a todas luces insostenible, “pero funciona”. La preocupación por una teoría es determinante. Al fin y al cabo, como es suficientemente sabido, son las teorías las que nos permiten *ver cosas*. Pues bien, debemos poder ver, por primera vez en la historia de Occidente, *salud*; no como un objeto, sino como un problema.

Lo que se sabe de salud es poco y nada en toda la historia de Occidente. Desde su propio nacimiento en la Grecia antigua, Occidente quiso saber solamente de enfermedad. La medicina fue comprendida y definida en términos de enfermedad, lo que no es poco, pero jamás supo directa y expresamente de salud. *Méderi*, etimológicamente fue “medicina que cuida y atiende la enfermedad”, palabras más, palabras menos. Mucho tiempo después, nacerían la enfermería y las terapias, todas medularmente definidas de cara a la enfermedad.

Digámoslo de manera expresa y clara: jamás habrá que darle la espalda a la enfermedad. Sostener lo contrario sería éti-

camente supino, políticamente peligroso, intelectual y epistemológicamente ignorante. A la enfermedad hay que cuidarla, que atenderla, que intervenirla, que superarla, por todos los medios posibles: con mucha y muy buena educación, con mucha y muy buena información, con mucha y muy buena ciencia, y con mucha y muy buena tecnología; sin olvidar muchas y muy buenas políticas públicas de salud. Solo que hoy, y hacia futuro, no es suficiente, debemos saber de salud. De cara al futuro, tan amplio y abierto como quepa imaginarlo. Esta es una exigencia al mismo tiempo ética y epistemológica, al fin y al cabo, la *salud es vida*.

Por eso es imposible saber de salud si antes, o al mismo tiempo, no se sabe de vida. De esta suerte, las ciencias de la vida, *latu sensu*, emergen como *conditio sine qua non* para las ciencias de la salud, también en sentido amplio. Varias ideas se desprenden de aquí. Una comprensión de la vida significa entender que la vida no es una materia determinada –*stuff*–, sino un comportamiento. Se trata, de ese tipo de comportamiento cuyas características más destacables son la autonomía, la autoorganización, la metabolización y la homeostasis. El estudio de la vida corresponde a un dúplice, plano, paralelo y contemporáneo, así: se trata de la vida tal-y-como-la-conocemos, y de la vida tal-y-como-podría-ser-posible. Así, la vida no es única ni principalmente la vida humana, y sí, toda una trama que incluye o comprende la expresión humana de la existencia. En este sentido, la salud no es única y principalmente un asunto humano, sino un problema que comienza mucho antes de los seres humanos, que atraviesa a cada quien, y que termina mucho después de cada uno.

La medicina fue en Occidente siempre un asunto distintivamente humano. Cuando se trató de la medicina de otra clase de seres vivos, se le adscribió un apellido: medicina veterinaria, por

ejemplo. Atávicamente, la medicina fue siempre antropocéntrica, antropomórfica, antropológica. Esta situación comenzó a matizarse –pero nunca a variar-, en el siglo XIX gracias al desarrollo de la bacteriología y la microbiología, con Pasteur y con Koch, en ámbitos distintos. Una puerta para transformar el estatuto clásico de la medicina como una ciencia antropológica fue abierta –muy tímida y parcialmente–, cuando J. Lovelock (1995) formuló, en el marco de la astronomía y la astrofísica, la idea de una medicina planetaria. Omitiré aquí las circunstancias puntuales de una formulación semejante a fin de destacar el núcleo de la propuesta.

\* \* \*

La Tierra no es un planeta en el que hay vida, la Tierra misma está viva. Lovelock (1995) llamó a un planeta semejante Gaia. Nació entonces la hipótesis de Gaia, y posteriormente, la ciencia de Gaia. Estas fueron las bases para el surgimiento de la búsqueda de exoplanetas, un programa de investigación muy exitoso a la fecha, y en cuyo horizonte emerge la exobiología. Pues bien, ¿qué caracteriza a un planeta *vivo*? La respuesta a esta pregunta conduce directamente a la idea de una medicina planetaria.

Un planeta *vivo* es aquel en el que hay fluctuaciones, inestabilidades, turbulencias, que está alejado del equilibrio, que se mantiene, sin embargo, y en el que acontecen procesos en gran escala que cruzan a la Física, la Química y la Biología. Estos procesos han sido denominados ciclos biogeoquímicos. Una medicina planetaria es ciencia de frontera conformada por la síntesis de la bioquímica, la geoquímica, la climatología, la meteorología, la ecología, la biología del paisaje, la deriva continental y la tectónica de placas, la biología de sistemas, en fin, la microbiología.

El antecedente más claro de la idea de una medicina planetaria se encuentra en la obra del científico ruso V. Vernadsky (1997), se trata de la idea misma de biosfera.

Por otro lado, hay un concepto en el que se sintetizan los conjuntos anteriores de procesos: el metabolismo. La Tierra posee un metabolismo, que debe ser reconocido como la base de la homeostasis; sí, la homeostasis del planeta. La Tierra, un concepto fisicalista, adquiere entonces nombres orgánicos: Gaia, Biosfera, Pachamama, Totanzin, y otros más, todo en el marco de una comprensión cultural de la vida.

En otras palabras, y de manera radical, se trata de no ver las relaciones entre vida y planeta como entre contenido y contenedor. Mucho mejor, el planeta está vivo, y como está vivo, no se llama Tierra, que es un concepto físico o fisicalista: se llama, digamos, biosfera, según se prefiera. Y sí, el planeta se enferma, pero también se recupera. El tema de las ciencias de la tierra no es otra cosa que la historia de Gaia, en los últimos 4.500 millones de años, 500 millones de años después de que naciera el sol y mientras se formó el sistema solar. Gaia ha tenido cinco extinciones masivas, estamos actualmente en el curso de la sexta, pero después de cada extinción masiva, la vida ha renacido más fortalecida que antes. En esta historia, hace apenas cerca de 200 000 años, aparecieron los homínidos. Y la historia del *homo sapiens* apenas sí se remonta a alrededor de 40 000 años. La historia de Occidente es apenas el lapso de 2.500 años, mientras que ha habido civilizaciones, pueblos y culturas mucho más longevas.

Con todo ello, la historia de Occidente fue siempre la historia centrada en la enfermedad; el temor a la enfermedad y a la muerte, principalmente. Existen buenos argumentos y justificaciones que explican dicha historia. Vivimos actualmente una

profunda crisis sistémica y sistemática. Quisiera decir que esta crisis no es solamente del neoliberalismo, el capitalismo o la modernidad, se trata de una auténtica crisis civilizatoria. Pues bien, esta crisis resulta, para los efectos de las reflexiones que aquí nos ocupan, en el hecho de que *podemos* y *debemos*, de cara al futuro, pensar no ya única y principalmente en la enfermedad, y ni siquiera en el continuo salud-enfermedad, sino en la salud.

La enfermedad implica una estructura de mente determinista. A la enfermedad hay que determinarla, y de tantas maneras como sea posible: con educación, información, tecnología y ciencia. Naturalmente, a la enfermedad hay que prevenirla, intervenirla. En términos más elementales, la enfermedad se ve, y hay que verla. La salud, por el contrario, implica una estructura de mente indeterminista. A la salud hay que indeterminarla. La salud no se la ve, y ciertamente no con los ojos o con el primado de la percepción natural. La salud no se la puede intervenir, diagnosticar y demás. Más aún, la salud no hay que ir a buscarla –afuera, un auténtico sinsentido–. La salud es el resultado de un encuentro y, por tanto, implica una relación de inmanencia mucho antes que de trascendencia, que fue la actitud más determinante en toda la historia de Occidente. Todo ello, un asunto muy difícil en una tradición en la que se hizo creer que pensar consistía en analizar, a la manera de la Física: la de Aristóteles, la de Galileo o la de Newton. Entonces, pensar la salud es una exigencia ética, epistemológica y civilizatoria. Y es tan importante como pensar la vida, y hacerla posible y cada vez más posible, de todas las formas posibles.

Cuando se hace ciencia –esto es, buena ciencia, o también, nueva ciencia–, el primer objeto de trabajo es el lenguaje. Debemos poder modificar el lenguaje que usamos al mismo tiempo que



nos ocupamos de aquello que constituye el interés y la atención. De lo contrario, no se podrá hacer, nunca, buena ciencia. Pues bien, el lenguaje para decir salud debe ser diferente de aquel, útil y necesario, que empleamos para hablar de la enfermedad. En consecuencia, es falso hablar del continuo salud-enfermedad o de la salud como la ausencia de la enfermedad. La enfermedad es un fenómeno cerrado; por el contrario, salud es un fenómeno esencialmente abierto e indeterminado. En este sentido, una teoría de la salud no puede ser a la manera de cualquier teoría de tipo logocéntrico. En otras palabras, a la enfermedad la vemos desde afuera y podemos explicarla así mismo. En contraste, la salud, como la vida misma, solo se la ve desde adentro, y solo podemos decirla en la medida misma en que la vivimos.

La salud, podemos decir, coincide con la pérdida del yo, o por decir lo menos, con su desplazamiento a lugares muy secundarios. Y entonces, podemos decir que salud, simple y llanamente, consiste en una alegría de vivir (*joie de vivre*)<sup>1</sup>, esto es, saber disfrutar las pequeñas cosas, y saber que toda la vida está hecha de pequeñas cosas: la lluvia en la tarde, el viento de la mañana, el silencio de la habitación, el ruido de la calle; disfrutar todo aquello que la gente normalmente no puede o no sabe disfrutar.

---

<sup>1</sup> La expresión la “alegría de vivir” procede, culturalmente, de Francia, y sus orígenes se sitúan entre el siglo xvii y el xix. Existe en francés otra expresión para designar alegría; culturalmente, la mejor apropiación tiene que ver con el ballet *Gaité Parisienne*, cuya música fue escrita por J. Offenbach en 1938. La primera es una alegría como bajo continuo, si cabe la expresión; la segunda es expresiva y vivaracha. Naturalmente, también existe la expresión de la alegría como felicidad, pero este es otro tema. La alegría de vivir comporta toda una filosofía y una estética. Se trata de esa alegría que no siempre arranca aplausos, pero que sabe del disfrute de la existencia en

Los detalles, las pequeñas, cosas, esas que desde otra perspectiva implican anonimato y vida cotidiana. Por ello mismo, el verbo que alumbra aquí es el de saber, y apunta, mucho más que a la ciencia y la filosofía, a la ignorada en toda la historia oficial de Occidente: la sabiduría. Para vivir, para saber vivir, para vivir bien, se requiere de una pizca de sabiduría. Y esa pizca es la que cada quien sabe o puede o quiere para que la existencia, la vida y el mundo tengan sabor.

Una teoría de la salud –la vida misma– es un tinte de sabiduría. Algo que se dice fácilmente, pero que es muy difícil alcanzar. La salud es sencillamente fruición de la existencia y del mundo, de los demás y de sí mismo, disfrute del momento porque no hay más; porque no existe el pasado ni tampoco el futuro, solo hay un presente viviente, y en eso consiste la alegría de vivir, esa que se dice como salud, pero que se acompaña de un halo de tranquilidad, paz y sosiego, después de haber ganado todas las batallas, o casi; o luego de haber perdido varias guerras y batallas. Y saber, entonces, que todo era vano, aun cuando en su momento no lo hubiera sido.

Es indispensable un saber de vida a fin de poder saber de salud. Es incluso posible que se tengan algunos males o padecimientos y, sin embargo, saberse como no-enfermo. Al fin y al

---

la variedad de sus matices y dimensiones. *La Gaité*, por el contrario, es explosiva, pero episódica. El saber vivir y el vivir bien son alegría como bajo continuo –una expresión clara tanto para Schopenhauer como para Nietzsche, pero en cuya base se encuentra en el Barroco. Simple y llanamente, musicalmente hablando, se trata de un acompañamiento simultáneo. Por tanto, se trata de esa alegría de vivir que acompaña cada actividad y acción en la existencia, y a la salud misma.

cabo, las medidas de la enfermedad son heterónomas, mientras que la vitalidad de la salud es autonomía –autonomía radical–, pura pulsión de vivir.

La medicina fue siempre antropocéntrica, en sentido amplio, forma parte de las Ciencias sociales. Hoy, de cara al futuro, por el contrario, se hace indispensable una medicina planetaria; pues si solo se resuelve la salud humana no se resuelve nada. Por ello mismo la alegría de vivir no comienza en cada quien y tampoco termina allí; se regodea de lo que hay alrededor, de una piedra, un gato que pasa lentamente, un ave en la rama de un árbol, una hoja de árbol que se desprende, una sombra movediza, o también de algunas voces cercanas, sin que importe de qué hablan, por ejemplo.

La verdadera salud no sabe del “no”. Todo lo contrario, disfruta de las cosas que hay y las que suceden, sin más. Es difícil la alegría de vivir, particularmente hoy, en un mundo de cosas, mercancías, *commodities*, *assets* y costo-beneficio. Desde luego que esto no significa que la salud se asimila a la escasez o a la pobreza, sino, al revés, se regodea con la riqueza de cada pequeña cosa, con lo que hay, cómo llega o se va. La riqueza de la vida no se parangona con nada, con ninguna otra cosa. Por esto mismo, todo parece indicar que la mayoría de las personas no saben vivir, y entonces, claro, enferman, envejecen, mueren.

Una teoría de la salud es posible, incluso aunque jamás hubiera sido avizorada en la historia de Occidente<sup>2</sup>. Pero una teoría semejante no habla de pacientes, y mucho menos de su “estado”.

---

<sup>2</sup> Hace poco, muy poco, se ha comenzado a vislumbrar el problema salud. Se trata de esfuerzos, por así decirlo, apenas preliminares; calistenia, podríamos decir. Dos autores que osan alejarse de la enfermedad para mirar la

Se trata de un conocimiento de la salud sabiendo que el cuerpo es bueno y que la naturaleza es buena, y que ellos reparan lo que se puede haber quebrado. La reparación: esa es la función primordial del sistema inmunológico, el único sistema que no está localizado en el cuerpo, y que opera en términos de no-localidad. El cuerpo humano se repara constantemente a sí mismo, y en eso consiste la homeostasis. La naturaleza sabe de errores, pero recuerda, aprende y corrige, y por ello mismo la vida transforma a la materia, y siendo material, es más que la materia misma.

Por todo ello, una teoría de la salud no es logomórfica, y manifiestamente no es a la manera de la Física, más exactamente de la Física moderna. Así, la salud no es un objeto; es, más bien, una experiencia, una vivencia. Objeto, literalmente es todo aquello que está a la altura de los ojos y al frente. Por ello mismo el mundo, la vida, la salud, por ejemplo, no son un objeto y ni pueden serlo. El mundo está alrededor nuestro, abajo, detrás, nos atraviesa incesantemente. El mundo es el nombre de la experiencia de la vida. Pues bien, la fenomenología es filosofía de las vivencias. En un espectro distinto, pero complementario, podríamos decir que las artes en general son el “logos” de las vivencias; esto es, esos lenguajes en los que las vivencias nos dicen cosas, para que las oigamos, incluso aunque no las escuchemos.

---

salud, pero que aún permanecen atados al pasado son Ch. Boorse (1997), y L. Nordenfeldt (1995). En el trasfondo de su trabajo, todo parece indicarlo, se encuentra G. Canguilhem (1966).

\* \* \*

No hay vida en el planeta: el planeta mismo está vivo. Ulteriormente, cabe pensar razonablemente que no hay vida en el universo: el universo mismo está vivo. Si esto tiene sentido, una experiencia de la vida y de la salud no serían distintos a una vivencia del mundo, en toda su extensión y en cada detalle: de las montañas y las playas, de la lluvia o el sol ardiente, de la brisa y los vientos, de la presencia o ausencia de otros; por ejemplo. Asimismo, la alegría de vivir y la experiencia de la salud no serían diferentes a los acontecimientos que hemos aprendido a vivir hace poco, en términos civilizatorios, como las siempre hermosas fotografías de galaxias, cúmulos de nubes, explosiones y demás fenómenos cósmicos.

La gran desconocida de la ciencia moderna es la primera ley de la termodinámica: nada termina, todo se transforma. Literalmente: la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. De cara al tema salud, esto puede interpretarse en el sentido de que cuando hay salud, y cuando se vive de cara a la salud, no hay tristezas ni penas, no hay momentos aciagos ni lúgubres: todo es un proceso de creación incesante en el que la vida se afirma a sí misma, en ocasiones, de formas mágicas o misteriosas. La ciencia jamás supo de misterios, pero las artes siempre supieron convivir con ellos. Por eso no hay adentro y afuera, como tampoco hay arriba y abajo. Lo mismo que está abajo está arriba, sostenía con acierto, Heráclito, el de Éfeso. Las cosas verdaderamente no comienzan y terminan, en realidad, nunca empiezan, o nunca terminan de empezar, y nunca acaban, o nunca terminan de acabar.

La alegría de vivir, en eso es en lo que consiste exactamente la salud: no es otra cosa que aprender a vivir sin miedo. Las en-

fermedades se alimentan de miedo (no solamente de miedo, es cierto), y el miedo vuelve servil a las personas. Toda la tradición moderna está asentada en el miedo, como con razón lo vio el contractualismo clásico, Hobbes y Locke, entre ellos. Vivir sin miedos produce salud y nos regocija con las cosas del mundo y de la vida, especialmente con todas las pequeñas cosas. Vivir sin miedo, este es el nombre de la verdadera libertad, por eso mismo no hay casi gente libre. Hay gente con sentido de pertenencia, gente con espíritu gregario (Nietzsche), gente con adscripción a poderes, empresas, corporaciones, ejércitos o iglesias, entre otras.

\* \* \*

Así las cosas, es posible una teoría de la salud. Una teoría semejante es una teoría de posibilidades, de potencialidades, de probabilidades, tres maneras diferentes de apuntar en una misma dirección. Lo real, en cualquier acepción de la palabra, ha sido reducido a ser solo un momento de un espectro más amplio que lo comprende y lo hace posible. Al fin y al cabo, lo que alimenta a la vida no son solamente los recuerdos o las fruiciones intemporales, sino, además y principalmente, las indeterminaciones. La vida se define, para los seres humanos, por todo lo que aún no podemos, lo que aún no somos, lo que aún no conocemos, lo que aún no hemos alcanzado, por ejemplo. La ciencia en general no se mueve, en absoluto, en dirección a lo conocido. Por el contrario, el movimiento de la ciencia es de lo conocido hacia lo desconocido.

La ciencia en general consiste en hacer visible lo invisible. Y en la misma dirección, se trata de decir lo que aún no podemos decir, incluso aunque jamás terminemos de decirlo. Hoy el con-

cepto de verdad en la ciencia de punta es “investigación”. Y la investigación es un proceso, un movimiento; nunca un estado, una posesión o un hecho consumado. Solo que este reconocimiento no es exclusivo de la ciencia, las artes en general pueden afirmar algo semejante. Como se observa, se trata, a toda costa, de evitar caer en “las dos culturas”, para usar la expresión, ya clásica, de C. P. Snow (1949).

Podemos terminar esta reflexión en el siguiente sentido: si en un plano es necesaria una medicina planetaria, en el otro plano, concomitantemente, es indispensable una teoría que comporte elementos al mismo tiempo científicos, filosóficos y estéticos. Todas las teorías son distintivamente racionales y cognitivas; naturalmente, existen también algunas teorías estéticas. La disyunción de ambas poco contribuye a la comprensión y explicación de la vida tanto como a su posibilitamiento y exaltación, y, *a fortiori*, a la salud. Una teoría de la salud no está muy distante de una teoría de la vida y los sistemas vivos. Pero una teoría semejante deberá ser el entramado de componentes y articuladores racionales y estéticos. Al fin y al cabo, se trata de pensar la salud, pero también de experienciarla, de vivenciarla. El futuro, por indeterminado, siempre es más rico y pleno que el presente.

1

---



---

# **De las máquinas nomológicas a las ciencias de la complejidad**

*Las leyes que describen este mundo son un mosaico, no una pirámide.*

Nancy Cartwright

## 1.1. Introducción

El presente capítulo se desarrolla bajo un núcleo teórico, el libro *The dappled world. A Study of the Boundaries of Science* (2005) de Nancy Cartwright, específicamente el capítulo 3, “Nomological machines and the laws they produce”. El objetivo es describir la pregunta acerca de los límites de la ciencia, así como enmarcar la importancia de las ciencias de la complejidad como ese campo científico que va más allá de las leyes que generan las *máquinas nomológicas* y su limitado alcance, es decir, los límites de la ciencia clásica positivista *per se*.

Nancy Cartwright, nace en 1944, en la ciudad de New Castle, estado de Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica, es licenciada en matemáticas de la Universidad de Pittsburgh y doctora en filosofía de la Universidad de Illinois en Chicago, ha sido profesora en las universidades de Maryland y Stanford y en la Escuela de Economía de Londres. Es catedrática de las universidades de Cambridge, UCLA, Princeton, Pittsburgh, Caltech y Oslo.

Las preocupaciones de Cartwright no son los problemas de escepticismo, inducción o demarcación; le preocupa cómo la ciencia real alcanza los éxitos que logra, y qué tipo de presuposiciones metafísicas y epistemológicas se necesitan para comprender ese éxito (Hofer & Cartwright, 1993). Lo anterior motiva la crítica al enfoque “legalista” de la ciencia, puesto que, desde esta perspectiva, el mundo real es un mundo ordenado donde reinan las leyes que, desde una visión lineal, ajustan los fenómenos a la ley imperante. (Ivarola, 2016).

Esta visión es el legado de aquellos filósofos de la ciencia que toman a la Física como modelo a seguir. Cartwright (2005)

asume un mundo dotado de capacidades estables y de máquinas generadoras de conjunciones constantes de eventos que tienen lugar en tanto se cumplan determinadas cláusulas *ceteris paribus*; pero el mundo no es así, el mundo es “moteado”, en su esencia, es complejo. La autora ha estado guiada por la filosofía general de la ciencia, con lo que expone fundamentalmente tres tesis: (i) instrumentalismo teórico; (ii) realismo causal – “causalidades”, y (iii) la metafísica de los “retazos” (Suárez, 2009).

Cabe destacar que Cartwright impulsó la necesidad de las ciencias de la complejidad al aseverar que el mundo es tanto “moteado” como “desordenado” (García, Ivarola, & Szybisz, 2018) y, por lo tanto, el estudio de fenómenos complejos debía abordarse desde otro paradigma que no se fundamentara en máquinas nomológicas y las leyes que estas generan. Perceptiblemente, la realidad supera la posibilidad de análisis desde la causalidad de tipo “lineal”. A su vez, Ivarola (2015) planteó que el enfoque de las máquinas nomológicas es en gran parte inadecuado para comprender la lógica de los procesos socioeconómicos, lo que es incompatible con los sistemas sociales.

## 1.2. Las máquinas nomológicas

Según Cartwright (1983), la explicación de un fenómeno requiere construir un modelo, por lo cual, las leyes se aplican a los objetos del modelo, más no a los fenómenos de estudio, es decir, los objetos llevan la apariencia de lo real, más no sus cualidades ni la sustancia propia de ellos. En este sentido, y en ese limitado alcance, se hacen necesarias las máquinas nomológicas, pues

Cartwright (1983) establece que las leyes fundamentales no gobiernan los objetos en una realidad específica, solo los gobiernan en los modelos propiamente dichos.

Así, para Cartwright (2005) las leyes son “descripciones de lo que ocurre regularmente, no asociaciones regulares o causas singulares que ocurren con regularidad” (p. 49), por lo tanto las leyes no se consideran como asociaciones necesarias entre cantidades resultantes de la medición, sino que se sostienen como consecuencias de operaciones repetidas. En consecuencia, las condiciones son dadas a través de una máquina nomológica, cuya finalidad es básicamente reconstruir las leyes. La idea del mundo es que existe un cambio interactivo que vincula un gran número de relaciones causales (Cartwright, 2005). Por ello, se requiere de un “arreglo” o un “acuerdo” que produzca un orden –leyes–: máquina nomológica (McCall, 2006).

Una máquina nomológica es "una disposición fija (suficiente) de componentes, o factores, con capacidades estables (suficientes) que en el tipo correcto de ambiente estable (suficiente), con operaciones repetidas, darán lugar a la clase de comportamiento regular que tenemos en nuestras leyes científicas” (Cartwright, 2005, p. 50). Sin embargo, es necesario aclarar que las máquinas nomológicas no tienen la función exclusiva de crear leyes. Según Cartwright (2005), existen las capacidades naturales, la naturaleza de las cosas, para desarrollar propiedades bajo algunas condiciones, es decir, estas leyes se obtienen debido a la repetición de un sistema de componentes con capacidades estables en circunstancias particularmente afortunadas, fundamentalmente a partir de las máquinas nomológicas. Así, una máquina nomológica es un concepto filosófico, es una forma de categori-

zar y comprender lo que sucede en el mundo (Cartwright, 2005; Hetherington, 2019).

Para Nicolis & Prigogine (1994), las ciencias de la complejidad estudian los fenómenos de complejidad creciente –fenómenos que se adaptan y aprenden–, por tal razón, las ciencias de la complejidad no se ocupan de la totalidad de los fenómenos y sistemas presentes en el mundo, y esto responde a que no todos los fenómenos son complejos, por ende las ciencias de la complejidad no se interesan por los fenómenos, sistemas y comportamientos lineales, es decir, las ciencias de la complejidad no trabajan con la inducción y la predicción, las ciencias de la complejidad no trabajan con máquinas nomológicas (Ivarola, 2015; Maldonado, 2014; Maldonado & Gómez, 2010).

En este sentido, la toma de decisiones es un proceso crítico cuando se establece en el marco de las ciencias sociales y humanas, pues requieren de una comprensión del fenómeno. Por ello, los fenómenos sociales van mucho más allá de poder ser explicados por la vía de la fragmentación del problema, lo que Maldonado & Gómez (2010a) denominan problemas no polinomiales, ya que no existe un tiempo polinomial que pueda resolverlos. Así mismo, en términos algorítmicos, los problemas que no cumplen con la característica anterior, son denominados polinomiales, es decir irrelevantes, Maldonado & Gómez (2010a) plantean que los problemas polinomiales pueden ser resueltos por una máquina determinista, una máquina nomológica. Básicamente, bajo este enfoque se presenta como resultado una limitada comprensión de un fenómeno complejo.

En términos de causalidad, los sistemas polinomiales presentan una causalidad lineal, lo que García, Ivarola & Szybisz

(2018) denominaron sistemas simples. No obstante, esto implica que las redes de interdependencias entre factores causales rompan la linealidad y generen que el sistema deje de ser simple, es decir, estas redes responden a una causalidad no lineal. Para los sistemas sociales y humanos, una visión lineal causa-efecto, o una máquina nomológica, no permite resolver el problema ni comprender el fenómeno (García *et al.*, 2018).

### **1.3. Las ciencias de la complejidad: más allá de las máquinas nomológicas**

Las máquinas nomológicas suponen una causalidad del tipo lineal. Por tal razón, el abordaje de las relaciones causales e interacciones permite diferenciar dos tipos de sistemas: los sistemas simples y los sistemas complejos. Los sistemas simples asumen una causalidad de tipo “lineal”, esto es una causalidad en la que no existen interdependencias entre los elementos participantes y en la que no importa el número de elementos interactuantes. Ahora bien, el hecho de que sean simples no significa que sean sencillos, sin embargo, pueden llegar a entenderse en aislamiento, pero esto es ideal en razón a la determinación de cumplimiento de ciertas condiciones previas obligatorias. Así, el funcionamiento del sistema en estas condiciones se puede representar y comprender sin considerar las condiciones del medio ambiente o el entorno en el que este sistema opere, es decir que se desprecian los factores relacionados que interactúan con dicho mecanismo, por lo que las máquinas nomológicas no pueden ser más que manifestaciones de los sistemas simples (García *et al.*, 2018).

De acuerdo con Hoefer (2008), la visión de Cartwright coincide con la idea básica del mecanicismo, sin perder de vista las leyes que surgen de las máquinas nomológicas, las cuales solo son reales y expresan exclusivamente lo que la máquina nomológica permite expresar: básicamente, configuraciones naturales que son expresadas consensualmente por la mano del hombre mediante la integración de una estructura estable y blindada de influencias exógenas que pueden modificar los comportamientos regulares de estas leyes.

En el contexto de las leyes de regularidad, la idea central es que en estas se presentan regularidades constantes de eventos causales “*si X entonces Y*”, lo que Ivarola (2015) señala como inadecuado por dos razones: porque no valen universalmente y porque son formulación del tipo “caja negra”, que no exhiben el poder generativo que tiene X para que produzca Y. Por tal razón, es una regularidad –secuencia observable de eventos– y la ciencia no debería centrarse solo en el registro de Y, sino que debería también explicar el mecanismo que conduce del fenómeno X al fenómeno Y, esto es una limitación.

Estas limitaciones son los problemas de la ley de regularidad, por lo cual Cartwright (2005) identifica algunos elementos: existe una relación con la agrupación a leyes causales que no pueden reducirse a reclamos sobre asociación; con la regularidad, que es escasa y distante entre sí, y con las propiedades sensibles y medibles, que producen mediciones sin sentido.

Por otra parte, Cartwright (2005) plantea un concepto de capacidad fundamentado en una distinción tripartita: la existencia u obtención de una capacidad, su ejercicio y sus resultados manifiestos. Por ejemplo, la gravedad es la capacidad que tienen

los cuerpos con masa de ser atraídos entre sí, y esta capacidad funciona como una contribución estable que considera la existencia de un solo universo. Sin embargo, Ivarola (2015) argumenta que en el supuesto de que un sistema no presente dos objetos, la gravedad como capacidad no puede ejercitarse nunca, razón por la cual las máquinas nomológicas son sistemas cerrados conformados por capacidades estables y protegidos de cualquier influencia externa a que haya lugar (Cartwright, 2005).

De acuerdo a lo anterior, el concepto de máquina nomológica puede ser útil para las Ciencias naturales, pero no parece serlo para las Ciencias sociales, en las que no prevalecen las capacidades, sino los resultados de final abierto o árbol de posibilidades, es decir, no existe una conducta predeterminada por parte de las personas, ya que estas pueden tomar distintas decisiones que responden a sus propias expectativas, la consideración de eventos futuros, de interpretación de las señales del mundo, etc. De acuerdo con esto, la construcción de máquinas nomológicas en los sistemas sociales no parece plausible (Ivarola, 2016).

Desde la perspectiva de la inoperancia de las máquinas nomológicas en Ciencias sociales, para el caso de la salud pública este constructo se hace evidente, ya que una perspectiva de trabajo en este sentido no permitiría hacer un abordaje correcto en el marco de la salud y, por ende, emerge la necesidad de involucrar una visión más amplia. De acuerdo con Kuhn (2013), el desarrollo de la ciencia es “un proceso comparado frecuentemente a la adición de ladrillos a un edificio, los científicos han ido añadiendo uno por uno hechos, conceptos, leyes y teorías al caudal de información que proporciona el libro de texto científico contemporáneo” (p. 269).



Por otro lado, las ideas de progreso y desarrollo están íntimamente relacionadas con la ciencia, es así como los distintos sucesos se articulan para construir el concepto de ciencia como un cuerpo estructurado de conocimientos que avanzan significativamente con la técnica. Ahora bien, los avances de la ciencia en la actualidad son innegables y, en cierto modo, no pueden ser debatidos. También es cierto que la interpretación bajo la cual se desarrolla el paradigma científico es una interpretación, entre otras muchas, y que contempla solo una parte del horizonte que entendemos como “real”. Es por ello que intentar explicar lo “real” bajo un modelo se halla limitado por la propia interpretación y, por tanto, esta visión es, en muchos casos, parcializada (Castro, Moreno, Silva, & Vaca, 2016).

Algunas posturas han cuestionado el método inductivo, como lo ha expuesto Popper en la segunda edición de su libro *La lógica de la investigación científica* (2008), al manifestar que se “pueda pasar por un razonamiento de la verdad de enunciados singulares a la verdad de teorías. No he supuesto un solo instante que, en virtud de unas conclusiones ‘verificadas’, pueda establecerse que unas teorías sean ‘verdaderas’, ni siquiera meramente ‘probables’” (p. 33). En consecuencia, el método inductivo manifestado por el positivismo en la adquisición del conocimiento en la ciencia, no devela la realidad, y ello es una limitación.

El ejercicio de exponer los límites de las máquinas nomológicas plantea que la realidad no responde a las interpretaciones dadas hasta el momento, y permite reinterpretar la comprensión y las estructuras que la sostienen. En este sentido, sería necesario ver el horizonte de lo real con unos nuevos ojos, bajo un marco distinto de interpretación que pueda ajustarse, si bien no comple-

tamente a la realidad, por lo menos más cercano a esta y, sobre todo, a los fenómenos sociales y términos de la salud pública.

Así mismo, pensar la complejidad equivale exactamente a pensar en posibilidades y en sus modalidades o modelizaciones, lo cual implica pensar, incluso, en lo imposible, como una tematización explícita y consciente. La visión desde la complejidad permite aproximar el fenómeno de estudio a través de las interacciones en una red interdependiente, y no necesariamente de los elementos singulares que las componen. Se rompe así cualquier visión lineal de causa-efecto. La estructura compleja en la que operan los agentes es dinámica, cambia en el tiempo, sea porque aumenta la cantidad de elementos, sea porque se adapta a nuevas formas de interacción entre los elementos, sea porque hay mayor interdependencia con su entorno (García *et al.*, 2018).

De esta manera, el paradigma de la complejidad es un marco integrador de las perspectivas ética, cognitiva y conativa en un esquema retroactivo que se genera de forma dinámica en la interacción entre elementos. Una epistemología de la complejidad lleva a establecer una salud pública de la complejidad aún incipiente, y debe ser contemplada para la formación de futuras generaciones científicas.

En un sentido amplio y no determinista, Gadamer (2007) plantea que toda comprensión es un interpretación. Congruentemente, Castro *et al.* (2016) expresan que conocer se asienta sobre la premisa de nuestras propias capacidades, nuestras propias limitaciones, nuestro entorno y un sinnúmero de elementos que determinan toda comprensión. Sin embargo, una interpretación es una entre otras muchas interpretaciones y nos insta a cuestionarnos por la verdad temporal, por la objetividad relativa del conocimiento. A esto, Maldonado (2017b) argumenta que es así

como las teorías científicas constituyen el ser mismo de los fenómenos en general, en cuanto que un fenómeno, comportamiento o sistema no es tal si no encuentra una explicación al interior de un modelo teórico. La teoría no simplemente contiene y expresa el ser mismo de las cosas, sino, además, arroja luces de comprensión acerca de lo que sucede en el mundo e, incluso, acerca de lo que deja de tener lugar.

Finalmente Maldonado (2011) plantea que estudiar la salud requiere de nuevas epistemologías que permitan comprender mejor la complejidad de las Ciencias humanas. Es en este punto donde la salud pública comienza a dialogar con las Ciencias de la complejidad e impera la posibilidad de generar nuevas perspectivas de los fenómenos complejos superando el contexto de las máquinas nomológicas y sus leyes: la salud no responde de forma alguna a una máquina nomológica.

2

---

---

**De la teoría a  
los modelos:  
un nuevo  
paradigma en la  
construcción del  
conocimiento  
científico**

## 2.1. Introducción

La imagen del mundo reflejado de la manera cómo funcionan las leyes de la ciencia moderna, como nos lo enseña el empirismo, permite observar algunas características ordenadas con precisión, otras con regularidad aproximada y otras de diversas maneras. Para Cartwright (1999), este mosaico de leyes tiene sentido, por ser producciones muy especiales de la naturaleza que requieren detalles y arreglos trascendentales para su generación.

Es así como en la actualidad, nos encontramos ante un desafío permanente con respecto a la naturaleza de la ciencia moderna, por lo que resulta necesario ampliar el camino hacia una visión innovadora en la que se reconozca que la filosofía de la ciencia, así como la ciencia misma, no tiene preguntas finales, sino que mantiene la marcha en continua evolución. Resulta necesario, entonces, comprender que vivimos en un mundo que es moteado y que las leyes que lo describen son un mosaico, no una pirámide; esto en razón al marcado número de diferencias existentes entre la realidad y la naturaleza, las cuales se encuentran enmarcadas por diferentes comportamientos (Cartwright, 1999). Estamos en un planeta donde la variación es la constante y da paso a diversas consecuencias filosóficas dentro de un desorden aparente (Frigg & Hartmann, 2018).

En este sentido, durante las últimas décadas la noción de modelo ha cobrado un peculiar interés en el ámbito de la filosofía de la ciencia (Dieguez, 1996). Disputando el papel protagónico que las teorías cumplieron durante el siglo xx, los filósofos de la ciencia han comenzado a reconocer en los modelos un recurso metodológico fundamental e indispensable de la ciencia moderna. Este proceso implicó un desplazamiento respecto de aque-

llas perspectivas tradicionales que no consideraban los modelos como articuladores del conocimiento científico y que desconocían aquellos casos en los que los modelos no podían concebirse como simples derivaciones de las teorías (Díez Calzada, 1997).

Por consiguiente, la filosofía de la ciencia consiste en adoptar una postura científica y analizar los modelos de las teorías, estableciendo cómo son y cómo funcionan, especialmente cuando son teorías exitosas y se cree en ellas. En el caso de la Física, se trabajan conceptos abstractos que tienen un considerable poder deductivo, pero cuya aplicación está limitada por los modelos concretos que vinculan estos conceptos con el mundo. Es así como las leyes de la Física se aplican solo donde encajan sus modelos, y eso, aparentemente, incluye solo un rango muy limitado de circunstancias. El éxito empírico de las mejores teorías físicas justifica la defensa de su contenido de verdad (siempre con matices), pero no su universalidad. Así, las leyes se aplican solo donde los modelos encajan (Cartwright, 1999).

En este sentido, los modelos y las teorías son fundamentales para la construcción del conocimiento, pero son consideradas entidades autónomas, por lo tanto, los modelos hacen las veces de agentes intermediarios entre las teorías y los fenómenos del mundo físico, y se convierten en agentes necesarios para describir el mundo desordenado y moteado en el que vivimos, dominado por diferentes propósitos. El siguiente texto examina la construcción del vínculo entre las teorías y los modelos propuestos por Cartwright (1999).

## 2.2. Las teorías y los modelos punto de partida en el conocimiento científico

Las doctrinas sobre la relación de los modelos con la teoría se presentaron de 1960 a 1990 (Cartwright, 1999), y pasaron fundamentalmente por tres periodos: el primero, denominado periodo clásico, vigente hasta finales de la década de los 60, establece la llamada concepción heredada; el segundo, el periodo historicista, dominante en la década de los 70 y principios de los 80, propuso teorías concebidas como proyectos de investigación, y el tercero, periodo semanticista, que inició a finales de la década de los 70 y se extiende hasta nuestros días, concibe las teorías como entidades modelo-teóricas (Díez Calzada, 1997). Los dos primeros periodos constituyen una concepción tradicional de las teorías científicas en las que estas representan lo que ocurre en el mundo. Para la visión semántica esto significa que los modelos representan lo que sucede (Cartwright, 1999).

Ahora bien, la concepción heredada admitía las teorías empíricas como cálculos axiomáticos parcialmente interpretados. Las leyes de la teoría (aquellas leyes que no se deducen de otras) son los *axiomas*, los enunciados básicos primitivos de la teoría. Así, los términos no lógico-matemáticos con los que se formulan los axiomas son los *términos teóricos* primitivos. De estos axiomas, formulados con el vocabulario teórico primitivo, el resto de las afirmaciones teóricas se deducen como teoremas. Este es el esquema básico de toda teoría axiomática (Díez Calzada, 1997).

En este sentido, si la teoría es empírica y no solamente matemático-formal, debe haber una conexión de los términos teóricos, introducidos por el cálculo axiomático, con situaciones empí-



ricas (Cartwright, 1999). Esta conexión se realiza mediante ciertos enunciados que vinculan los términos teóricos con términos observacionales; estos enunciados son las *denominadas reglas de correspondencia*, las cuales cargan de contenido empírico los términos del formalismo axiomático abstracto (Aboites, 2017).

Por otro lado, para la concepción semántica, las teorías son conjuntos de modelos, como sistemas o estructuras, constituidos por una serie de dominios básicos, relaciones y funciones sobre ellos. Un modelo expresa la pretensión de que nuestra teoría representa adecuadamente la realidad, esto es, que nuestros modelos se aplican bien a los sistemas a explicar (Cartwright, 1999). Así es como la teoría dice cómo es el mundo, esos pedazos del mundo de los que quiere dar cuenta en su ámbito de aplicación específico (Suárez, 2009).

Sin embargo, para que la teoría pueda representar la realidad requiere de una articulación entre ella, los modelos y el mundo real (Cartwright, 1999). Esta articulación es posible gracias a los enunciados, que se encuentran contenidos en la formulación misma de la teoría y no están en conexión directa con el mundo real, sino que se conectan indirectamente con el mundo a través de los modelos (Suárez, 2009). Así, los enunciados definen los modelos, y los modelos están directamente conectados con el mundo físico a través de una relación de semejanza (Cartwright, 1999).

De este modo, el enfoque semántico se apartó de los cálculos lógicos abstractos y se dirigió hacia las estructuras matemáticas. Incluso, la experimentación fue vista como la continuación de la construcción de teoría por otros medios (Accorinti & Martínez, 2016). A través del análisis de representaciones científicas, centrado en los modelos, el enfoque semántico proporcionó una descripción más exacta de la práctica científica real que la del en-

foque sintáctico (Cartwright, 1999). En este sentido, se manifestó la prioridad de la teoría y la consecuente dependencia de los modelos. Desde esta perspectiva, el conocimiento científico estaría cifrado en las teorías, mientras que los modelos serían instancias aplicativas de ellas (Díez Calzada, 1997).

Cartwright (1999) rechaza la visión recibida de las teorías científicas, como sistemas axiomáticos en los lenguajes formales, porque carecen de poder expresivo. También, descarta la visión semántica de las teorías pues considera a los modelos como constitutivos de estas últimas. En cambio, adopta la visión de los modelos como mediadores entre la teoría y el mundo real.

### **2.2.1. Principios de puentes y modelos mediadores**

En la ciencia existen teorías que forman conjuntos de modelos demarcados de distintas maneras, pero no limitados a un lenguaje formal para especificar exactamente cuáles son los modelos que median entre las teorías y el mundo. Cartwright (1999) los clasifica en dos: primero, los modelos interpretativos, en los que las leyes de las teorías resultan verdaderas, y segundo, los modelos representativos, “[...] que construimos con la ayuda de una teoría para representar arreglos y cosas que tienen lugar en el mundo –o podrían hacerlo bajo las circunstancias apropiadas” (p. 181). Existen diferentes tipos de modelos aplicados de acuerdo con el propósito, desde las heurísticas de Hesse’s y Lakatos para el cambio de teoría, hasta los modelos de Morrison como herramientas contextuales para la explicación y la predicción.

Por consiguiente, los modelos representativos pueden constituir situaciones específicas, y para hacerlo, pueden ir más

allá de la teoría en la forma en que están contruidos (Cartwright, 1999). Esto significa que la teoría no es la única herramienta para la construcción de modelos; otras herramientas de este tipo pueden ser, por ejemplo, los instrumentos científicos o las técnicas matemáticas (Suárez, 2009). Así las cosas, no solo las teorías ya no representan al mundo a través de modelos, no lo representan en absoluto (Suárez, 2009).

A su vez, los modelos interpretativos son modelos que están establecidos dentro de la teoría misma (Cartwright, 1999). A través de los *principios puente*, los términos abstractos de una teoría se pueden hacer más concretos en un modelo interpretativo estableciendo un vínculo entre la teoría abstracta y el modelo, mientras que los modelos representativos crean el vínculo entre el modelo y el mundo. Por ello, parece que los modelos representativos *pueden ser*, pero no *tienen que ser*, modelos interpretativos (Suárez, 2009).

Esto es así en la medida en que los modelos interpretativos hacen que las nociones abstractas que aparecen en las teorías sean más concretas, y en ese sentido, pueden servir para representar ciertas situaciones que caen bajo la teoría (Cartwright, 1999). Los modelos interpretativos, entonces, tienen la función de representar ciertas situaciones teóricas, y estas pueden o no ser similares a las situaciones reales. Los modelos representativos, a cambio, no necesitan y no tienen esta función interpretativa para "ajustar" las teorías (Suárez, 2009).

En esencia, Cartwright (1999) defiende que los modelos que vinculan teorías y experimentos cumplen las tres funciones adscritas por los neopositivistas a los llamados *principios puente* (*bridge principles*). Primero, dotan a las teorías de contenido real, de otra manera las teorías serían simplemente sistemas formales,

carentes de significado empírico; segundo, permiten otorgar empíricamente el valor de verdad de las teorías, que sin la contribución de los modelos, no serían susceptibles de comprobación experimental; tercero, mediante la aplicación de esas teorías a múltiples fenómenos, permiten entender el poder explicativo de ellas (Suárez, 2009).

Esta visión resulta mucho más realista para el conocimiento científico. Al contrario de lo que pensaban los positivistas lógicos, el conocimiento científico no se articula en un lenguaje lógico que vincula el vocabulario teórico y el observacional (Aboites, 2017). Dicho de otra manera, la ciencia utiliza modelos estructurados en torno a nociones irreduciblemente causales para dotar de contenido empírico a nuestras teorías formales (Cartwright, 1999). Al respecto, los principios fundamentales de las teorías de la Física no representan lo que sucede; en otras palabras, la teoría proporciona relaciones puramente abstractas entre conceptos abstractos: nos dice las "capacidades" o "tendencias" de los sistemas que caen bajo estos conceptos. Ningún tipo específico de comportamiento es fijo hasta que esos sistemas se ubican en situaciones muy específicas (Cartwright, 1999).

Para resumir, se tienen diferentes tipos de teorías, a saber: las teorías coherentes las cuales son concluyentes y completas, su tesis radica en que todas las explicaciones de un fenómeno deben coincidir de forma exacta. Es este tipo de teorías son las que han existido a lo largo de la historia de la humanidad occidental, sin embargo, gracias a la metateoría de las lógicas no clásicas, hoy en día, ya se considera posible, e incluso necesario, que una teoría científica no sea una teoría coherente o completa. (Maldonado & Gómez Cruz, 2010b). Por otro lado, están las teorías inconsistentes, las paraconsistentes y las subdeterminadas, estas son teorías

no aceptadas a la luz de la tradición, de la ciencia normal, las cuales aún predominan. Dichas teorías permiten pensar el mundo, la naturaleza y la misma vida en una forma diferente, indeterminada, entendiendo posibilidades. Piensan en sistemas vivos, en que cada sistema tiene su propia complejidad y ninguno es equivalente a otro (Maldonado, 2019a).

Es así como con las teorías completas o coherentes, al basarse en el aparato deductivo, poponen una visión general de la realidad, contrario a lo que sucede con las teorías inconsistentes, paraconsistentes y subdeterminadas, ya que estas permiten una visión particular de la misma e ignoran lo general. Como se mencionó previamente, consideran posibilidades, habilidades, y permiten el conocimiento y la comprensión del mundo moteado en el cual vivimos.

En conclusión, la teoría fundamental no representa nada (Suárez, 2009). Únicamente hay cosas y las formas reales en que se comportan, y estas están representadas por modelos construidos con la ayuda de todos los conocimientos técnicos y dispositivos que tenemos. La teoría juega aquí su propio papel, pequeño e importante, pero es una herramienta como cualquier otra.

Las ciencias de la vida pueden ser pensadas desde la teoría cuántica a partir de la construcción de modelos, lo que incluye las mínimas características que la teoría pueda tratar en una forma de principios. Es posible que exista toda la confianza en nuestra teoría, específicamente en las situaciones a las que nuestros modelos se aplican claramente. Sin embargo, como lo argumenta Cartwright (1999), creer que una teoría es el único enfoque de un determinado tema hace probable que los científicos pasen por alto e ignoren otros enfoques basados en leyes y supuestos alternativos. Es lo que la autora denomina “estrecha mentalidad”, que conduce

posiblemente a consecuencias devastadoras en lo social y, por ende, en la salud. Una metodología orientada a la unificación no es la mejor para captar lo que está sucediendo en el mundo que nos rodea, el mundo desordenado y moteado en el que vivimos y que deseamos mejorar (Hartmann & Hoefler, 2008).

Contemplar la posible ruta de la ley teórica (o explicativa) a la realidad a través del modelo, y luego, del modelo a las leyes fenomenológicas –esto es, al conjunto de explicaciones que tienen una base descriptiva–, es tal vez una de las propuestas para entender la naturaleza. Esto implica que las leyes fundamentales de la Física no se refieren a los objetos del mundo real, sino a los objetos en modelos, y que las pruebas de estas leyes son posibles mediante la construcción de análogos especificados por las leyes fenomenológicas. Cartwright (1999) nos invita a repensar la objetividad, la causalidad y el realismo desde los modelos teóricos si queremos entender las dinámicas de la ciencia de nuestros tiempos.



3

---



---

# ¿Cómo debe pensar un científico de hoy?

*“Heráclito de la antigua Grecia  
(filósofo de hace veinticinco siglos) tenía razón: todo fluye,  
nada es permanente excepto el cambio.  
Es quizás la mejor observación que alguien haya hecho”*

Eric Chaisson

Los vertiginosos avances de la ciencia han dejado atrás al filósofo, al teólogo y a las otras figuras adustas que contribuyeron en la creación de una nueva ciencia interdisciplinar, estos apresurados cambios en el conocimiento suscitan el interrogante: ¿cómo debe pensar un científico hoy? Para comenzar, es necesario considerar que han existido hasta la fecha tres revoluciones científicas, como un esfuerzo para solucionar las anomalías y los paradigmas dominantes.

La primera revolución, a saber, fue el comienzo de la ciencia clásica, que reunió nombres como: Francis Bacon, Roger Bacon, Thomas Hoobes, René Descartes, Galileo Galilei, Andrea Vesalius, Antón van Leeuwenhoek, para llegar finalmente a Albert Einstein. La segunda revolución es la Física cuántica, en la que podemos subdividir dos momentos: el primero inició en 1900, con figuras como Paul Dirac, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, entre otros, que se vio interrumpida para dar lugar al proyecto Manhattan y culminó en 1945, con la devastación de Hiroshima y Nagasaki (Maldonado, 2019c). La segunda etapa fue el resultado de los trabajos de investigadores como David Bohm y Richard Feynman, Christopher Fuchs y John Bell, que trabajaron sobre los cinco dominios de la teoría cuántica: Química cuántica, Física cuántica, Biología cuántica, Ciencias sociales cuánticas y todas las tecnologías basadas en comportamientos cuánticos. La tercera revolución incorpora las Ciencias de la información y el procesamiento de información, que incluye la genómica, la proteómica, la computación cuántica, naturalmente, la inteligencia y la vida artificiales. A la tercera revolución también pertenece la epigenética y, en general, las ciencias de la complejidad. Es importante aclarar que la segunda revolución científica se complementa con la tercera dentro de un marco de interdisciplinariedad, que se ar-

ticula perfectamente con inicio de nuevas y distintas formas de relacionarse con la naturaleza y el universo (Maldonado, 2019c).

Luego de estas apreciaciones de orden general, podríamos empezar a profundizar en la discusión sobre cómo debe pensar un científico hoy. *Pensar* no es exclusivo de ninguna disciplina, su avance no es a través de la vía acumulativa. Por el contrario, la evolución en el pensar sucede de dos formas: por medio de rupturas y quiebres, y por medio de síntesis. El primero de los modos ha ocupado la atención de investigadores y teóricos; contrario a ello, los avances por vía de síntesis no han ocupado un lugar tan visible en los estudios y reflexiones (Maldonado, 2015).

Pensar en síntesis ha constituido, sin la menor duda, una de las formas más importantes de alinear la historia. En nuestros días, cuando emerge la sociedad de la información y el tránsito de esta a la sociedad del conocimiento, encontramos un pensamiento trans y multidisciplinario, que crea un diálogo de saberes, con un alto y refinado espíritu crítico. Jamás hubo tantos científicos e investigadores y tantos ingenieros y técnicos como en nuestro tiempo, con el consecuente crecimiento exponencial e hiperbólico del conocimiento (Maldonado, 2015).

De hecho, las revoluciones científicas suceden a través de dos caminos distintos. Por un lado, se trata del trabajo que logra realizar grandes síntesis, no obstante, son pocos los investigadores que alcanzan a visualizar este objetivo, pues, la inmensa mayoría es minimalista. Y, de otra parte, se trata de aquellos que proponen rupturas y quiebres frente a la corriente dominante de pensamiento. Literalmente, estos investigadores son ludópatas: al tener una gran capacidad de apuesta. La investigación científica puede ser adecuadamente comprendida como una pasión que se confunde con la ludopatía. (Maldonado, 2018b).

### 3.1. Y, ¿qué es la vida?

El significado de la vida ha intrigado a las mentes curiosas de las diferentes épocas de la humanidad. Desde el filósofo griego Aristóteles hasta el hombre de las civilizaciones con el mayor avance tecnológico, muchas de las explicaciones en relación con la vida han sido siempre desde una posición antropocéntrica, pero la gran novedad ocurrió cuando el ser humano pudo pensar en materia, en energía, en los genes y el ambiente. Ahora está en el camino de “manipular la vida misma, alterando potencialmente la conformación genética de los seres humanos” (Chaisson, 2001), es decir, piensa en evolución.

Hoy, los biólogos y bioquímicos moleculares investigan el origen de la vida al intentar sintetizarla en un laboratorio a partir de componentes básicos moleculares. Los astrobiólogos lo hacen al tratar de establecer si es el metabolismo, la reproducción, la evolución darwiniana o la química basada en el carbono son los que establecen los indicadores universales de la vida; y los informáticos, al diseñar *softwares*, que son estructuras puramente informativas, se preguntan si estas se encuentran realmente vivas (Bedau, y Cleland, 2010). Para E. J. Chaisson (2001), la vida es por lo que hace: “una abierta, coherente, estructura espacio-tiempo mantenida lejos del equilibrio termodinámico por un flujo de energía que pasa a través de ella un sistema de carbono operado en un medio basado en el agua, con grandes capacidades para metabolizar oxígeno” (p. 56).

La definición que hace Chaisson de la vida, trae al orden del día a la termodinámica y sus leyes, principalmente a la entropía, y hace un énfasis especial en la energía, quizá presentando el escenario como deben pensar los científicos hoy, es decir, pensar

la vida no como objeto, sino como problema de investigación, es decir, pensando en problemas, no en objetos. Si bien se ha tratado de definir la vida desde distintos ámbitos, ¿podrá existir una única definición? Este es un interrogante sin una posible solución científica obvia: no se responde con experimentos o creación de sistemas adicionales, la vida no puede ser clasificada o fraccionada para obtener una respuesta. El origen de la vida, junto con el de las galaxias, representan los enlaces faltantes en toda la evolución cósmica, es una teoría incompleta (Chaisson, 2001).

Schrödinger en 1942, con su famoso libro *¿Qué es la vida?*, exhortó a la búsqueda del conocimiento unificado y universal. Su texto evoca a la ciencia como herramienta única de propagación, tanto en profundidad como en amplitud, de las diversas y extensas ramas del conocimiento humano durante los últimos cien años. Schrödinger, junto al británico Paul Dirac, hicieron su aporte más importante a la Física al desarrollar una explicación detallada de las ondas estacionarias necesarias para explicar la distribución de los electrones dentro del átomo, lo que contribuyó a la base de la mecánica cuántica. Advirtieron que se vuelve imposible para un solo cerebro dominar completamente más que una pequeña parte especializada del mismo, puesto que, al emprender una tarea sintetizadora de hechos y teorías, tiene de ellos un conocimiento incompleto e indirecto, y aún a riesgo de engañarse a sí mismo (Schödinger, 1984). Así pues, la vida nació como un problema, y luego fue descubierta como un objeto de reflexión dentro del marco de abstracción de uno de los padres de la Física cuántica, en relación directa con la termodinámica (Maldonado, 2016).

Un segmento importante de las creencias acerca de la vida ha orbitado alrededor del “*anthopos*”, entendemos la realidad desde los principios lógicos de Occidente. Sin embargo, cuando

el ser humano logra pensar en ambiente, materia y energía dentro de un perfecto movimiento cósmico, las ciencias de la vida se convierten en ciencias de frontera, pues convocan diferentes disciplinas, lenguajes, enfoques y metodologías que antes se consideraban diferentes entre sí, y ahora se juntan en la búsqueda de resolver un solo problema (Maldonado, 2016).

Por otro lado, para Chaisson (2001), la vida es una estructura espacio-tiempo abierta que se mantiene permanentemente alejada del equilibrio termodinámico, en el que la energía fluye a través de las frágiles moléculas de carbono que interactúan en un medio altamente oxidado. Así, la vida es más que un estado, no puede ser clasificada ni fraccionada para obtener una respuesta; es mucho más compleja que el vitalismo, o la capacidad de *autopoiesis*, “la vida difiere en grados, no en especies” (Chaisson, 2001, p. 71).

Por su parte, los griegos acuñaron el término “hilozoísmo”, que significa que la materia (*hyle*) está viva (*zoe*). Así que, desde el punto de vista pagano, esto sugiere que todas las cosas están impregnadas de vida y conciencia (Maldonado, 2018b). El panpsiquismo, por ejemplo, trata del papel de la conciencia en la realidad, de la vida y su lugar en la economía del universo; y se puede entender como: a) biocentrismo, la idea de que la vida es el centro del universo, o también, que el universo es un organismo vivo; b) panteísmo, la idea de que todas las entidades del mundo están vivas; c) hilozoísmo, la creencia de que la materia está animada.

## 3.2. Evolución cósmica

Todas las grandes civilizaciones y culturas han encontrado una profunda relación entre la vida cotidiana y el cosmos, todas excepto una, la civilización occidental. Para Occidente, el fenómeno de la cosmología es muy reciente, y surgió de los trabajos de Arno Penzias y Rober Wilson (1964), quienes identificaron la radiación del fondo de microondas, con lo que sentaron las bases para la teoría inflacionaria del *Big bang* (Maldonado, 2019c).

Chaisson (2001), por medio de la teoría de la evolución cósmica arrojó un lente sobre la complejidad del Universo y la energía apelando a la termodinámica, pero, en especial, acudió a la segunda ley o ley de entropía. Así, la termodinámica nació y se desarrolló durante el siglo XIX, con cuatro leyes, que Maldonado (2011) describe así:

La primera sostiene que la energía empleada para la realización de un trabajo es igual a la cantidad de trabajo realizado más el calor perdido en el proceso; la segunda afirma que el calor siempre tiene un flujo decreciente, desde un objeto con una temperatura mayor hacia un objeto con una temperatura menor, es imposible que el calor fluya espontáneamente desde un objeto con una temperatura menor hacia una temperatura más alta, requiere de un trabajo para la transferencia; la tercera es una temperatura de cero absoluto, es el punto donde todo el movimiento molecular se detiene y la cuarta o ley cero consagra que no existe ningún flujo de calor entre dos cuerpos que tienen la misma temperatura. (p. 71)

La segunda ley puede ser considerada como el núcleo de la termodinámica, es el hilo para la comprensión de toda la dinámica, ya sea en términos científicos, filosóficos, culturales o todos al mismo tiempo, para la naturaleza y la sociedad, es decir, la entropía juega un papel central en la descripción de la evolución.

Para Chaisson (2001), la teoría de la evolución cósmica se divide en dos etapas. La era de la radiación y la era de la materia. En la primera, la energía se encontraba principalmente en forma de radiación, a esto se atribuía la expansión del universo; cuando una sola temperatura no fue suficiente, se instauró un gradiente térmico entre la radiación y la materia. En este punto se generaron las condiciones para la evolución y el flujo de información. Con la permanente expansión del espacio, se redujo la cantidad de radiación y se consolidó la era de la materia. Con la pérdida del equilibrio, las reacciones generaron el incremento de la entropía, principalmente, en la creación de fotones y neutrinos en el núcleo de las estrellas. No obstante, este incremento no consiguió restablecer el equilibrio entre la entropía actual ( $S$ ) y la entropía máxima posible ( $S_{max}$ ), lo que dio origen a la energía libre, que es una energía nueva, sino reorganizada, útil para la evolución (Chaisson, 1998).

La energía libre se considera la moneda universal en toda la ciencia y el motor de la evolución; la teoría de la evolución propone una conexión genealógica entre todos los organismos, puesto que se originan de una forma ancestral simple. Esta noción es plenamente aceptada en la comunidad científica, y las discusiones sobre ella solo radican en la forma, medios y velocidad de progresión. La evolución, vista a través del prisma de la Física, la Biología o la cultura, ocupa el espectro de la complejidad, desde las estrellas, los planetas, la sociedad, la tecnología, la vida,



todas constituyen la historia del ser humano y del universo. Vale la pena indagar si existe una diferencia entre la vida en la tierra y la evolución del universo; estos son dos sistemas alejados del equilibrio, la vida es un sistema abierto dependiente de la energía, y el universo es un sistema cerrado, pero que genera gradientes de energía mediante su continua expansión.

### 3.3. Evolución

Al quedar atrás la era de la radiación, la materia dominó, pero la vida, con su grandiosidad, logró imponerse con la *Era de la Vida*, en la cual la densidad de energía libre excedió la densidad de energía y comenzó la inteligencia –tecnología que dio comienzo a la manipulación de la vida misma y a su influencia sobre la materia y la radiación–. En consecuencia, la transición de la era de la materia a la era de la vida es una fase de cambio, es evolución (Chaisson, 2001).

Darwin propuso hace más de medio siglo una conexión genealógica entre todos los organismos, puesto que descienden de una forma ancestral simple: esta idea es plenamente aceptada hoy en día por la comunidad científica, la discusión está es en las formas, medios y velocidad de evolución, los mecanismos del cambio. Pensar en una “fuerza de la vida”, más que contribuir a dar respuestas, incrementa los interrogantes en relación con el surgimiento y mantenimiento de la vida en el planeta Tierra (Chaisson, 2001).

¿Qué necesitamos para pensar como un científico de hoy? En palabras de Erick Chaisson (2001). “Se necesita una nueva ciencia, una en la que estemos dispuestos a pensar de manera

innovadora y expansiva [...]” (p. 148). La teoría de la evolución cósmica es un ejemplo apropiado en cuanto a qué es pensar la vida como un problema; ella no debe usarse únicamente en el campo de la biología, y menos restringirla al principio de la selección natural como causa del cambio evolutivo (Chaisson, 2001). Ilya Prigogine, por ejemplo, sostiene que la ciencia del presente siglo hará parte en la exploración de la evolución; con ello se refiere a las bifurcaciones asociadas a las teorías sobre el origen de la vida y la cosmología, en las que el universo evoluciona en una misma dirección (como se cita en Andrade, 2009).

Pero ¿en qué consiste esa única dirección u orientación en el tiempo de los sistemas termodinámicos? Evoluciona la vida desde un estado o “condición inicial” hasta llegar al estado de equilibrio o “muerte termodinámica”, en el que las variables que expresan al sistema: presión, temperatura, volumen, se mantienen constantes en el tiempo, es decir, “tiempo-degradación”, por lo que todos los intercambios de energía dentro del sistema quedan anulados en el estado de equilibrio; el sistema ya no puede realizar trabajo alguno, toda su energía es “degradada”. Equilibrio equivale a muerte. (Orellana, Espinoza, Duran & Landaeta, 2008).

La teoría oficial del universo establece que este es muy frío, y con ello trae al escenario a la tercera ley descubierta por Lord Kelvin (1876), en la que una temperatura de cero absolutos es el punto en el que todo el movimiento molecular se detiene. Adicionalmente, el universo es esencialmente isotrópico y plano. Estos descubrimientos permitieron establecer, entre otros, que el universo se está expandiendo de manera vertiginosa hacia el extremo infrarrojo del espectro visual, y se acerca a su final: un universo frío y vacío (Maldonado, 2019c).

### 3.4. Evolución física, biológica y cultural

Un científico como Chaisson (2001) piensa provocativamente, tal como lo explica al decir que el uso de la palabra “evolución” lo hace en diferentes contextos no restringidos a la selección natural, o lo que él llama “eliminación no aleatoria”, lo que permite entender que la evolución cósmica va desde el *big bang* hasta el origen de la raza humana.

La evolución, ya sea vista bajo el prisma de la Física, de la Biología o de la cultura, abarca el amplio espectro de la complejidad; la visión de cada ciencia es una pieza del rompecabezas de la evolución cósmica. Desde la mirada de las estrellas, los planetas, la vida, la cultura, la sociedad, la tecnología, todo contribuye a una concepción global acerca de cuál es la historia del ser humano y del universo. La segunda ley de la termodinámica está presente en todo: para la evolución cósmica es importante reforzar la importancia del flujo de energía, porque sin este flujo, no pasaría nada (Chaisson, 2001).

Por ejemplo, los pasos químicos evolutivos que dieron origen a las células tienen una secuencia: ácidos y bases; luego, proteinoides y polinucleótidos, y posteriormente, protocélulas y vida. ¿Esta organización la puede hacer la materia misma? La respuesta para Chaisson (2001) es que “para las galaxias, estrellas y planetas, la respuesta para la forma de vida es aparentemente afirmativa, autoensamblaje sí, pero no sin flujo de energía” (p. 172). La fuerza gravitacional en la Física, la selección natural en la Biología y la innovación tecnológica en la cultura son acciones diversas que pueden iniciar cambios a nivel local, que estarán ligados a continuar con la evolución (Chaisson, 2001).

Vale la pena preguntarse si al mirar la evolución desde estas tres perspectivas existe realmente una diferencia entre la vida en la Tierra y la evolución del universo. Un ejemplo del ciclo evolutivo, más precisamente de evolución transformacional, es nuestro sol, que en unos cinco mil millones de años se convertirá en una gigante roja, y en su núcleo tendrá una estructura organizada de materia inanimada que ha evolucionado en la naturaleza: una estrella enana blanca. La teoría de la evolución estelar implica que ese será el destino de nuestro sol (Chaisson, 2001).

Por otra parte, la vida es una empresa cuya actividad está dirigida a adquirir energía y guardar conocimiento. Los seres humanos son estados dinámicos estáticos que mantienen este estado al alimentarse de las fuentes de energía, pero que liberan energía irradiando calor hacia el ambiente. Así, la vida se balancea entre una fuente de energía, que es el calor del sol, y la pérdida de esta energía, que causa que la tierra se enfríe y genere frío y vacío en el espacio. De nuevo hay que decirlo: lo que hace la vida posible no es la energía, es el flujo de energía a través de los sistemas vivientes (Chaisson, 2001).

Entre tanto, la humanidad se mueve hacia una época en la que la naturaleza no podrá brindarle las condiciones ambientales necesarias para la supervivencia, la sociedad tendrá que generar artificialmente las condiciones para la propia existencia. De la unión entre sociedad y biosfera emergerá una cultura socialmente controlada y será el máximo ejemplo de la complejidad en la naturaleza (Chaisson, 2001).

La evolución biológica y cultural están relacionadas puesto que son fases de la evolución cósmica, y en este punto la epigenética se vuelve importante como rama de la biología, que estudia la regulación y la transferencia genética. González-Martínez

(2019) enmarca la epigenética como una regulación mediada por cambios, los cuales son llamados factores genéticos que pueden ser de diversa índole: el medio ambiente, los hábitos, los comportamientos, la conducta, el estrés. Por evolución cultural se han dado cambios en maneras, acciones e ideas de una generación a otra, los rasgos culturales avanzan y mejoran a través del paso de generaciones y la mayor parte de este nuevo conocimiento es transmitido a la descendencia (Chaisson, 2001).

Por tal razón, se puede pensar en la posibilidad de transmisión de información por prácticas culturales (Avital & Jablonka, 2000), ampliamente estudiado por Jablonka & Lamb (2005) en la *Teoría de la evolución en cuatro dimensiones*, en la que proponen que la evolución está más allá de los genes. Así, la evolución biológica se crea desde cuatro dimensiones relacionadas entre sí: genética, epigenética, comportamientos de individuos y, por último, la dimensión simbólica, propia de la cultura y el comportamiento cultural.

En ese sentido, los cambios culturales y sociales representan el más complejo fenómeno en el universo conocido. El comportamiento humano, con un uso intensivo de energía y los entornos cambiantes, hace que los estudios de las Ciencias sociales sean más difíciles; es casi imposible realizar experimentos controlados en este ámbito: la conducta humana y la diversidad de factores que la influyen solo se pueden estudiar por medio de la observación, y esto es más difícil que manipular moléculas en un laboratorio (Chaisson, 2001). De hecho, los humanos han dominado la rueda, la agricultura, las máquinas, la electricidad y el poder nuclear. La habilidad para explotar las fuentes de energía es el sello característico de la sociedad moderna con la consecuencia lógica del incremento de la entropía: contaminación, calor perdido, tumulto social y enfermedades (Chaisson, 2001).

Así, la evolución biológica y cultural se ha entrelazado, su interrelación es natural, y si se quisiera pensar en un factor que caracterice más la evolución, este debería ser la cultura, por ser la creciente capacidad para extraer energía de la naturaleza, además de guardarla y transferirla. El científico de hoy no puede mirar solo para la tierra, el hombre se ha valido de los recursos naturales y hoy enfrenta su más grande devastación, es importante entender la evolución de la tierra y lo que ocurre en el reino astronómico, y para esto necesitaremos una visión más amplia y ecléctica, una visión cósmica.

Quizá estemos en un momento de la humanidad privilegiado: hay infinitos campos del conocimiento, “jamás habíamos sabido tanto sobre la realidad, la naturaleza, el universo y los propios seres humanos, como en nuestros días” (Maldonado, 2015, p. 20). Ya lo dijo Prigogine en *El fin de las certidumbres* (1996):

El desarrollo de la ciencia puede adquirir un carácter inesperado y dramático. Einstein inauguró la historia de las ciencias cosmológicas contemporáneas con una interpretación geométrica del universo. Los resultados de este primer intento fueron extraordinariamente fecundos e imprevistos. ¿Cómo habría podido Einstein suponer que su teoría implicaba cuestiones que conducirían más allá de una visión geométrica y desembocarían en la concepción de un universo orientado en el tiempo? (p. 133)

A lo mejor, un científico de hoy debe pensar diferente a lo que fue la ciencia en el pasado, puesto que la ciencia de la modernidad estudiaba objetos y para ello, tenía un método, un lenguaje, un objeto propio; este es el fenómeno de la disciplinarización del co-

nocimiento (Maldonado, 2016). A propósito, Maldonado (2016) explica, tal como está en la siguiente tabla, que en el pasado la ciencia estudió objetos, hoy, áreas y campos, pero que la ciencia del futuro debe identificar problemas, y problemas de frontera que convoquen diversos lenguajes, enfoques y metodologías separadas y hasta indiferentes entre sí, y sitúa a la vida como un problema de frontera.

*Tabla 1.* Tipos de ciencia y referentes de trabajo

<b>Pasado</b>	<b>Presente</b>	<b>Futuro</b>
Ciencia	Interdisciplinariedad	Complejidad
Objeto	Áreas, campos	Problema(s)
Tecnología	TIC	NBIC + s <sup>3</sup>

*Fuente:* Maldonado, C. E. (2016). *Complejidad de las Ciencias sociales. Y de las otras ciencias y disciplinas.* Ediciones Desde abajo.

<sup>3</sup> En la era de la información, las tecnologías convergentes son llamadas tecnologías NBIC+S: Nanotecnologías, tecnologías de la vida (biotecnologías), las tecnologías de la información y las del conocimiento, y la dimensión social de todas las anteriores (Maldonado, 2014).

Se ha avanzado al respecto, muestra de ello es el abordaje de los fenómenos con diversos lentes, la teoría de la evolución versus la teoría de la extensión (Maldonado, 2009). Otro ejemplo es la perspectiva salud-enfermedad, hemos estudiado la salud por siglos cuando solo, en realidad, estudiábamos la enfermedad. Hoy queremos mirar la salud desde diversos enfoques: desde la medicina, la enfermería, la biología, la ingeniería, el derecho, en fin, una salud sin enfermedad, una salud inter, multi y transdisciplinar, tal como las ciencias de punta. A mi modo de ver, este es el punto de partida del pensamiento de los científicos de hoy, pensar más allá, como lo hizo Chaisson (2001) en la teoría de la evolución; pensar en millones de años, mirar todas las posibilidades. Atrás queda pensar en objetos de estudio, hoy debemos identificar problemas y problemas de frontera. Tal como lo dijo Darwin al final de la introducción de *la Teoría de la evolución*: “la selección natural es el mecanismo que he encontrado para explicar la evolución, pero no estoy seguro que sea el único” (como se cita en Maldonado, 2009, p. 14).





4

---

---

**El origen de la vida:  
de la teoría de la  
evolución hasta  
las ciencias de la  
complejidad para  
la comprensión  
de la salud**

El fenómeno de máxima complejidad conocido en el universo es el de los sistemas vivos: la vida. En este sentido, los problemas fundamentales en el estudio de los sistemas vivos continúan siendo el origen de la vida, la evolución y la lógica de lo que hacen los sistemas vivos para vivir (Maldonado & Gómez, 2010b).

## 4.1. El origen de la vida

El origen del universo se sitúa hace 13,8 billones de años, y de acuerdo con la teoría del *big bang*, la vida aparece hace 3.800 billones de años (Maldonado, 2019b). La vida nace basada en el carbono, un elemento extremadamente frágil; en medio del oxígeno, un gas altamente extraño en el universo, muy explosivo y fundado en un ácido cuyas características no son para nada universales ni necesarias: el ADN (Maldonado, 2019b). El mundo molecular anterior a las células no deja fósiles que puedan ser analizados para reconstruir el origen de la vida. Así, lo que hoy sabemos sobre aquella época de hace más de 3.800 billones de años es el resultado de las pruebas indirectas derivadas de dos aproximaciones complementarias (Briones, 2010).

La primera línea de investigación es la denominada *bottom-up* o “de abajo hacia arriba”, y consiste en intentar llegar a la biología a partir de una química progresivamente más compleja. Para ello, se siguió el camino iniciado por el famoso experimento de química prebiótica de Stanley L. Miller (1953), con el cual demostró que los aminoácidos que constituyen las proteínas podrían obtenerse *abióticamente* a partir de los gases potencialmente presentes en la atmósfera terrestre primitiva (como se cita en García-Olivares, 2002).

La segunda vía es la conocida como *top-down* o “de arriba hacia abajo”, y se basa en la comparación de los genomas y metabolismos de los organismos actuales, en busca de características comunes que pudieron existir en una especie celular de la que hemos derivado todas las demás, denominada “progenote” o LUCA –del inglés *Last Universal Common Ancestor*–. Podemos considerar que esta segunda aproximación fue iniciada por Charles Darwin hace un siglo y medio (Briones, 2010).

En efecto, a pesar de que en esa época se desconocía la naturaleza del material genético y los mecanismos moleculares que operaban en los seres vivos, tanto en el párrafo final de *El origen de las especies* (Darwin, 1859) como en la correspondencia que mantuvo con otros científicos de su época, Darwin sugirió que la biodiversidad que observaba podría ser el resultado de la evolución a través del tiempo a partir de una única forma de vida (como se cita en Briones, 2010).

Posteriormente, la existencia de nuestro antepasado común se demostró gracias a la comparación de la secuencia de nucleótidos de determinados genes en todas las especies conocidas –fundamentalmente, el que codifica el RNA de la subunidad menor de los ribosomas–. Esta metodología fue posible hace solo tres décadas gracias a los avances producidos en la secuenciación automática de ácidos nucleicos. Esto permitió determinar, sin ninguna duda, que todos los organismos compartimos ese ancestro común sugerido por Darwin, a partir del cual hemos evolucionado en tres grandes ramas diferentes correspondientes a los grandes dominios filogenéticos actuales: bacteria, arquea y eucariota (García-Olivares, 2002).

Por un lado, las bacterias y arqueas son seres vivos unicelulares que carecen de núcleo definido y poseen organización

de tipo “procariótico”. Por otro, las eucariotas pueden ser organismos unicelulares o pluricelulares cuya información genética está almacenada en un núcleo celular diferenciado, y que generalmente poseen un complejo sistema de membranas y organelos especializados (Conway, 2013).

Hoy en día se asume que el núcleo eucariótico se originó por internalización de una arquea dentro de una bacteria. Por su parte, el origen de las mitocondrias –organelos fundamentales para el metabolismo, presentes en prácticamente todas las eucariotas– y de los cloroplastos –organelos fotosintéticos de plantas y algas– se debió a eventos posteriores de “endosimbiosis” de distintos tipos de bacterias en el citoplasma eucariótico (Conway, 2013).

Continuando con el origen de la vida, en el siglo XVIII, durante el desarrollo de la mecánica clásica, la Física explicaba la realidad como algo estático y reversible, pero con autores como Galileo, Kepler, Copérnico y Newton apareció el concepto de masa (materia) para explicar la totalidad del universo. Posteriormente, Newton formuló tres leyes: la inercia, la relación entre fuerza y aceleración, y la acción y reacción, las cuales permitieron comprender la realidad, el mundo y la sociedad. Luego, en el siglo XIX se desarrolló el concepto de energía, explicado por la termodinámica; este último concepto acepta varias expresiones como: energía térmica, calórica, informacional, entre otras, en contraste con el concepto de masa, que es unívoco (Maldonado, 2019c).

En este sentido, la termodinámica es la teoría que permite concebir un universo dinámico, en evolución en el que la irreversibilidad no es aparente ni se limita a casos aislados, sino que se rige en todos los órdenes de la realidad y constituye la base de toda la organización que observamos hoy. La termodinámica (clásica) se compone de tres leyes o principios; la segunda ley

es la de la entropía –formulada por Boltzmann (1856)–, la más importante en el contexto de la complejidad. Según esta, los sistemas presentan una tendencia al desorden (Progogine, 1988).

Esta ley sostiene que nada ni nadie se escapa de la flecha del tiempo de la termodinámica, que conduce hacia el equilibrio, entendido este como un reposo, la muerte. Paralelo al desarrollo de los postulados de la termodinámica, en la Biología se planteó un enfoque completamente diferente: mientras que la termodinámica sostenía que la flecha del tiempo conducía al agotamiento, a la pérdida, al equilibrio y a la muerte, la flecha del tiempo en la Biología se interpretó como evolución, creación, proliferación, diversidad, significado de vida, desequilibrios y dinámicas (Maldonado & Gómez, 2010b).

Esta comprensión es producto de la teoría de la evolución, formulada por Charles Darwin en su libro *El origen de las especies por medio de la selección natural* (1859). La teoría de la evolución es una de las dos teorías más sólidas y robustas en toda la historia de la humanidad (la otra es la teoría cuántica). Darwin explica la teoría de la evolución a través del mecanismo de la selección natural: los organismos, las especies que logran resolver los obstáculos de selección se adaptan.

Así, el modelo básico más generalizado acerca del origen de la vida y la explicación acerca de la lógica de los sistemas vivos es la teoría de la evolución. Una teoría del cambio de los sistemas vivos introduce el mecanismo que permite explicar a la biología, a la historia del planeta y a la historia misma del cosmos. De esta manera, la Biología confirma que el tiempo no implica erosión, pérdida, desgaste o muerte, sino todo lo contrario: creación o aprovechamiento de oportunidades, creación de posibilidades, diversificación, robustez y vida (Maldonado & Gómez, 2010b).

## 4.2. La lógica de los sistemas vivos

Kauffman (2013) considera que actualmente nos encontramos más allá de Newton e, incluso, del mismo Darwin, quienes no vieron que, sin la intervención de la selección natural, la biosfera creó su propio futuro de posibilidades. Por ello, la evolución no logró explicar el origen de la vida, pero sí logró resolver uno de los problemas: la lógica de lo que hacen los sistemas vivos para vivir.

Acerca de la comprensión del origen de la vida, desde 1990 se viene centrando la atención en cómo la Física cuántica puede contribuir al estudio y comprensión de los sistemas vivos, esto gracias a que los más importantes procesos de los sistemas vivos se generan en la escala microscópica y se reflejan, posteriormente, en la escala macroscópica. Así, es importante resaltar que el universo macroscópico y el universo microscópico hacen referencia a tiempos: los macroscópicos “de forma muy lenta”, en contraste con los tiempos microscópicos, que son vertiginosos (Maldonado, 2017a). De esta manera, la biología cuántica, puede ser vista como el estudio de todos aquellos procesos que suceden en la célula y de la célula hacia abajo –hasta la base genética–, y que tienen lugar en los tiempos propios de la dimensión microescalar, denominados, a su vez, sistemas de complejidad creciente (Maldonado, 2019d).

En estos sistemas, la relación persistente entre elementos independientes genera propiedades emergentes (como las capacidades de los seres vivos) causadas no solo por las propiedades de los elementos, sino, sobre todo, por las relaciones entre ellos. Estas propiedades emergentes, resultado de la historia pasada de los sistemas, son la base de la articulación de estructuras con nivel superior de complejidad: partículas fundamentales, nucleones,



átomos, moléculas, moléculas autocatalíticas (ARN), citoplasmas autorreplicativos y colonias de células que se mueven juntas (cuerpos animales) (García-Olivares, 2002).

Por otro lado, este despliegue temporal de estructuras cada vez más complejas no puede ser predicho por los modelos de la ciencia clásica, en los que el tiempo es un parámetro reversible y no histórico. Se asiste entonces al descubrimiento de la formación espontánea en la naturaleza de estructuras espacio-temporales organizadas mediante el establecimiento de pautas cooperativas entre estructuras más elementales, en sistemas disipativos que intercambian energía, materia e información con el medio. Prigogine y Nicolis denominaron a estos sistemas autoorganizativos (Prigogine, 1996). Estos conceptos de emergencia y autoorganización son parte fundamental de las ciencias de la complejidad, razón por la cual no trabajan con base en el principio de causalidad, sino en sistemas de complejidad creciente que contienen y apuntan hacia emergencias, adaptaciones y sorpresas. (Maldonado & Gómez, 2010b).

De esta manera, las transiciones de fase se constituyen en la marca distintiva que permite afirmar que existe un sistema complejo, pues incluye transformaciones y cambios cualitativos. Estas transiciones de fase pueden ser graduales o de primer orden, o estructurales o de segundo orden. Esta idea significa que las ciencias de la complejidad incorporan la dinámica (transiciones), entre el orden y el desorden, o entre el desorden y el orden (Maldonado, 2019d). En este sentido, al vivir en un universo no ergódico (irrepetible), cualquiera que sea el orden existente, este inevitablemente se romperá para, a partir del desequilibrio, constituir un equilibrio de mayor complejidad. En otras palabras, nada es permanente, todo está sujeto al azar y al cambio, sin más. La evolución con-

duce a los sistemas, al mundo y, en últimas, al universo como un todo, a niveles, estructuras, dinámicas y procesos de complejidad creciente (Maldonado & Gómez, 2010b).

De este modo, el universo es un sistema vivo porque procesa información o tiene conciencia o está animado. Ese proceso de transformación permanente corresponde al primer principio de la termodinámica, con la transformación de energía en materia y la materia en vida, dinámica que es altamente contraintuitiva. La vida en el planeta es un proceso incesante de transformación, de transiciones de fase de primer orden y transiciones de fase de segundo orden; en el universo todo cambia, nada desaparece.

Para continuar la reflexión, la investigación o la búsqueda sobre la vida y su origen, será necesario siempre considerar los avances dados en cada una de las revoluciones científicas. De ahí la importancia del siguiente resumen: la primera revolución científica se fundamentó en el primado de la percepción natural, las cosas que se pueden ver (ocularcentrismo); la segunda, en los fenómenos contraintuitivos, y la tercera, en el procesamiento de la información y la complejidad. Esta última se relaciona con el mundo en términos de no causalidad, constituye una batería de herramientas para pensar en procesos (salud, vida), que implica un cambio en la estructura mental, una nueva forma de vida (Maldonado, 2018a).

Con esa antecala, se ha venido generando la necesidad de nuevas formas de hacer ciencia, una ciencia que sea capaz de mover las fronteras del conocimiento, que no fragmente, sino que al contrario sea capaz de ver la mayor cantidad de dimensiones de los fenómenos para alcanzar una mayor comprensión y una mejor intervención sobre ellos. Las ciencias de la complejidad consideran el caos, la no linealidad, la teoría de redes, los modelos

estocásticos, la confrontación con la incertidumbre, los modelos abiertos e inestables, todos ellos permiten superar el pensamiento simplista, lineal, que espera efectos predeterminados. Con ello, no solo se admite lo determinístico y reduccionista, sino que se comprenden los desenlaces inesperados y estos no entran en crisis cuando los elementos no son ordenados, estables, disciplinados y obedientes.

Debemos evolucionar y ser capaces de pensar en vida y en salud como procesos, sin fragmentación, considerando todas las aristas posibles, sin exclusión alguna, solo de esta manera podremos evolucionar desde el tradicional enfoque curativo hacia la salud, pues la enfermedad requiere especialización, la salud requiere síntesis. Por eso, pensar en complejidad, en salud, en vida, es no pensar linealmente, la enfermedad es un estado, implica un pensamiento de tipo causal, determinista y reduccionista; la salud, por su parte, implica una realidad no perceptual, hay cosas que son reales y no existen, y otras que no necesitan existir para ser reales. La vida, al igual que la salud, es procesos: metabolizar, computar, procesar información y transformar el mundo; esto es lo que hace un sistema, un organismo, una especie (Maldonado, 2018a).

5

---

---

**La vida como  
sistema de  
complejidad  
creciente:  
una mirada a los  
sistemas vivos  
y la flecha del  
tiempo de la  
complejidad**

Diversas ideas de complejidad se relacionan con la historia de los sistemas y/o en relación con su entorno: la complejidad y el mantenimiento de la estructura biológica parecen requerir de un gradiente de energía libre. Tal como lo visualiza Conway Morris (2013) en su ensayo “Vida: ¿La última frontera para la Complejidad?”, en escalas de complejidades, la vida puede ser el fenómeno más complejo. Lo que hoy se observa es mucho más complejo de lo encontrado en la etapa precámbrica.

Así mismo, la naturaleza no actúa como la civilización occidental lo ha enfocado siempre: secuencial, jerárquica, lineal, cardinalmente. Por el contrario, los sistemas vivos actúan como sistemas de complejidad creciente que apuntan hacia emergencias, adaptaciones, sorpresas y autoorganización (Maldonado & Gómez, 2010b). Por tanto, en este capítulo se pretende de manera general comprender la flecha del tiempo de la complejidad y en ella, cómo la vida se va haciendo crecientemente compleja. paralelamente, cómo el mecanismo de selección natural logra explicar la lógica de los sistemas vivos, sus procesos, sus cambios, sus transformaciones, lo que posibilita una mayor comprensión de los comportamientos biológicos.

## **5.1. La lógica de los sistemas vivos y la flecha del tiempo de la complejidad**

Se empezará por considerar que la segunda ley o principio de la termodinámica clásica, quizás la más importante en el contexto de la complejidad es, la entropía formulada por L. Boltzmann (1856). De acuerdo con esta ley, nada ni nadie se escapa de la flecha del tiempo de la termodinámica, que conduce o que apun-

ta, ulteriormente, hacia el equilibrio. El equilibrio en el marco de la termodinámica consiste exactamente en el reposo, la ausencia de interacciones, de relaciones, de dinámicas, es decir, la muerte. Asimismo, mientras la termodinámica se estaba desarrollando en el curso del siglo XIX, en otra ciencia, la Biología, la situación era radicalmente disímil, dado por la publicación de *El Origen de las Especies*, en 1859 por Charles Darwin, quien afirmaba la existencia de una flecha del tiempo, la cual obedecía a la evolución que apunta hacia la creación, proliferación, especiación, diversificación; en una palabra: la vida (Maldonado & Gómez, 2010b). De esta manera, la Biología puso en manifiesto que el tiempo no implica, en manera alguna, erosión, pérdida, desgaste o muerte, sino, mejor aún, la creación o el aprovechamiento de oportunidades, la creación de posibilidades, la diversificación, la robustez y la vida.

Esta flecha de tiempo, contraria a la termodinámica, es una de diversidad, de producción, de complejidad creciente, de especiación, y con ello, logra superar el esquema fisicalista expresado de mejor manera que la mecánica clásica, la termodinámica, y notablemente en la segunda ley o segundo principio de la termodinámica, en un campo donde están presentes limitaciones como las leyes, normas y fuerzas. Por tanto, los sistemas vivos se caracterizan por que niegan la física e invierten la flecha de tiempo unívoca, con lo que ganan riqueza, exuberancia y disipan una gran cantidad de energía. Es así como la teoría de la evolución es la mejor teoría desarrollada a la fecha, con el fin de pensar procesos, cambios o transformaciones de los sistemas vivos y explicar la lógica de los sistemas vivos y de los sistemas que exhiben vida (Maldonado C. E., 2009).

En general, los evolucionistas darwinianos piensan que hay algún tipo de desarrollo en la historia de la vida. Desde lo simple hasta lo complejo, este impulso también se puede llamar *progreso*. Darwin estaba comprometido con la idea del *progreso*, él pensaba que era el perfeccionamiento esperado a través de la selección natural, el medio por el cual se llegaba a una complejidad cada vez mayor, y que finalizaba (al menos hasta ahora) con la humanidad. Lo dijo repetidamente, sobre todo al final de *El Origen de las especies* (1859) (como se cita en Ruse, 2013).

Es en realidad muy difícil precisar exactamente lo que se entiende por *progreso*, por utilizar el mismo término que usa Darwin. ¿Qué significa decir que se ha progresado hacia lo más complejo? En cierto sentido, el darwinismo es punzante hacia la idea de un cambio ascendente. El éxito en la adaptación es el escalón hacia la supervivencia; seguramente hace tres mil millones de años, las primeras formas de vida, al menos a nivel físico, eran menos complejas que los seres vivientes actuales.

Se podría pensar que hay diferentes niveles de complejidad, desde el individuo hasta el colectivo, y tal vez, hasta lo que ahora podríamos llamar ecosistema, e incluso, hasta llegar al problema de la vida misma. A medida que las formas proliferan e interactúan, obtenemos sistemas cada vez más complejos. Darwin era consciente de ello, sin embargo, pensaba que había un elemento fundamental entre cualquier complejidad a nivel individual y a nivel de grupo. Para Darwin, la selección natural siempre funcionó en virtud del individuo, esto se debe a que los que ganan en la lucha en general son más inteligentes, mejor dotados y más complejos que los perdedores. Al menos en el mundo animal esta tesis parecía bastante coherente. Si la complejidad llegó a este nivel tuvo que ser un subproducto de la selección a favor



del individuo. Y esto fue plasmado claramente por Darwin en su memorable libro *El Origen de las especies* (1859).

Así, no son los conjuntos como tal los que compiten, sino los individuos dentro de ellos. Sin embargo, hay complejidad a nivel del grupo. En el caso de Darwin, esto sería el resultado de los intereses individuales, que ciertamente no son complejos. Esto apunta, al hecho de que Darwin permite que se pueda considerar que algunas nociones de complejidad y, en última instancia, la misma evolución, no surgen por sí mismas como el producto directo de la selección natural.

Por ello, es válido retomar el pensamiento de Herbert Spencer (1874) sobre la evolución. Para Spencer, la *selección* siempre fue un fenómeno menor, un proceso de limpieza después de que el trabajo principal fue hecho. Para él, la principal fuerza de la evolución era el llamado lamarckismo, *la herencia de las características adquiridas*. Spencer (1874) veía a las presiones maltusianas como un estímulo para el mejoramiento de los organismos, que, como resultado final, se incorporaban a las nuevas generaciones de manera automática, y cambiaban con el tiempo.

Para caracterizar el fenómeno de la complejidad, Spencer (1874) introdujo dos términos que se mantienen hasta nuestros días. Los organismos simples son *homogéneos*; los organismos complejos son *heterogéneos*. Cautivado por el hechizo de la Física, Spencer (1874) formuló finalmente su teoría del *equilibrio dinámico*, la cual propone que los organismos existen en un estado de equilibrio, y cuando un agente externo actúa, altera el equilibrio, de forma que los elementos del sistema entran en una dinámica de movimiento en busca de recuperar dicho equilibrio inicial (como se cita en Wimsatt, 2013).

La teoría de Darwin era, aparentemente, inconsistente con la principal ciencia de las ciencias, la Física, de tal forma que el mismo Darwin decidió tomar abiertamente algunos conceptos de su contraparte, Herbert Spencer: los ya mencionados mecanismos lamarkianos, como el uso de caracteres adquiridos para acelerar el proceso evolutivo. Estas características obtenidas incrementaban la posibilidad de supervivencia y reproducción de los organismos.

Con todo ello, las ciencias de la complejidad explican cómo las formas biológicas y las funciones de un organismo no están determinadas solo por las características genéticas del organismo, sino que son propiedades emergentes de toda la red epigenética (interrelación entre el núcleo y el citoplasma de la célula). Para entender la emergencia de formas nuevas, se necesita entender no solo la estructura genética y la bioquímica celular, sino también su relación con el ambiente. Esto es demostrado por medio de ecuaciones complejas y patrones geométricos que representan las propiedades dinámicas de los sistemas (Capra, 1996; Keller, 2000; Herrero Uribe, 2008).

Entre tanto, un modelo que explica una perspectiva de la complejidad evolutiva es el modelo basado en la lógica de autoorganización homeostática, en el que la homeostasis es definida como el proceso dado por el consumo de energía necesario para mantener una posición de un organismo en equilibrio dinámico (Hormigo Ramos, 2019). Según Lecannelier, Kushner & Guajardo (2019):

las nociones de homeostasis se comprenden como una operación no solo biológica, sino como el motor fundamental de la experiencia humana en todos sus niveles.

La expansión/contracción de rangos homeostáticos bajo principios de complejidad dinámica en respuesta a los desafíos del ambiente. Así como existe una homeostasis biológica, existe una homeostasis psicobiológica, vincular, social y cultural. (p.4)

Por tanto, existen otros elementos que complementan la selección natural.

Wimsatt (2013), habla de la biología evolutiva del desarrollo, que la define como “una de las ciencias más complejas y articuladas de las nuevas ciencias que emergen de la intersección de múltiples dominios recientemente separados” (p. 308). Así, la biología evolutiva del desarrollo ha surgido como uno de los campos más activos de la teoría de la evolución, pero su éxito se centra en describir cómo se integra el desarrollo en los modelos de evolución de manera general. Los interesantes tipos de complejidad que emergen en los sistemas biológicos y sociales o culturales, se derivan de forma importante de las diversas interacciones entre las partes diferenciadas. Por lo tanto, en la biología evolutiva del desarrollo se buscan factores que puedan llevar a tendencias a una mayor complejidad, en lugar de regularidades. Puesto que, los aumentos de complejidad producen, al menos parcialmente, procesos de selección que a menudo operan de forma simultánea, de diferentes modos y en diferentes unidades y niveles.

## **5.2. Pensar en procesos, cambios y transformaciones de los sistemas vivos**

Pensar en sistemas vivos es el motivo que sirve, en realidad, para establecer cómo la comprensión y la explicación de la vida puede contribuir ulteriormente a una mejor comprensión de las ciencias y del mundo actual.

Ortiz, Medina, Padilla & Patiño (2011) establecen que co-existe una relación entre la complejidad y el grado de desorden en los sistemas vivos. Los componentes que integran los ecosistemas (bióticos y abióticos) se encuentran inmersos en las organizaciones, que están en la búsqueda constante de mecanismos que les proporcionen respuestas ágiles, flexibilidad y adaptación, es decir, homeostasis. Esto se interpreta como la dinámica de la complejidad sobre los sistemas vivos: si el entorno muestra complejidad, la organización responderá en el mismo sentido, y con ello dará paso a la dinámica de sistemas como un factor determinante en las organizaciones. Esto facilitará la creación de procesos adaptativos en el medioambiente que permitirán la supervivencia y el desarrollo, en otras palabras, la dinámica refleja las relaciones que se dan en un sistema complejo y se interpreta en el comportamiento a través del tiempo.

Los sistemas vivos asumen dos dimensiones paralelas y complementarias; por un lado, se trata del reconocimiento de que esta clase de sistemas constituyen el objeto específico de la teoría de la evolución, con todo y el reconocimiento de que la teoría de la evolución no se agota en, ni se reduce a los sistemas que exhiben vida, sino, por el contrario, se amplía a toda clase de sistemas, fenómenos y comportamientos que son susceptibles de cambio y

transformación; en fin, desarrollo (Chaisson E. J., 2001). Así, las diversas formas de vida tienen en común varios aspectos determinantes: creación y procesamiento de información, complejidad creciente, selección y autoorganización, en otras palabras, evolución, desde la perspectiva filogenética y el desarrollo que se concentra en la dimensión ontogenética (Maldonado, 2009). Por otro lado, está el procesamiento de información: los sistemas vivos toman del entorno y de otros individuos, procesan y crean información que antes no existía. Esta capacidad de procesar es directamente proporcional a la capacidad de supervivencia. Los sistemas vivos tienen entonces un incesante proceso de coevolución (Maldonado, 2019a).

Hablar de la complejidad en la biología evolutiva solo funciona si no se tiene en cuenta que el aumento de la complejidad es el objetivo principal de los sistemas biológicos. Es decir, los mecanismos productores de complejidad no sustituyen a la selección diferencial como motor de la evolución. A nivel genético, las variaciones aleatorias producen efectivamente diferencias fenotípicas; aquellas diferencias que aumentan la proporción de un determinado genoma dentro de una población constituyen un éxito evolutivo. Ese éxito evolutivo es siempre a corto plazo; es relativo a un paisaje de *fitness* específico, porque un determinado organismo complejo supera a los competidores en un determinado entorno, por ejemplo, el *Homo sapiens* hoy en día no es el telón de fondo de la evolución en su conjunto, ni lo es la flexibilidad en general.

Con todo esto, la biología evolutiva no supone que los organismos más complejos sean necesariamente más adecuados para un entorno determinado. De hecho, las células procariotas (las bacterias y las arqueas) continúan dominando sus ecosis-

temas durante miles de millones de años, a pesar de la relativa complejidad de las células eucariotas; eso muestra que no existe una capacidad inherente para que las células más complejas reemplacen a sus primos más simples (Clayton, 2013). En palabras de Gould (1997), la grandeza de la vida no puede ser explicada en términos de progreso, el “*Homo sapiens* debe ser considerado como uno de los tales sucesos irrepetibles, no como una consecuencia prevista” (p. 12). La vida, entonces, cobra sentido en una visión del todo, los seres humanos aún están muy lejos de ser el pináculo de la existencia.

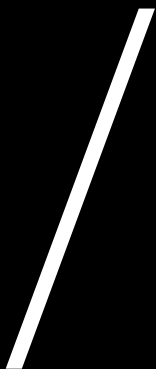
Adicionalmente, el origen de la Tierra se remonta tan lejos como el universo, fueron entonces los trilobites los que dominaron las primeras faunas de organismos pluricelulares, mientras que los seres humanos emergieron en el último microinstante del tiempo terráqueo, en uno o dos centímetros del kilómetro cósmico, mientras que los dinosaurios prevalecieron en el intermedio (Gould, 1997). La mayoría de los fenómenos que ocurren en el ser humano muestran procesos entre el orden y el desorden, lo que provoca la idea intuitiva de complejidad. Los ecosistemas ganan de forma acelerada en complejidad; los organismos, como sistemas adaptativos, se caracterizan por ser complejos en su adaptación al entorno.

Para terminar, debemos reconocer que nuestro universo es ampliamente no ergódico, desde los componentes moleculares complejos, hasta los agentes autónomos que coevolucionan entre sí. No parece existir un techo para la complejidad creciente, los enigmas por resolver parecen multiplicarse más allá de lo esperado. Es así como a través de las ciencias de la complejidad debemos girar hacia una comprensión biocéntrica o ecocéntrica de la evolución y de la vida. Entonces, ¿qué hacen estos sistemas

complejos? Lo que hacen es complejizar mucho más el mundo, es crear más vida; la vida vista como la transformadora de procesos y fenómenos abióticos, en procesos y fenómenos bióticos, lo cual genera condiciones de su propia emergencia, es decir, si hay condiciones, entonces aparece la vida. Por tanto, algunos de los mecanismos para afirmar la vida son la enfermedad y la muerte, son sucedáneos de la vida.

Dos son los conceptos holísticos muy importantes propuestos por Christopher Langton (como se cita en Maldonado 2009): la vida tal y como la conocemos (la vida basada en el carbono, como la forma básica y única conocida con origen en la naturaleza), y el estudio de la vida tal y como podría ser (la vida artificial, cuya física es actualmente el silicio y su química está constituida por algoritmos genéticos). Pensar en sistemas vivos abre una dúplice perspectiva: los sistemas sociales humanos y los sistemas sociales artificiales.

El solo hecho de cuestionarnos sobre la evolución y la vida, significa que hemos ido a parar a un universo más complejo, un universo que nos invita a sorprendernos, superar los paradigmas, a imaginar nuevas interpretaciones, a crear preguntas. Así, las ciencias de la complejidad tienen el atractivo de apostarle a mundos posibles y hacen un llamado a la creatividad, al riesgo y a la imaginación.





# Referencias

---

- Aboites, V. (julio-diciembre 2017). La filosofía frente al objeto cuántico. *Revista Mexicana de Física*, 63(2), 107-122. <https://www.redalyc.org/pdf/570/57052308005.pdf>
- Andrade, E. (2009). Hacia una teoría general de la complejidad. En Maldonado, C. E. (ed.). *Complejidad: Revolución científica y teoría*. (pp. 99-109). Bogotá: Editorial Universidad El Rosario.
- Avital, E., & Jablonka, E. (2000). Animal traditions behavioral inheritance in evolution. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542251>
- Bedau, M. & Cleland, C. (2010). Introduction. *In The Nature of Life. Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science* (pp. xix-xxii). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511730191.002>
- Boorse, Ch. (1997). Health as a Theoretical Concept. *Philosophy of Science*, 44(4), 542-573. <https://www.jstor.org/stable/186939?seq=1>
- Briones, C. (2010). Planeta vivo: El origen y la evolución temprana de la vida en la Tierra. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 18(1), 25-33. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/200082/267541>
- Canguilhem, G. (1966). *Le normal et le pathologique*. Paris: Ed. Vrin.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida: una nueva perspectiva de los sistemas vivos* (D. Sempau, Sempau, trad.). Barcelona: Anagrama.
- Cartwright, N. (1983). *How the laws of physics lie*. New York: Clarendon Press. <https://doi.org/10.1093/0198247044.001.0001>

- . (1999). *The Dappled World* Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139167093>
- Castro, L., Moreno, J., Silva, S., & Vaca, F. (2016). Reflexiones epistemológicas críticas sobre las ciencias: Aportes a la educación. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 984–990. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4843>
- Chaisson, E. (1998). The Cosmic Environment for the Growth of Complexity. *Biosystems*, 46(1-2), 13-9. [https://doi.org/10.1016/S0303-2647\(97\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0303-2647(97)00076-2)
- . (2001). *Cosmic evolution: the rise of the complexity in nature*. Cambridge: Harvard University Press. <http://www.hup.harvard.edu/catalog.php?recid=27447>
- Clayton, P. (2013). On the plurality of complexity-producing mechanisms. En C. H. Lineweaver, P. C. Davies, & M. Ruse (eds.), *Complexity and the Arrow of Time* (pp. 332-351). Cambridge: Cambridge University Press.
- Conway, M. S. (2013). Life: the final frontier for complexity? En C. H. Lineweaver, P. C. Davies, & M. Ruse (eds.), *Complexity and the Arrow of Time* (pp. 135-161). Cambridge: Cambridge University Press
- Frigg, R., & Hartmann, S. (2018). Modelos de la ciencia. En E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: *Metaphysics Research Lab*, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/models-science/>
- Gadamer, H. G. (2007). *Verdad y método*. Barcelona: Editorial Sígueme.
- García, A., Ivarola, L., & Szybisz, M. (2018). El paradigma de la complejidad en economía: más allá de las leyes y de la

causalidad lineal. *Cinta de Moebio*, 61, 80-94. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2018000100080>

García-Olivares, A. (2002). La evolución de la complejidad. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales* 2, 93-128. <https://doi.org/10.5944/empiria.2.1999.712>.

Gould, J. S. (1997). *La grandeza de la vida*. Barcelona: Crítica.

Hartmann, S., & Hofer, C. (2008). *Nancy Cartwright's Philosophy of science*. New York: Taylor & Francis e Library.

Herrero, U. L. (2008). Del mecanicismo a la complejidad en la biología. *Revista de biología tropical*, 56(1), 399-407. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n1/art30v56n1.pdf>.

Hetherington, E. D. (Dec. 2000). Reviewed Work: The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science by Nancy Cartwright. *The Review of Metaphysics*, 54(2), 424-426. <https://www.jstor.org/stable/20131545>

Hofer, C. (2008). Introducing *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. In *Nancy Cartwright's Philosophy of Science* (pp. 1-14). New York: Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.4324/9780203895467>

Hofer, C. & Cartwright, N. (1993). Substantivalism and the Hole Argument. In *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds* (pp. 23-46). Pittsburgh: University of Pittsburgh Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt5vkkg6.5>

Hormigo, R., F. (2019). *Sistemas homeostáticos: la envolvente autorregulable. Sistemas homeostáticos: la envolvente autorregulable*. [Tesis de grado]. [http://oa.upm.es/54226/1/TFG\\_Hormigo\\_Ramos\\_Fatima.pdf](http://oa.upm.es/54226/1/TFG_Hormigo_Ramos_Fatima.pdf)

Ivarola, L. (2015). Mecanismos y Máquinas Nomológicas. Ventajas y Desventajas en la Lógica de los Procesos Socioeconómicos. *Astrolabio. Revista Internacional de Filosofía*,

- 16, 4-50. <https://www.raco.cat/index.php/Astrolabio/article/view/288791>
- - -. (abr./jun. 2016). Máquinas nomológicas, modelos e intervención: su problemática en el campo de los social. *Trans/Form/Ação*, 39(2) 101–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31732016000200006>
- Jablonka, E. & Lamb, M. (2005). *Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0140525X07002221>
- Kauffman, S. A. (2013). Evolution beyond Newton, Darwin, and entailing law: the origin of complexity in the evolving biosphere. En C. H. Lineweaver, P. C. Davies, & M. Ruse (eds.), *Complexity and the Arrow of Time* (pp. 162-190). Cambridge: Cambridge University Press.
- Keller, E. (2000). *The century of the gene* Harvard University Press. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, T. (2013). *La Estructura De Las Revoluciones Científicas* (A. Contin, trad.) (4ª ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Lecannelier, F., Guajardo, H. & Kushner, D. (February 2019). Organización Temprana del Sí mismo desde una mirada de Complejidad Neuroafectiva. *Revista de Psicoterapia*, 30(112), 43-60. <https://doi.org/10.33898/rdp.v30i112.283>
- Lovelock, J. (1995). *Las edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo*. (3a ed.). Barcelona: Tusquets.
- Maldonado, C. E. (2005). Ciencias de la complejidad: ciencias de cambios súbitos. *Odeón*, 1, 85-125. [http://www.uexternado.edu.co/finanzas\\_gob/cipe/odeon/odeon\\_2005/3.pdf](http://www.uexternado.edu.co/finanzas_gob/cipe/odeon/odeon_2005/3.pdf)
- - -. (2009). *Complejidad: revolución científica y teoría*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.

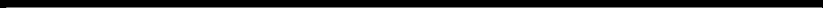
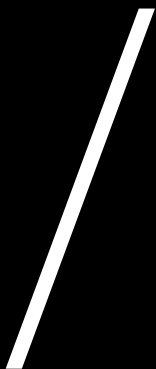
- 
- - -. (2011). *Termodinámica y complejidad: una introducción para las ciencias sociales y humanas*. Bogotá: Ediciones Desde Abajo. [https://www.academia.edu/6806278/Termodin%C3%A1mica\\_y\\_Complejidad\\_Una\\_introducci%C3%B3n\\_para\\_las\\_ciencias\\_sociales](https://www.academia.edu/6806278/Termodin%C3%A1mica_y_Complejidad_Una_introducci%C3%B3n_para_las_ciencias_sociales)
- - -. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de La Ciencia*, 14, 71-93. <http://www.redalyc.org/pdf/414/41438646004.pdf>
- - -. (2015). Pensar la complejidad, pensar como síntesis. *Cinta de Moebio*, 54, 313-324. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2015000300008>
- - -. (2016). Hacia una antropología para la vida. *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, 31(52), 285-301. <http://www.redalyc.org/pdf/557/55749412019.pdf>
- - -. (2017a). ¿Ciencias sociales cuánticas? *Le monde diplomatique* 165, 34-35. [https://www.academia.edu/32546526/Ciencias\\_sociales\\_cu%C3%A1nticas](https://www.academia.edu/32546526/Ciencias_sociales_cu%C3%A1nticas)
- - -. (2017b). Typology of scientific models of explanation. Science and complexity. *Sociología y Tecnociencia*, 2, 58-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.24197/st.2.2017.58-72>
- - -. (2018a). Complejidad y salud pública. Marcos, problemas, referencias. *Salud Bosque*, 8(2), 83-96. <https://doi.org/10.18270/rsb.v8i1.2497>
- - -. (2018b). Quantum physics and consciousness: a (strong) defense of panpsychism. *Trans/Form/Ação*, 41, 101-118. <https://doi.org/10.1590/0101-3173.2018.v41esp.07.p101>
- - -. (agosto, 2019a). Cosmología y vida Cotidiana. *Le Monde Diplomatique*, 191, 35-37. [https://www.researchgate.net/publication/335098988\\_Cosmologia\\_y\\_vida\\_cotidiana](https://www.researchgate.net/publication/335098988_Cosmologia_y_vida_cotidiana)

- - -. (diciembre 28, 2019b). La cosmología recibe un Nobel. *Periódico desdeabajo*, 262. <https://desdeabajo.info/ciencia-y-tecnologia/item/38517-la-cosmologia-recibe-un-nobel.html>
- - -. (2019c). *Sociedad de la información, políticas de información y resistencias: Complejidad, Internet, la red Echelon, la ciencia de la información*. Bogotá D. C.: Ediciones desde abajo. [https://www.academia.edu/38808825/Sociedad\\_de\\_la\\_informaci%C3%B3n\\_pol%C3%ADticas\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_y\\_resistencias](https://www.academia.edu/38808825/Sociedad_de_la_informaci%C3%B3n_pol%C3%ADticas_de_informaci%C3%B3n_y_resistencias)
- - -. (2019d). *Turbulencias. Sobre ciencia y otras complejidades*. Tomo I. Bogotá D. C.: Editorial Universidad el Bosque.
- Maldonado, C. E., & Gómez, N. (2010a). *Modelamiento y simulación de sistemas complejos*. Bogotá D. C.: Universidad del Rosario.
- - -. (2010b). *El mundo de las ciencias de la complejidad. Un estado de arte*. Bogotá D. C.: Universidad del Rosario. <https://www.urosario.edu.co/Administracion/ur/Investigacion/Centro-de-Estudios-Empresariales-para-la-Perdurable/LMyS/Documentos/El-Mundo-de-las-Ciencias-de-la-Complejidad.pdf>
- McCall, S. (2006). The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science. *The Journal of Philosophy*, 97(7), 403-411. <https://doi.org/10.2307/2678412>
- Nicolis, G., & Prigogine, I. (1994). *Exploring Complexity: An Introduction*. London: St. Martin's Press.
- Nordenfelt, L. Y. (1995). *On the Notion of Health. An Action-Theoretic Approach*. Dordrecht: Reide Publishing Co.
- Orellana, O., Espinoza R., Duran, R. & Landaeta, P. (2008). *Interpretación del tiempo en Ilya Prigogine a partir de Aris-*

- tóteles, Zubiri, Bergson y García Bacca, 17, 171-191. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2572565>*
- Popper, K. (2008). *La lógica de la investigación científica* (2ª ed.). Madrid: Editorial Tecnos S. A.
- Prigogine, I. (1988). *El nacimiento del tiempo*. (J. M. Pons, trad.) Nápoles: TusQuets Editores.
- . (1996). *El fin de las certidumbres*. (J. Pierre, trad.) Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.
- Schödinger, E. (1984). *¿Qué es la vida?* Dublin: Tusquets Editores.
- Suárez, M. (2009). La filosofía de la ciencia y de la economía de Nancy Cartwright. en J. C. García-Bermejo (ed.), *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*. (pp. 383-394). Madrid: Editorial Trotta.
- Vernadsky, V. I. (1997). *La Biosfera*. Madrid: Argenteria.







# **Glosario**

---

### Heurística:

Es uno de los componentes o articuladores de la lógica. Se ocupa de la forma como puede producirse un conocimiento nuevo. Cuando se habla de la heurística de una ciencia o disciplina, se refiere a la capacidad de innovación o creatividad de la ciencia o disciplina considerada.

### Máquina nomológica:

Se dice de cualquier estructura o mecanismo –de ahí su nombre– que tiene una capacidad estable, cuya organización es considerada como “correcta” en un contexto adecuado. La idea es originaria de N. Cartwright (2005).

### Panpsiquismo:

Es la concepción que afirma que las cosas, la realidad, la naturaleza o el universo están dotados de una mente. Esta es una variación del panteísmo y, en términos históricos, es análogo al hilozoísmo. Una aproximación reciente en nuestros días es el biocentrismo, que es la idea de que las cosas están imbuidas de vida.

### Universo no-ergódico:

Hace referencia a un universo que no se repite, en el que la flecha del tiempo es una realidad, y en el que, por tanto, existe una asimetría entre el pasado y el futuro. Los sistemas ergódicos y no-ergódicos fueron introducidos en Física y en termodinámica.



Colección Complejidad y Salud, Vol. 5

---

# **Preliminares para una teoría de la salud, no de la enfermedad**

---

Ciencias de la salud y Ciencias de la 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 abril del año 2021.

Para esta edición, se usaron las familias tipográficas: Times a 11,5 puntos y Playfair Display Black de 15 a 50 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.

No existe una *teoría de la salud*. ¿Cómo *hacer* salud? ¿Cómo desarrollar políticas de salud? ¿Cómo *cuidar* la salud si no se sabe exactamente qué es “salud”? A partir de diversas y sucintas reflexiones, el lector puede encontrarse de cara a la premisa “*la salud es vida*”. De acuerdo con el autor, es imposible saber de salud si antes, o al mismo tiempo, no se sabe de vida. Una comprensión de la vida significa entender que esta no es una materia determinada, sino un *comportamiento*, uno cuyas características más destacables son la autonomía, la autoorganización, la metabolización y la homeostasis. Así, la hipótesis desarrollada es que la vida es toda una trama que incluye o comprende la expresión humana de la existencia. En este sentido, la salud no es únicamente un asunto humano, sino un problema que comienza mucho antes de los seres humanos, que atraviesa a cada quien y que termina mucho después de cada uno.

There is no *Theory of Health*. How to do health? How to develop health policies? How to take care of health if we do not know exactly what "health" is? From various and succinct reflections, the reader can find directly the premise: *Health is life*. According to the author, it is impossible to know about health if before, or at the same time, we do not know about life. An understanding of life means understanding that life is not a specific matter, but a *behavior*, one whose most notable characteristics are autonomy, self-organization, metabolizing and homeostasis. Thus, the hypothesis developed is that life is a whole plot that includes or comprises the human expression of existence. In this sense, health is not only a human matter, but also a problem that begins long before human beings, that runs through everyone, and that ends long after each one.

