# Investigaciones en complejidad y salud

Facultad de Medicina

Grupo de Investigación Complejidad y Salud Pública

n.º 29

Año 6
mayo-junio 2024
ISSN: 2805-6663

## Las células constituyen un canto a la vida, a pesar de la enfermedad y la muerte.

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Editorial

Hugo Cárdenas López
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2777-2997

Wilson Parra Chico
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5916-7014

Ana Camila García López
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6370-6906

María Carolina Martínez Rodriguez
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9843-4373

Julia Eugenia Carmona Orozco
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID:

Fredy Javier Moreno Valero
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5162-9738

Laura Marcela Carreño Barreneche
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0608-6717

Zoila Emilia Castañeda Murcia
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3139-6832

Santiago Galvis Villamizar
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2015-7107

Chantal Aristizábal Tobler
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8546-0628

Carlos Eduardo Maldonado
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9262-8879

Juan Camilo Arias
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4401-520X

Carlos Javier Ramírez Pastran
Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-1229-168X

Año 6, n.º 29, mayo-junio 2024 | ISSN: 2805-6663

# Investigaciones en complejidad y salud

Facultad de Medicina

Grupo de Investigación en Complejidad y Salud Pública

# n.º 29

## Las células constituyen un canto a la vida, a pesar de la enfermedad y la muerte

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Editorial

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Editorial

INVESTIGACIONES EN COMPLEJIDAD Y SALUD
n.° 29. Las células constituyen un canto a la vida, a pesar de la enfermedad y la muerte.

Año 5, n.º 29, mayo-junio 2024 | ISSN: 2805-6663
DOI: XXXX

© Universidad El Bosque
© Editorial Universidad El Bosque

© Carlos Eduardo Maldonado (Editor académico)
© Hugo Cárdenas López
© Wilson Parra Chico
© Ana Camila García López
© María Carolina Martínez Rodriguez
© Julia Eugenia Carmona Orozco
© Fredy Javier Moreno Valero
© Laura Marcela Carreño Barreneche
© Zoila Emilia Castañeda Murcia
© Santiago Galvis Villamizar
© Chantal Aristizábal Tobler
© Juan Camilo Arias
© Carlos Javier Ramírez Pastran

Rectora: María Clara Rangel Galvis
Vicerrector de Investigaciones: Gustavo Silva Carrero

Editor Universidad El Bosque:
Miller Alejandro Gallego Cataño

Coordinación editorial: Leidy De Ávila Castro
Corrección de estilo: Estefany Escallón Ibáñez
Dirección gráfica y diseño: María Camila Prieto Abello

Vicerrectoría de Investigaciones
Editorial Universidad El Bosque
Av. Cra 9 n.° 131A-02, Bloque A, 6.° piso
+57 (601) 648 9000, ext. 1352
editorial@unbosque.edu.co
www.editorial.unbosque.edu.co

Bogotá D.C., Colombia
Junio de 2024

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

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

# Contenido


1 Introducción Pág. 13

2 La célula le canta a la vida y la vida le canta a la célula Pág. 13

3 Las redes y la información ayudan a pensar los sistemas vivos (y en últimas, también la enfermedad y la muerte) Pág. 13

4 La célula enferma, la patología visible Pág. 13

5 Referencias Pág. 13

1.

# Introducción

La vida de los conceptos son las metáforas. Rígidos, precisos, acaso incluso inamovibles, los conceptos adquieren movimiento gracias a su interacción –y en algunas ocasiones, a su transmutación– con las metáforas. Sin embargo, a su vez, las metáforas adquieren visibilidad gracias a los conceptos. Las dos dimensiones sempiternas del conocimiento: la lógica y la tropología.

Es falso que la buena ciencia se haga con conceptos; digamos, más ampliamente, con conceptos, ideas, categorías, demostraciones, experimentos y mucha y muy buena matemática. Una ciencia semejante es mala ciencia. La buena ciencia, adicionalmente, sabe de metáforas, analogías, símiles, alegorías y tantas otras figuras literarias (por cierto, la mayoría de los textos sobre metodología de la investigación están perfectamente equivocados).

Hay una situación aún más dramática: los conceptos mueren. Por ejemplo, los conceptos –históricamente hablando– de flogisto, espíritus animales, homúnculos, éter y muchos más. Hoy en día, es ya imposible hacer ciencia con ellos; y por extensión, con numerosas otras ciencias y disciplinas que los cobijaban y las hacían posibles. Las metáforas, en contraste, jamás mueren: se metamorfosean. Eso es, por lo demás, lo que hacen prácticamente todos los sistemas vivos. La vida es un fantástico proceso de morfogénesis.

Pues bien, el mundo de las células –que constituye, indudablemente, uno de los niveles más altos de esa torre colosal que es el conocimiento–, la biología de la célula, y con ella, la histología, y con ella, en fin, todos y cada uno de los capítulos correspondientes que contribuyen a esculpir esa aventura maravillosa que es la existencia humana (en su anatomía y en su fisiología, notablemente), no es ajeno al empleo de metáforas para hacerse inteligible. Cuando los conceptos están cansados o no saben bien cómo decir algo, vienen en su ayuda, como un tanque de oxígeno, los tropos.

Esta hibridación entre lógica y tropología, entre metáfora y concepto, constituye uno de los rasgos más destacados de toda la ciencia de punta en el mundo. Las ciencias de la complejidad no tienen absolutamente ninguna objeción a ese convivio entre demostración y calambur, por ejemplo.

El primer objeto de trabajo en ciencia –como, por lo demás, también en la vida– es el lenguaje. Se trata de decir cosas nuevas, distintas. En términos del lenguaje de la investigación: se trata de expresar inventos, descubrimientos, ideas, concepciones y teorías nuevas. La lucha con el lenguaje es denodada por parte de un(a) investigador(a) sensible. En otras palabras, es imposible decir las cosas de manera neutral. Cada palabra, cada oración designa un mundo perfectamente diferente. Contra todas las apariencias: los sinónimos, los antónimos y los parónimos, no existen. En la mayoría de los casos, su uso responde a laxitud y pereza, y por tanto, a la ausencia de un entendimiento fino.

Este documento de investigación se articula en tres ejes. En primer lugar, se trata de cómo la célula le canta a la vida, y esta a aquella, literalmente. El marco, tanto como la semántica que permite entender dicho fenómeno, es el de las ciencias de la complejidad. La segunda sección trata de poner en evidencia, justamente, que el canto de la vida sucede a pesar de la enfermedad y la muerte o, si se quiere, en medio de ellas. Todo apunta a la alegría de vivir (*la joie de vivre*), un tema que no es para nada baladí. Finalmente, el tercer argumento pone en evidencia, a través de la figura de Virchow, de qué manera la ciencia es siempre una aventura personal, que compromete enteramente a la biografía de alguien –en marcado contraste con las lecturas funcionalistas y positivistas, que quieren hacer creer que se trata de trabajos como otros, de formas de vida como cualquiera, en fin, de actividades como cualquier otra–. Exactamente por esta razón, a pesar de la inmensa cantidad

de investigaciones que efectivamente se llevan a cabo en el mundo, se hace en verdad muy poca ciencia, y aún menos pensamiento.

Digámoslo en otros términos: análogamente a cómo no existe una única bacteria, o un virus, o un gen, de la misma manera no existe tampoco una célula. Las bacterias existen como colonias; los virus no son posibles, por decir lo menos, sin una bacteria; sabemos de redes de genes; pues bien, en este mismo sentido, una célula es una unidad de vida organizada porque sabe de contextos, sabe de redes, sabe de interacciones y, sí, de mucho aprendizaje. Una célula es una abstracción. Las células constituyen una invitación a pensar en términos de cooperación e interdependencia.

Carlos Eduardo Maldonado

2.

# La célula le canta a la vida y la vida le canta a la célula

El descubrimiento del microcosmos a través del microscopio permitió que Robert Hooke, en 1665, describiera las celdillas o "células" en un panal de abejas y en la estructura del corcho, y que Anton Van Leeuwenhoek, a su vez, en 1675, descubriera que la sangre está formada por células y que los microorganismos son seres unicelulares. Siglos después, los amigos Matthias Schleiden (1837) y Theodor Schwann (1839) mostraron que las plantas y los animales, respectivamente, están formados por células. Pero, además, Schleiden plantea una hipótesis interesante para las plantas: cada célula tiene una "doble vida": una vida independiente, interesada en su propio desarrollo y supervivencia, y una vida como parte de un nivel superior de complejidad, la planta (Mukherjee, 2023).

Esto inspira conceptos que las ciencias de la complejidad aportan para explicar la vida, tales como los sistemas complejos adaptativos, anidados en diferentes escalas; la fractalidad en la organización de los sistemas biológicos (patrones iterativos con autosimilitud y emergencias novedosas); y las redes de redes en diferentes niveles, con interacciones que se traducen en homeostasis dinámica, cognición, exploración permanente y emergencias, con éxitos y fracasos, evolución y coevolución. Esta historia, desde hace aproximadamente 3500 millones de años nos ha revelado una búsqueda incesante por mantener la neguentropía: la vida al filo del caos, con competencia, cooperación, simbiogénesis, autopoiesis y autoorganización de complejidad creciente, con extinciones, pero también con explosiones de diversidad que han mantenido la vida en la Tierra. La aparición y expansión del *Homo sapiens*, hace cerca de cien mil años, nos ha ido dejando rastros de la evolución simbólica de los seres humanos, con sus diversas narrativas del mundo: desde las pinturas rupestres, las explicaciones y los ritos mágicos, míticos y religiosos, hasta las manifestaciones artísticas (entre ellas, la música). Según

Honing et al. (2015), los registros fósiles muestran la existencia de actividad musical en nuestros antepasados hace cuarenta y cinco mil años, además de sus indagaciones filosóficas y científicas.

Un enfoque exitoso para comprender la materia ha sido a través de la ciencia moderna, lineal y reduccionista, interesada en la identificación de los constituyentes fundamentales de la materia. Así, el mundo animado e inanimado se basa en los átomos (y posteriormente en las partículas subatómicas, como electrones, protones y neutrones, compuestos de quarks, neutrinos y bosones), que forman moléculas. Estos mismos componentes básicos –con los cuatro átomos principales de la materia viva: hidrógeno, carbono, oxígeno y nitrógeno– componen las biomoléculas, que se organizan en células, tejidos, órganos, sistemas de órganos, organismos, colonias y sociedades. La biología celular, desde la segunda mitad del siglo XX, respondió a la pregunta de la composición de los organismos vivos (Beck et al., 2024): el descubrimiento de la doble hélice de ADN y de las primeras estructuras de proteínas implementó el paradigma de estructura-función, según el cual el conocimiento de las estructuras detalladas de las biomoléculas permitiría entender su función, y la suma de todas las relaciones de estructura-función ("máquinas moleculares", como las nombra Beck) individuales permitiría explicar cómo funcionan las células. Una metáfora útil en ese tiempo para entender la célula era compararla con una "fábrica".

Esta fábrica maravilló a una estudiante de medicina de una universidad pública en Bogotá, en la década de los setenta (y seguramente a muchos más antes y después), dejando en la memoria de uno de nosotros una versión simplista: una célula limitada por una membrana compuesta por una doble capa de lípidos y proteínas, un núcleo que dirige toda la actividad y que tiene todas las órdenes en su código genético, y unas mitocondrias que son la plan-

ta de energía (en forma de ATP, a través del metabolismo de los carbohidratos). También contiene unos ribosomas que leen, decodifican y traducen el ARN mensajero (transcripción de un fragmento de una hebra de ADN o gen) y producen cadenas de aminoácidos que se ensamblan en diferentes configuraciones hasta formar proteínas cada vez más complejas, las cuales transitan en una red de membranas internas (el retículo endoplásmico rugoso y el aparato de Golgi), donde se almacenan y se empaquetan para ser liberadas ya sea dentro de la misma célula (retículo endoplásmico) o hacia el exterior (aparato de Golgi). Finalmente, los lisosomas, unidos a las membranas celulares, son las plantas de reciclaje y de eliminación de residuos.

En ese mundo apasionante nos sumergimos e invertimos largas horas de estudio, intentando comprender la estructura y la función desde la bioquímica, la biofísica, la bioestadística, la fisiología, la biología, la embriología, la histología, la inmunología, la genética, la anatomía del cuerpo humano y, en forma paralela, a través del estudio del enorme y misterioso mundo de los microorganismos, principalmente de los causantes de enfermedades, desde la bacteriología, la virología, la micología y la parasitología. Todavía en los salones, torreones y laboratorios de la facultad, iniciábamos las clases de farmacología que nos prometían dotarnos de las armas para luchar contra las enfermedades. Esta descripción se refiere al ciclo básico de un currículo flexneriano, antesala exigente e indispensable para llegar al anhelado y temido ciclo clínico en el hospital, con pacientes de verdad, pero esa es otra historia.

Unas décadas después, uno de nosotros se asoma con timidez y verdadera pasión al nuevo paradigma de las ciencias de la complejidad, como ciencias de la vida (en la Especialización y Maestría en Bioética en la Universidad El Bosque, en los seminarios de complejidad y bioética con el profesor Carlos Maldonado y, posteriormente, en la Facul-

tad de Medicina de la misma universidad, en el grupo de investigación "Complejidad y Salud Pública" y, particularmente, en el seminario sobre este tema). Este paradigma ilumina con sorpresas, colores, música, magia y encanto esos recuerdos atesorados, cuestiona mis certezas y me abre caminos de curiosidad, indagación, reflexión y goce.

En este documento, pretendemos hacer una introducción a algunos conceptos y metáforas que complementen el preludio ("Las partículas elementales de los organismos") y la introducción del libro *La armonía de las células*, una exploración de la medicina y del nuevo ser humano (título original en inglés: *The Song of the Cell, an exploration of Medicine and the New Human*) del médico y oncólogo Siddharta Mukherjee (Nueva Dehli, India, 1970).

Los principios físicos de la biología en el paradigma de la complejidad introducen nuevos enfoques: los organismos vivos contradicen la tercera ley de la termodinámica y mantienen una entropía negativa o neguentropía (Schrödinger, 1946); los sistemas de cuerpos complejos son eminentemente probabilísticos (indeterminados), de forma similar a la mecánica cuántica (Prigogine, 1997); la física cuántica explica los fenómenos biológicos en sus "ambientes húmedos, blandos y calientes" (McFadden & Al-Khalili, 2019), expresados en la función del ADN, la fotosíntesis, la actividad enzimática, los sentidos, la migración de los pájaros y la homeostasis cuántica como equilibrio dinámico e imperativo vital (McFadden & Al-Khalili, 2019; Damasio, 2019; Working papers 13 y 14).

Con los fundamentos teóricos de mecánica cuántica y las descripciones probabilísticas en la física (Auffray et al., 2020), se puede decir que las células surgen como sistemas biológicos iniciados por fluctuaciones externas (o "ambientales") que actúan como un mar de osciladores armónicos, influyendo en la trayectoria y la dinámica de las partículas a medida que interactúan con estructuras mole-

culares más grandes y más complejas, de donde emergen, a nivel macroscópico, frecuencias resonantes coherentes.

Esto obliga a utilizar metáforas fluidas y musicales. Ya decía el astrónomo Johannes Kepler que el movimiento planetario tenía una armonía musical y que la Tierra vibra en secuencias de notas Mi-Fa-Mi (Tegrub, 2021). West et al. (2023) proponen la "sincronización de la complejidad": en el entramado de redes complejas vivientes del cuerpo humano, es necesaria la coordinación de actividades que ocurren en diferentes escalas de tiempo, desde los tiempos microscópicos de las reacciones químicas y de los procesos en las redes neurales, pasando por las escalas de tiempo mesoscópicas (infradianos) de las redes cardíacas y respiratorias, hasta los tiempos macroscópicos de ritmos circadianos y ultradianos (desde 24 horas hasta días, semanas, meses y años). Se ha propuesto que comportamientos aleatorios y desordenados en grados microscópicos de libertad pueden autoorganizarse y sincronizarse en procesos macroscópicos altamente ordenados. Ejemplos de esto son los bailes bioluminiscentes de las luciérnagas, las bandadas de aves, el orden en el caos del tráfico o en el movimiento de las multitudes, la sincronización de ciclos menstruales en mujeres que viven juntas, la sincronización de una pareja bailando tango y la restauración de la complejidad de la marcha de un anciano al ritmo de la marcha de un joven que lo lleva del brazo, entre otros.

Por otra parte, el citosol cobra una mayor importancia, no es solo un "medio", sino que proporciona una estructura fractal dendrítica a la célula para los procesos cuánticos que allí suceden. El origen, la organización, el desarrollo y la función integrados y adaptativos de los sistemas biológicos complejos son el resultado de la interacción dinámica y constante de múltiples procesos que operan en diversos niveles del organismo, sus órganos, células, moléculas, átomos y partículas, todos los niveles con influencias

entre ellos y con los ambientes, sin un nivel privilegiado. Nobles y Auffray (2020) explican que la epigenética del ADN del genoma se hace en varios tipos de ARN, el transcriptoma, que se traduce en una amplia gama de proteínas estructurales-funcionales, el proteoma. Este proceso está regulado por cambios en las redes moleculares y celulares de interacciones, lejos de la visión del ADN como cristal aperiódico y autorreplicador, concebido como código genético y "libro de la vida". El proteoma representa una fuente de macromoléculas y catalizadores con cargas iónicas que producen enzimas, hormonas y metabolitos (metaboloma) para controlar la dinámica y el destino celular (fluxoma y electroma) (Auffray, 2020).

La delimitación porosa y fluida de las membranas celulares y de los organelos permite que las redes funcionales persistan en la célula y ejercen un control crítico en muchos procesos moleculares, como, por ejemplo, los cambios de forma, los receptores en las membranas, las proteínas transportadoras que forman canales con interruptores eléctricos y los potenciales de membrana, tan importantes en las neuronas, los miocitos y los cardiomicitos, en los cuales no participa el genoma (Noble & Noble, 2023).

Por último, las metáforas musícales acompañan bien el papel que se ha atribuido a la música en varios procesos. Para Darwin contribuía al éxito reproductivo y argumentaba que las vocalizaciones musicales precedían al lenguaje. Para Dumbar, el canto y el baile en nuestros ancestros reemplazaron el acicalamiento, mantienen las conexiones sociales, favorecen la cooperación, liberan endorfinas y, podría decirse, ayudan a la homeostasis dinámica y a la complejidad creciente del tecnobiocosmos (como diría Hottois), del que hacemos parte transitoriamente.

3.

# Las redes y la información ayudan a pensar los sistemas vivos (y, en últimas, también la enfermedad y la muerte)

## 3.1 Presentación

Este texto está planteado alrededor de dos ideas distintas, pero complementarias. La primera sostiene que, para comprender qué hacen los sistemas vivos, es indispensable adoptar un enfoque de redes, lo que implica observar vínculos no evidentes en lugar de identidades sustantivas y siempre presentes. La segunda idea plantea que esas redes se sustentan en flujos de información, los cuales suponen la existencia de una vida social como característica intrínseca de los sistemas vivos.

Estas dos ideas se entrelazan a través de situaciones y ejemplos tomados del campo de las ciencias biológicas. Su propósito es mostrar que, en los relatos aparentemente diversos que describen la división celular, su descubrimiento y la vida social de los virus y las plantas, existen patrones equivalentes que ilustran cómo se organiza y funciona la vida. Asimismo, también se insinúa que estos patrones sirven como estrategia intelectual de aproximación a la enfermedad y la muerte, aunque esta idea se presenta apenas como posibilidad.

El texto propone algunas similitudes entre la construcción social del conocimiento y los procesos orgánicos elementales. Sin embargo, la adopción de este enfoque no debe comprenderse como una metáfora. No pretende antropomorfizar la vida, sino resaltar cómo es posible identificar lo común entre lo diverso. Además, el texto también busca escapar de algunas categorías de la modernidad, que dividen, jerarquizan y reducen la comprensión de los fenómenos que componen el mundo. A fin de cuentas, se trata de poner juntas varias cosas cuya conexión no es evidente, mostrando que, prestando mayor atención a los vínculos y a la información que fluye a través de ellos es posible encontrar los sentidos que ofrecen orden y coherencia a la realidad y, en últimas, a la vida misma.

## 3.2 Las redes donde prospera la vida y el conocimiento

La división celular en los seres humanos y otros organismos pluricelulares, llamada comúnmente mitosis, es un acontecimiento trascendental que demanda una coreografía cuidadosa. En el acto inicial, bajo la mirada de algún microscopista paciente, los cromosomas se hacen visibles y la envoltura nuclear que los protege se desvanece de manera gradual hasta desaparecer por completo. Entonces, los centriolos se mueven de forma coordinada a los extremos de la célula, situándose en sus polos opuestos. Luego, en lo que comúnmente se denomina la metafase, los cromosomas se alinean en el centro de la estructura formando la placa metafásica. Allí, las fibras del huso acromático se conectan a los cromosomas, delineando una red de fibras diminutas. La función continúa cuando las cromátidas hermanas se separan y se desplazan hacia los extremos opuestos de la célula. Este movimiento asegura que cada célula descendiente de la célula original tenga la misma cantidad de material genético, garantizando el nivel de identidad necesario para que la vida siga su curso (Mukherjee, 2023).

Tras un breve receso, el observador presencia el siguiente acto de la función. Los cromosomas ya se encuentran en los extremos de la célula, donde comienzan a desarrollarse con destreza. La membrana nuclear se vuelve a formar alrededor de cada conjunto de cromosomas, creando un par de núcleos independientes. En ese instante, la célula comienza a dividirse en dos. Primero, se forma un pequeño intersticio que delinea estructuras distintas; luego, este se va pronunciando hasta que las células hijas quedan completamente separadas. Al final de la coreografía, se han formado dos células genéticamente idénticas a la célula original. En virtud de este acto meticulosamente ejecutado, los organismos aseguran el crecimiento, la repa-

ración y la reproducción de sus tejidos y funciones esenciales (Lian & Chircop, 2016).

Aunque también aseguran algo más: la transmisión de información. Uno de los propósitos de la mitosis es la replicación del material genético que se almacena en el núcleo de la célula progenitora, el cual contiene las instrucciones precisas que sostienen la continuidad de la vida. Esa información no solo sirve para transmitir características hereditarias de los padres a sus descendientes, sino que, además, proporciona orden y regularidad a un fenómeno labrado por dinámicas, flujos y tránsitos azarosos.

El relato de cómo empezamos a observar este evento con mayor atención es también una historia llena de flujos y tránsitos azarosos. En 1875, el médico alemán Walther Flemming se vio forzado a abandonar Praga, acosado por un grupo de nacionalistas checos. Había llegado a la ciudad unos años atrás, seducido por la invitación del profesor de anatomía Wilhem Henke para unirse a la Universidad Alemana. En su nueva posición, Flemming se dedicó a impartir clases y seminarios de histología, y logró forjar un círculo de amistades que resultó determinante para el desarrollo de sus primeras investigaciones sobre la división celular. Sin embargo, los crecientes sentimientos anti-alemanes, que se propagaron por Europa tras la revolución de 1848, afectaron su reputación, obligándolo a abandonar la Universidad y regresar a su país natal (Paweletz, 2001; Hardy & Zacharias, 2009).

Para entonces, Flemming apenas superaba los 30 años. Nacido en 1843, desde temprana edad se sintió atraído por la literatura y la filología. Sin embargo, contra sus inclinaciones iniciales, terminó estudiando medicina en la Universidad de Gotinga, posiblemente influenciado por su padre, quien era un psiquiatra y neurólogo con algo de renombre. Durante sus años de formación médica, Flemming se aventuró en el mundo de las preparaciones histológicas,

especialmente motivado por una fascinación particular por el estudio de los moluscos.

Los años siguientes llevaron a Flemming de un lugar a otro: deambuló entre Wurzburg y Ámsterdam, desempeñándose como asistente de anatomía e histología. En 1870, consiguió una posición como líder de disecciones y preparaciones anatómicas en Rostock. Fue precisamente estando allí que recibió la invitación para ir a Praga, pero tras su regreso a Alemania, se vio en la necesidad de buscar algún trabajo que le brindara estabilidad. La obtuvo finalmente en 1876, cuando fue nombrado profesor de anatomía en la modesta Universidad Cristiana Albertina de Kiel.

Aunque Kiel era un lugar pequeño y apacible, fue el escenario de frecuentes disputas entre Flemming y las autoridades universitarias, quienes apenas le proporcionaban los fondos suficientes para adquirir los microscopios que requería en sus investigaciones. A pesar de esto, fue en Kiel donde adelantó algunos de sus estudios más notables y donde publicó los trabajos que lo consagraron dentro del ámbito científico, entre ellos el que identificó la mitosis y describió su precisa coreografía. Ya como profesor en propiedad, logró perfeccionar la técnica de colorear las estructuras filamentosas alojadas en el núcleo de la célula, reconociendo así los cromosomas y describiendo el ritmo de la división celular (Mukherjee, 2023). Walther Flemming murió en 1905, a la edad de 62 años, poco después de abandonar la universidad tras desarrollar una enfermedad neurológica que lo afectó gravemente. Para entonces, el instituto que dirigía se había convertido en un referente de la investigación en la división celular, y su trabajo fue una influencia fundamental para el desarrollo de las ciencias biológicas durante el siglo XX (Paweletz, 2001).

Los descubrimientos de Flemming surgieron y maduraron a través de una extensa red de interacciones sociales y materiales. Fue gracias a ella que desarrolló un modo

de mirar y una técnica que hicieron visible la división celular y su ritmo preciso (Mukherjee, 2023). Cabe recordar que, en sus inicios, Flemming estudió histología bajo la tutela de Franz Eilhard, quien, a su vez, se vio influenciado por Max Schultze, uno de los pioneros en el campo de la biología celular. Se sabe que conocía y admiraba el trabajo de Rudolf Virchow, especialmente la idea de la célula como la unidad fundamental y autónoma de la vida; y que, durante su estancia en Praga, trabajó en el mismo instituto que Johannes Evangelista Purkinje, considerado el padre de la histología. También hay que tener en cuenta que vivió una época deslumbrada por el desarrollo tecnológico y la noción de progreso, de tal modo que no cuesta imaginarlo rodeado de microscopios ópticos, preparaciones histológicas, sustancias de tinción y ejemplares de revistas científicas editadas en las principales instituciones de Europa. Todos estos eran objetos con alguna procedencia: fabricados, embalados, comprados y escritos por otros, en otro lugar, pero vinculados a través de la figura de Flemming y su sensibilidad para ver y hacer de una manera particular. Esto pone de presente que el descubrimiento de la mitosis no fue obra de un individuo excepcional, sino el resultado de las relaciones y los flujos de información que permitieron a esas ideas prosperar, evolucionar y sobrevivir en el tiempo.

La importancia de estas redes en la difusión de las ideas y técnicas contrasta con el enfoque hagiográfico que a menudo prevalece en los relatos sobre el avance del conocimiento científico (Mol, 2010; Galison, 2008). La propia historia de Flemming, tal como se presenta en los textos académicos disponibles, es una crónica de virtudes individuales y capacidades para superar la adversidad, protagonizada por hombres blancos con el talento y la voluntad suficientes para descubrir lo que permanece oculto (Paweletz, 2001; Hardy & Zacharias, 2009). Sin embargo, esta narrativa tiende a dejar en la sombra a aquellos cuyas contribucio-

nes cotidianas fueron igualmente indispensables: ¿Quiénes preparaban las tinturas, organizaban los laboratorios, cocinaban los alimentos o cuidaban de los hijos? Fácilmente se encuentran datos sobre el padre de Flemming y los venerables profesores que influyeron en su trabajo científico, pero muy poco sobre las mujeres que hicieron parte de su vida, sus empleados, los objetos que le facilitaban las tareas diarias o los paisajes que le servían para el sosiego y la inspiración. Los relatos que recrean la historia de la ciencia olvidan fácilmente esas presencias, a pesar de que son fundamentales para que las ideas y las tecnologías prosperen, fluyan, evolucionen y se adapten. Por tanto, documentar esas historias implica, principalmente, llevar a cabo un seguimiento minucioso a lo largo de extensas y opacas redes que involucran personas, ideas, organismos y objetos diversos (Mol, 2021). No se trata únicamente de centrarse en la excepcionalidad de individuos que, sin duda, poseían talentos notables.

En ese sentido, describir la precisa coreografía de la división celular y cómo la ciencia aprendió a observarla es, en última instancia, contar una misma historia sobre información que transita a través de extensas redes complejas. La mitosis es un proceso mediante el cual la célula progenitora distribuye información genética entre sus células hijas, garantizando así la transmisión de caracteres hereditarios por un amplio entramado de estructuras que se despliegan a lo largo del tiempo y el espacio. La mitosis es, en consecuencia, un mecanismo que transfiere la información que asegura la continuidad de la trama de la vida, mientras proporciona identidad a los organismos que la materializan. Por su parte, el relato que recoge los descubrimientos de Flemming, con sus omisiones, da cuenta del surgimiento y la consolidación de una idea y una manera de hacerla visible. En este caso, se trata de un entramado de conversaciones, lecturas, viajes, actitudes hostiles, instituciones y

objetos relacionados con un problema de investigación que cobró relevancia en la segunda mitad del siglo XIX.

## 3.3 Redes, flujos de información y vida social

Esta historia común permite que no sea difícil encontrar similitudes entre los procesos que aseguran que prospere la vida y el conocimiento. Tal como apuntaba David Deutsch (1997), las ideas, teorías y criterios que componen el conocimiento científico compiten por sobrevivir. Los problemas de investigación se asemejan a nichos ecológicos, y una teoría, a un gen o una especie cuya viabilidad debe ser comprobada y sometida a factores que la pongan a prueba. Las teorías menos aptas se extinguen, mientras que las más capaces, es decir, aquellas que sobreviven a la crítica y se adaptan, perduran. Sin embargo, en el caso de la mitosis y su descubrimiento, esas similitudes están relacionadas con patrones de circulación de información. Tanto la vida como el conocimiento requieren redes que aseguren el almacenamiento, la transmisión, la adaptación y la selección de la información más adecuada.

Esta idea introduce un argumento adicional a la discusión: que la circulación de información constituye el fundamento de la vida social. Pero vida social entendida no como una actividad exclusiva de los seres humanos, sino como una condición inherente a los sistemas vivos en general (Zimmer, 2024; Wohlleben, 2019). Dentro de la tradición impuesta por la modernidad, nombrar lo social implica trazar una línea divisoria entre naturaleza y cultura. Se ha asumido que sociedad se refiere exclusivamente a grupos humanos que comparten valores, normas y cultura, mientras que todo lo demás se considera simplemente parte de la naturaleza. Como señala Mol (2003), la modernidad ha

exaltado esta distinción a través del establecimiento de las ciencias sociales y las ciencias naturales. Sin embargo, en la actualidad, es cada vez más discutible concebir la sociedad en términos tan restrictivos y antropológicos. Hay suficiente evidencia que muestra la existencia de una vida social activa en el entramado de los sistemas vivos, caracterizada por comportamientos de cooperación y competencia que emergen en virtud de activos flujos de información que la orientan.

Un ejemplo de ello es el comportamiento de los virus. Tradicionalmente, los virus han sido concebidos como simples paquetes de genes aislados, y su estudio se ha centrado en comprender sus funciones genéticas elementales. Bajo esta perspectiva, se consideraba a los virus como entidades solitarias, que se limitaban a replicarse mediante la infección de células hospederas y sin ninguna forma de interacción social. Sin embargo, en contravía de esta interpretación, estudios recientes han revelado que los virus mantienen una intensa vida social, definida por conductas de cooperación y competencia que utilizan para resolver problemas y adaptarse (Zimmer, 2024).

Se ha observado que algunos virus cooperan entre sí, posiblemente con el propósito de mejorar sus tasas de supervivencia o replicación. Este comportamiento cooperativo puede implicar compartir recursos o material genético en beneficio de una comunidad viral. Por otro lado, se han identificado estrategias engañosas dentro de estas mismas comunidades. Algunos virus hacen trampa para obtener ventajas a expensas de otros. Estas estrategias pueden incluir la explotación de recursos sin hacer aportes, o la manipulación de células hospederas para favorecer su propia replicación en detrimento de otros virus (Zimmer, 2024). Esto significa que la vida social de los virus impacta la manera como evolucionan. Por un lado, estas relaciones pueden hacer que los virus trabajen juntos o compitan en-

tre sí, lo que afecta cómo se propagan y cambian con el tiempo. Por otro lado, estas interacciones también determinan su capacidad de adaptarse a los cambios que se producen en su entorno (Leeks et al., 2023).

Algo similar hacen las plantas, que asumen estrategias cooperativas mediante la emisión de hormonas y señales de defensa que son detectadas por otras plantas, provocando ajustes en el comportamiento. Se sabe, por ejemplo, que algunos árboles transfieren compuestos de carbono a través de redes de micorrizas subterráneas para establecer relaciones simbióticas que favorecen la adaptación y supervivencia del ecosistema. Este comportamiento altruista se entiende como un resultado de la adaptación evolutiva, en la medida que beneficia a los individuos y a la especie. Aunque existe reciprocidad entre las plantas, sus relaciones no necesariamente son simétricas. Se ha identificado que este altruismo puede ser ventajoso para la salud de ciertos miembros de una comunidad específica dentro del ecosistema. No obstante, lo relevante de esta idea es que ilustra cómo la vida social de las plantas moldea sus comportamientos, regula sus conductas e influye en su evolución (Flinn, 2021; Wohlleben, 2019).

Sugerir que la vida social es una condición inherente a todos los sistemas vivos abre un espacio para la controversia. Ciertamente, es posible que ni los virus ni las plantas adopten posturas conscientes, voluntarias y racionales para ayudar o engañar a otros. Cuesta imaginar a un virus planeando cómo apropiarse de las polimerasas de otro virus para replicar sus propios genes (Zimmer, 2024). Sin embargo, es posible que esta perspectiva enfoque mal la discusión. En ese sentido, Damasio (2018) ha señalado que el gobierno social tiene sus raíces en la aparición de organismos unicelulares simples, los cuales utilizaban moléculas químicas para detectar, responder y decidir las acciones necesarias para sobrevivir. Aunque este fenómeno

puede implicar procesos emotivos –añade Damasio–, no necesariamente conlleva sentimientos, conciencia o pensamiento. En otras palabras, la vida social no requiere razón o intención; puede ser eminentemente emotiva.

En ese sentido, insistir en la presencia de complejas relaciones sociales dentro de las diversas formas de la vida es señalar que existen interacciones que constituyen el mundo y que pueden influir en el comportamiento de los organismos, afectando su adaptación y evolución. Esto también implica que para que exista esa vida social, se necesitan flujos de información que permitan el surgimiento de comportamientos cooperativos o egoístas, e incluso, como señala Damasio (2018), procesos emotivos. Tal vez la controversia surge precisamente porque la modernidad, al distinguir entre naturaleza y cultura con tal vehemencia, trazó una línea adicional que separó al sujeto del objeto (Mol, 2003). Desde esa perspectiva, los seres humanos, dotados de razón, eran considerados activos, mientras que los objetos eran pasivos, destinados a ser usufructuados, y sin ninguna posibilidad de establecer una vida social vigorosa que delineara su propio destino.

## 3.4 La vida, la enfermedad y la muerte como relaciones: lo común entre lo diverso

Se llega así a un punto del relato donde confluyen muchos temas: la mitosis, los descubrimientos de Walther Flemming, los flujos de información y la vida social de los virus y las plantas. Aunque cada uno de estos temas merece un desarrollo independiente y profundo, lo relevante aquí es que todos ellos coinciden en una misma idea. Entender los sistemas vivos y sus acciones requiere un enfoque orientado a reconocer relaciones, flujos y presencias no evidentes,

es decir, un modelo mental dispuesto a aceptar que un elemento común de la vida es que se organiza y actúa a través de redes con grados de complejidad diversos. En ese sentido, afirmar que los sistemas vivos tienen una vida social intensa equivale a reconocer cómo las relaciones pueden influir, transformar y crear las realidades que constituyen el mundo. Son los vínculos los que otorgan identidad y agencia a los elementos.

Por ello, para asumir la difícil tarea de pensar y entender la vida, quizás convenga apartarse de las categorías binarias y fragmentadoras de la modernidad, que imponen divisiones aparentemente naturales para comprender la realidad. La tradición moderna se siente cómoda concibiendo el mundo a partir de la capacidad y autonomía de individuos distribuidos sobre el terreno de la cultura, que se opone a la naturaleza; sin embargo, parece que prestar mayor atención a las relaciones y a las condiciones de coexistencia ofrece una perspectiva más sincera de lo que la vida es capaz de hacer.

En la discusión planteada, se ha sugerido que las células, los virus y las plantas realizan actividades similares a las de los seres humanos. Imaginar las redes intelectuales y materiales a través de las cuales prosperó el descubrimiento de la mitosis, y equipararlas a las relaciones cooperativas y egoístas de los virus o a los vínculos que surgen de la división celular es, en suma, un intento por ponerlos a todos en un mismo plano, con sus propias profundidades y densidades. No se trata de afirmar que las plantas o los virus son como los humanos, ni de antropomorfizar sus cualidades. Más bien, se busca reconocer lo común entre lo diverso, aceptando las particularidades y complejidades de cada uno.

Este argumento permite introducir una idea final, que se cuestiona por el lugar de la enfermedad y la muerte en este entramado de relaciones y flujos de información.

En un segmento de *La armonía de las células*, Siddahartha Mukherjee (2023) describe el cáncer como

> un conjunto sistemático de averías en los genes que provocan la reproducción y la reparación. Esas averías generan una cascada maligna de señales proteicas dentro de una célula que acaba por empujarla a un frenesí mitótico; las células se amontonan, invadiendo tejidos que no les pertenecen. Rompen las leyes del civismo celular, de la ciudadanía (p. 474).

Esto implica que la enfermedad también funciona como una compleja red de interacciones a través de la cual fluye información, lo que finalmente puede desencadenar la muerte. En el caso del cáncer, se trata de células desertoras que deciden rebelarse contra las normas que permiten el mantenimiento del orden celular. Es decir, son células insurrectas que no reconocen los códigos civiles elementales.

Pero el desorden también expresa su propio orden. Que las células deserten no significa que se aíslen y se desvinculen, sino que se reorganizan bajo patrones distintos, replicando información que, a veces, contribuye a que el desenlace final sea la muerte. Tienen un comportamiento similar al de los virus tramposos, que se aprovechan de sus semejantes para encontrar formas de replicación más eficientes. Esto quiere decir que, para que la enfermedad y la muerte sucedan, también se requiere información. Por lo tanto, la muerte del individuo no debe entenderse como la ausencia de organización o el cese de los flujos de información. Por el contrario, es una forma adicional de garantizar que la vida siga prosperando, adaptándose y evolucionando. Los organismos mueren para que otros sigan viviendo.

Por tanto, es posible que la vida, la enfermedad y la muerte, aunque distintas, compartan aspectos en común:

funcionan como la cascada de señales y acciones que evoca Mukherjee. Son redes de relaciones que permiten el flujo continuo de información, su almacenamiento, transmisión y selección. Cada una tiene patrones de organización diferentes, pero eventualmente se encuentran y crean condiciones de coexistencia que permiten que la vida siga su curso.

4.

# La célula enferma, la patología visible

*Yo sé que soy pecador de nacimiento;*
*pecador, desde que me concibió mi madre.*
*Sal 51:5*

Durante el final del siglo XIX, una ardiente actividad intelectual, política y social se desarrollaba en Berlín. Es allí donde, a través de dos personas, ambos médicos, de origen protestante y dotados con microscopios, se hace evidente una consolidación de ideas e intentos intelectuales por fortalecer y concretar la teoría celular. Personajes que, sin ser antagónicos, demuestran una diferencia a la hora de "ver" la vida y participar desde la medicina en un pensamiento que incluso se evidencia en las decisiones y vivencias de cada uno de ellos. Por un lado, está Rudolph Virchow, quien se interesa por la célula enferma, hace visible la patología y enmarca la medicina clásica. Por otro lado, Ernst Haeckel, quien reniega de su título, se filia como zoólogo y termina dibujando acuarelas en las playas de Sicilia. Sin ánimo de parodiar ni tomar partido por alguno de estos dos magníficos científicos, este texto pretende, a través de un breve recorrido de anécdotas y datos históricos, hacer caer en la cuenta de que, al menos para la medicina, la teoría celular carga, a modo de pecado original, el concepto de enfermedad propio de la fisiopatología. A modo de reflexión, al final de texto, como complemento, se desarrollan tres ideas:

1. Cómo la patología antecede a la fisiología.
2. La relación entre patología y "orden" social.
3. La necesidad de un concepto de célula viva en el contexto de la educación médica.

## 4.1 Contexto histórico

Ernst Haeckel nació el 16 de febrero de 1834 en Potsdam, Alemania, mientras que Rudolph Virchow nació el 13 de octubre de 1821 en el noreste de Prusia, cerca de la frontera con Polonia. A pesar de tener tan solo 13 años de diferencia, compartieron un contexto médico en el cual la teoría celular aún no se había desarrollado completamente. Aunque algunos de los fundamentos conceptuales estaban presentes en la obra de científicos anteriores, como Matthias Schleiden y Theodor Schwann, quienes propusieron la idea de que los organismos estaban compuestos por células en la década de 1830, la teoría celular no se formuló formalmente hasta más tarde.

Con relación a la medicina en Alemania, la comprensión de la estructura celular y su papel en la fisiología y la patología todavía estaba en una etapa incipiente. Los avances en la microscopía estaban ocurriendo, pero aún no se habían aplicado completamente al estudio de los tejidos biológicos y las enfermedades. El interés en la investigación celular estaba creciendo, especialmente con el trabajo de científicos como Johannes Peter Müller, quien realizó investigaciones importantes en anatomía comparada y fisiología, sentando las bases para futuros estudios celulares. Como resultado de los esfuerzos conjuntos de un puñado de anatomistas, histólogos y fisiólogos, se puede decir que la medicina descarta definitivamente a la religión y a la magia, y se adapta a la visión del mundo materialista –por lo tanto, secular– descartando así el vitalismo de raíz aristotélica.

## 4.2 Años de formación médica

Virchow fue hijo de un Granjero de Pomerania. Recibió una educación primaria típica en la escuela comunitaria local y fue director de su clase en el gimnasio (escuela secundaria), donde su ambición y el amor por el trabajo duro ya se estaban volviendo aparentes. A los 18 años, en su trabajo de graduación del bachillerato, escribió que "una vida llena de trabajo y esfuerzo no es una carga, sino una bendición" (Mukehrjee,2023). Después de terminar la educación secundaria, Virchow comenzó a estudiar en la Escuela Friedrich-Wilhelm Institut, una división de la Universidad de Berlín dedicada a formar oficiales médicos para el ejército prusiano. A pesar del cronograma de conferencias y laboratorios, desarrolló intereses intelectuales de amplio alcance, que incluían filosofía, historia, arqueología, idiomas y política. Impulsado por una vaga, pero poderosa necesidad de adquirir "nada menos que un conocimiento universal de la naturaleza de Dios a piedra" (Reese, 1998), Virchow rápidamente se convirtió en un erudito.

El padre de Haeckel pertenecía a la alta burocracia estatal de Prusia. Su familia hacía gala de un espíritu protestante muy arraigado, puesto que había existido una fuerte relación de amistad con teólogos calvinistas de la época. En su casa eran frecuentes las obras de Humboldt, por las cuales empezó a tener marcado interés, tanto por la temática como por el carácter aventurero de quien sería, toda su vida, un héroe. A los 18 años, siguiendo los deseos de su padre, Haeckel se inscribió en la Facultad de Medicina de Würzburg, en Baviera. Después de largas jornadas de clases, se retiraba a la habitación, deseando ponerse a leer Cosmos. Haeckel desaparecía en el glorioso mundo de Humboldt. La forma de expresar a sus padres la época de formación universitaria era de emoción por la naturaleza "no sabéis cuánta alegría me proporciona el placer de la na-

turaleza, todas mis preocupaciones desaparecen de golpe" (Wulf, 2016). Por su parte, Virchow describía la educación médica a sus padres como un exceso en horas de estudio y disciplina militar:

> de la noche, de esta manera acabas tan cansado que por la noche suspiras por una cama dura, en la que, tras haber dormido en un semiletargo, te levantas por el mañana casi tan cansado como estabas antes (Mukehrjee, 2023).

## 4.3 Práctica médica y vocación científica

Según Shicller (1970), Rudolf Virchow estuvo inmerso en el entorno clínico desde sus primeras experiencias en el hospital de Charité en Berlín, donde también desempeñaba labores de investigación y docencia. De forma temprana, se empezaron a evidenciar importantes descubrimientos sobre la comprensión de los procesos de trombosis, embolia e isquemia. Poco a poco, se empezó a reconocer en su práctica médica las características esenciales de un patólogo, aquel que triangula su quehacer entre la clínica, la autopsia y el microscopio.

Aunque Haeckel obedeció los deseos de su padre y prosiguió con sus estudios de medicina hasta graduarse, nunca tuvo intención de ejercerla. Le gustaban la botánica y la anatomía comparada, los invertebrados marinos y los microscopios, escalar montañas y nadar, pintar y dibujar, pero detestaba la medicina. Una vez graduado, su interés por la anatomía comparada lo obligó a trasladarse a Berlín para trabajar con el prestigioso fisiólogo Johannes Müller, quien lo inició en la investigación con una estancia en la isla de Helgoland. Siendo esta experiencia un pilar en su

interés por la evolución. Se dice que Haeckel fue asistente de anatomía patológica con Rudolf Virchow. Durante su estancia en Berlín, Haeckel tenía un curioso horario de atención clínica: los pacientes solo podían verlo entre las cinco y seis de la mañana. Como es natural, durante el año que estuvo trabajando, no contó con más que media docena de pacientes. Esto refleja que su foco de interés estaba muy lejos de la práctica clínica (Wulf, 2016).

## 4.4 La célula: un abordaje personal

Virchow era, desde luego, primero y sobre todo, un patólogo. Su interés no estaba en alguna misteriosa entidad interior o sobre la vida misma, sino en el mal funcionamiento de ciertas células. La célula era, pues, tanto unidad de la vida, en el plano discursivo y revolucionario, como unidad de la enfermedad en el plano práctico y concreto de la medicina.

Virchow puso de relieve el significado de la teoría de la célula señalando analogías entre organismos biológicos y sociales. Comparó explícitamente a los individuos con células que viven en un Estado. Frecuentemente, se refirió a los organismos como "repúblicas celulares" o una "democracia celular" que se oponía al "imperio absolutista de los humores" (Smith, 1977). Esas expresiones se pueden explicar dentro de su contexto político, ya que él se manifestó enemigo del régimen absolutista y, en 1847, tomó parte activa en las barricadas de resistencia en la capital alemana.

La idea de célula gestada por Haeckel requirió una resignificación vocacional. El día que anunció su compromiso con su prima, tomó la decisión de ser profesor de zoología. Según él, esa era una profesión respetable, y no tendría que lidiar con su "invencible aversión" al "cuerpo enfermo" (Wulf, 2016). Días después, instaló su laboratorio en playas de Sicilia. En una ocasión, los pescadores sicilia-

nos empezaron a llevarle cubos llenos de agua marina que contenía miles de organismos vivos minúsculos. Haeckel los vio como zoólogo y como artista. Cuando colocó, con sumo cuidado, unas gotas de agua bajo el microscopio, salieron a la luz nuevas maravillas. Aquellos diminutos invertebrados marinos eran como "delicadas obras de arte", pensó, hechas de gemas o cristal tallado de colores. En vez de pensar con horror en los días detrás del microscopio propios de su formación médica o en su intento de investigador en Berlín, en esta ocasión se quedó seducido por las "maravillas marinas". Tres meses después de su llegada a Sicilia, Haeckel estaba seguro de que había encontrado el proyecto científico que lo haría famoso: los Radiolarios, de los que actualmente sabemos que son un grupo de protistas ameboides que producen intrincados esqueletos minerales que se encuentran como plancton en el océano.

## 4.5 Tres ideas alrededor de "orígenes" celulares particulares

### 4.5.1 *La* patología anticipa a la fisiología

La obra más importante de Virchow, *Patología celular*, fue publicada en 1858. Por su parte, el libro *Introducción al estudio de la medicina experimental* para muchos un texto paradigmático en el cambio del paradigma etiopatológico a fisiopatológico en la medicina, fue publicado por Claude Bernard (descrito como padre de la Fisiología) solo hasta 1865, siete años después.

Sin ser un argumento definitivo, el dato de publicación de estos libros, que articulan el pensamiento de la medicina moderna, permite ver cómo hay una relación simbiótica entre la patología y el surgimiento de la fisiología clásica. Aunque el término "fisiología" puede ser rastreado

desde que Fernell, en el siglo XVI, utilizó la palabra como título de un célebre libro, donde se conserva una temprana definición de fisiología como: " la naturaleza del hombre sano, de todas sus fuerzas y de todas sus funciones " (Smith, 1977), es admisible que la construcción tanto del acervo metodológico como conceptual de la fisiología, así como la comprensión de la teoría celular –en el caso de Rudolf Virchow– está emparentada con el pivote entre lo normal y lo patológico, más concretamente sobre la patología. Claude Bernard y Virchow, cada uno por su parte, ambicionaba constituir una patología objetiva: uno en la forma de patología de las regulaciones funcionales y, el otro, en la forma de la patología celular. Ambos tendían a incorporar la patología a las ciencias de la naturaleza, a fundarla sobre las bases de la ley y el determinismo. Según Canguilhem (1986):

> Definir la fisiología como la ciencia de las leyes o de las constantes de la vida normal no sería rigurosamente exacto por dos razones. Ante todo, porque el concepto de normal no es un concepto de existencia, susceptible de por sí de medición objetiva. Y luego, porque lo patológico tiene que ser comprendido como una especie de lo normal, puesto que lo anormal no es aquello que no es normal sino aquello que es otra normalidad (p. 155).

Si bien resulta fácil definir, por su método, cómo la fisiología es una ciencia, lo que es difícil es definirla por su objeto de estudio. ¿En este caso diremos que es la ciencia de las condiciones de la salud, de la vida? Resulta claro, entonces, que para definir fisiología todo depende, en resumidas cuentas, de qué idea se tenga de la salud. Para nuestro caso, podemos recalcar una vez más, que el dualismo normal–patológico, sano–enfermo, termina en el paradigma clásico de la medicina como una confluencia de

ciencias y saberes emparentados predominantemente con la enfermedad.

Virchow definía la patología como una "fisiología sin obstáculos". Esta frase deja una idea fluida de la fisiología. Más adelante, definió la enfermedad como: "la vida modificada por la reacción celular contra estímulos externos" (Canguilhem, 1986). Estas expresiones refuerzan que la medicina clínica y la terapéutica han precedido a la fisiología clásica. El pathos a precedido al logos, de una u otra manera, porque lo requiere. Las funciones solo se revelan por sus fallas. Para consuelo del fisiólogo, definiciones como: "la fisiología es la narración de lo vivo" postuladas por los filósofos naturalistas, aún resuenan tanto en la educación médica como en el quehacer del fisiólogo, no como un normalizador de la vida, sino como un cultor de lo vivo.

### 4.5.2 La patología celular permea el "orden" social

Una idea que dejó Virchow, quien tuvo el mérito de señalar que la medicina no puede ser alejada de un contexto social, fue el término "patología de las relaciones", según la cual la enfermedad no se encuentra en el nivel de la célula, que se supone autónoma, sino que consiste, para la célula, en relaciones con la sangre y el sistema nervioso, es decir, con un medio interno y un órgano de coordinación que hacen del funcionamiento del organismo un todo (Canguilhem, 1986).

Es probable que, antes de la teorización, la experiencia vital y política de Virchow haya marcado no solo sus ideas, sino también su práctica médica. La primera experiencia política importante de Virchow se produjo en 1848, cuando todavía trabajaba en el Charite de Berlin. En respuesta a la protesta pública por la epidemia de tifus, que azotaba a los trabajadores textiles, el gobierno prusiano

organizó una comisión de investigación con Virchow como médico oficial. Consternado por la miseria que encontró entre los campesinos, concluyó que el saneamiento deficiente, la ignorancia de la higiene básica, la falta de educación y la casi inanición eran los problemas fundamentales de la epidemia. Emitió un informe mordaz, criticando a la aristocracia prusiana por mantener a sus súbditos en un estado de atraso. Como expresión de su floreciente liberalismo político, Virchow también exigió públicamente "democracia plena e ilimitada" junto con "educación, libertad y prosperidad" (Reese,1998).

Podrían citarse múltiples experiencias y rastrear su activismo político en la convulsa Alemania de la época, razón por la cual son numerosos sus logros en salud pública, antropología y política, incluida su búsqueda por la justicia social y la democracia en la Alemania imperial.

Así como famosos son sus aforismos relacionados con el tema: "La medicina es una ciencia social", "Los galenos son los abogados naturales de los pobres", "La política es la aplicación de la medicina a gran escala" (Reese, 1998). Llama la atención cómo, pasados los años Mukehrjee recoge en la organización de su libro una idea "social" de las células, al otorgar funciones a cada una, por ejemplo: la célula guardiana, la ciudadana, la egoísta, etc.

La visión "social" de Haeckel también se relaciona con su contexto. Él venía de una familia liberal. En un primer momento, no sentía ninguna simpatía por Bismarck y su proceso de unificación. En 1866, a causa de la guerra de Prusia contra el Imperio austríaco y algunos estados alemanes aliados, se mostró especialmente crítico hacia la política de Berlín. Tras la unificación del 1871, cuando Bismarck comenzó la campaña contra la Iglesia católica, conocida como *Kulturkampf* (lucha cultural), término acuñado por Virchow, Haeckel cambia de actitud hacia el llamado "canciller de hierro".

Lejos entonces del activismo, Haeckel se volvió ardiente defensor del monismo, la idea de que no existía ninguna división entre el mundo orgánico y el inorgánico. Explicó sus fundamentos filosóficos en el libro *El enigma del universo*, publicado en 1899, que se tradujo a veintisiete lenguas. En él, Haeckel hablaba del alma, el cuerpo y la unidad de la naturaleza; del conocimiento y la fe; de ciencia y religión. Definitivamente, creía que la unidad de la naturaleza podía expresarse a través de la estética. Haeckel pensaba que, mientras hubiera científicos y artistas, los sacerdotes y las catedrales era innecesarios (Wulf, 2016). Su aporte a la comprensión social del mundo se puede evidencia en sus obras *El arte de la naturaleza* y *Morfología general*, libro en el que postuló por primera vez el término "ecología", entendida como la ciencia de las relaciones de un organismo con su entorno.

### 4.5.3 Educación: en busca de una célula viva

La concepción de una célula patologizada, de una fisiología clásica antecedida por la normatividad en función de la enfermedad, según Canguilhem, supone una confusión entre el orden pedagógico y el orden heurístico. La enseñanza de la medicina comienza justamente por la anatomía macro y microscópica, así como de la fisiología, con una pretensión de que "comprendemos de lo normal a lo patológico". Bajo esta idea, se puede deducir, a veces con bastante facilidad, admitiendo ciertas analogías mecánicas, la causa de ciertos estados patológicos. Ahora bien, todo parece indicar que el orden de adquisición de tales correspondencias anatomo-fisiológicas ha sido el inverso. El enfermo es quien primero ha comprobado que "algo no anda bien". Su experiencia es la que determina modificaciones sorprendentes o dolorosas de la estructura morfológica o del comporta-

miento (Canguilhem, 1986). Ahora que presenciamos el paradigma molecular y celular de la enfermedad, el razonamiento sigue siendo el mismo. La mitocondria, por poner un ejemplo, resulta comprensible para el estudiante en función de su "aplicabilidad" en la clínica, muchas veces despojada de su carácter evolutivo, ecológico y estético.

Haeckel ilustraba sus trabajos de zoología con sus propios dibujos, de una precisión científica perfecta y, además, de extraordinaria belleza. Consideraba que dibujar era el mejor método para comprender la naturaleza. Debemos encontrar maneras de nutrir de belleza la educación alrededor de las ciencias básicas, no solo por la persistencia en algunas escuelas médicas de regímenes memorísticos en torno a la estructura y la función de lo biológico como una noción de un conocimiento instrumentalizado, sino también por la necesidad de unas metaheurísticas[1] alrededor de las dinámicas de la vida en el contexto de la salud.

## 4.6 Coda

Las artes plásticas primero, desde fines del siglo XVI y comienzos del siglo XVII, fijaron el estilo barroco y liberaron por todas partes el movimiento. A la inversa del artista clásico, el artista barroco solo considera en la naturaleza aquello que está inacabado, que es virtual, algo así como el mundo de las posibilidades. Como lo describe Canguilhem (1986, p. 156):

---

[1] Las metaheurísticas constituyen uno de los conjuntos de las metodologías utilizadas en el trabajo y la investigación con fenómenos, sistemas y comportamientos caracterizados por no linealidad, autoorganización, complejidad creciente, emergencia y otras propiedades semejantes y conocidas (Maldonado, 2016)

> El hombre del barroco no se interesa por aquello que existe, sino por lo que va a existir. El barroco es infinitamente más que un estilo en el arte: es la expresión de una forma de pensamiento que en esa época reina en todos los dominios del espíritu: la literatura, la música, el Estado, las ciencias.

Frente al mecanicismo y bioingeniería del cuerpo, que reflejan la fisiología clásica, vale la pena rescatar de la época el movimiento como objeto de estudio de la fisiología. En sintonía con Mukehrjee, es de mi gusto una armonía de las células en modo barroco: Polifónica, con fugas y emergencias; contrapuntística, con unas pretensiones trascendentes. Sin quitar valor al estilo clásico, gracias a la simetría y pretensión de equilibrio en la composición, es que hoy todo suena tan pop.

5.

# Referencias

Biblia. (s.f.). *Salmo 51:5*. (Versión no especificada).

Bunge, M. (2012). *Filosofía para médicos*. Gedisa.

Canguilhem, G. (1986). *Lo normal y lo patológico*. Siglo XXI Editores.

Damasio, A. (2018). *El extraño orden de las cosas*. Ediciones Destino.

Deutsch, D. (1997). *La estructura de la realidad*. Anagrama.

Flinn, K. (2024, 20 de febrero). *The idea that trees talk to cooperate is misleading. Scientific American*. https://www.scientificamerican.com/article/the-idea-that-trees-talk-to-cooperate-is-misleading/

Galison, P. (2008). Ten problems in history and philosophy of science. *Isis*, 99(1), 111-124. https://doi.org/10.1086/587536

Hardy, P., & Zacharias, H. (2009). Walther Flemming on histology in medicine 1878: A newly discovered letter to his father. *Annals of Anatomy*, 191(2), 171-185. https://doi.org/10.1016/j.aanat.2009.01.002

Leeks, A., Bono, L. M., Ampolini, E. A., Souza, L. S., Höfler, T., Mattson, C. L., Dye, A. E., & Díaz-Muñoz, S. L. (2023). Open questions in the social lives of viruses. *Journal of Evolutionary Biology*, 36(11), 1551-1567. https://doi.org/10.1111/jeb.14203

Lian, A. T. Y., & Chircop, M. (2016). Mitosis in animal cells. En R. A. Bradshaw & P. D. Stahl (Eds.), *Encyclopedia of Cell Biology* (pp. 478-493). Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394447-4.30064-5

Maldonado, C. E. (2016). Metaheurísticas y resolución de problema complejos. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 16, 169 - 185. https://doi.org/10.18270/rcfc.v16i33.1938

Mol, A. (2021). *Eating in theory*. Duke University Press.

Mol, A. (2010). Actor-network theory: sensitive terms and enduring tensions. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft*, 50, 253-269.

Mol, A. (2003). *The body multiple. Ontology in medical practice.* Duke University Press.

Mukherjee, S. (2023). *La armonía de las células. Una elaboración de la medicina y del nuevo ser humano.* Debate.

Paweletz, N. (2001). Walther Flemming: Pioneer of mitosis research. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2(1):72-5. https://doi.org/10.1038/35048077.

Reese, D. M. (1998). Fundamentals: Rudolf Virchow and modern medicine. *Western Journal of Medicine*, 169,105-108.

Schiller, F. (1970). Concepts of stroke before and after Virchow. *Medical History*, 14, 115-131.

Smith, C. (1977). *El problema de la vida. Ensayo sobre los orígenes del pensamiento biológico.* Alianza Editorial.

Wohlleben P. (2019). *La vida secreta de los árboles: descubre su mundo oculto, qué sienten, qué comunican.* Obelisco.

Wulf, A. (2016). *La invención de la naturaleza. El nuevo mundo de Alexander Von Humboldt.* Penguin Random House.

Zimmer, C. (2024, 11 de abril). Viruses finally reveal their complex social life. *Quanta Magazine*. Recuperado el 17 de mayo de 2024, de https://www.quantamagazine.org/print?utm_source=Live+Audience&utm_campaign=e5a8c8bad3

# Investigaciones en complejidad y salud

Facultad de Medicina

Grupo de Investigación en Complejidad y Salud Pública

# n.º 29

## Las células constituyen un canto a la vida, a pesar de la enfermedad y la muerte.

Fue editado y publicado por la
Editorial Universidad El Bosque,
Junio de 2024
Bogotá, D. C., Colombia

UNIVERSIDAD
EL BOSQUE
Editorial