

Microscopía, células y microorganismos

Juan Seguro

Pregunta central

¿Cómo creó la microscopía un nuevo dominio de observación, y por qué ver células y microorganismos no produjo por sí solo la teoría celular ni la teoría microbiana?

Contexto histórico y evolutivo

Muchas estructuras biológicas son demasiado pequeñas para que la visión sin ayuda pueda resolverlas. Antes de disponer de microscopios fiables, los investigadores podían diseccionar órganos, comparar anatomía macroscópica e inferir procesos ocultos, pero no podían inspeccionar de forma rutinaria células, capilares, espermatozoides, protozoos o bacterias. El microscopio cambió la escala a la que podían formularse afirmaciones biológicas, pero su importancia epistémica no fue automática. Los primeros observadores tuvieron que aprender qué rasgos visuales pertenecían a las muestras, cuáles procedían de su preparación y cuáles eran artefactos ópticos.

¿Qué podían saber las comunidades antes de esta transición?

Antes de los microscopios compuestos y simples, la anatomía y la historia natural estaban limitadas en gran medida a la visión sin ayuda o a bajos aumentos. Existían lentes, pero no una cultura observacional estable que tratara las estructuras microscópicas como un nuevo dominio de evidencia con sus propios artefactos, técnicas de preparación y riesgos interpretativos.

¿Qué cambió?

De las lentes a un nuevo dominio observacional

Micrographia (1665), de Robert Hooke, hizo públicas las estructuras aumentadas mediante imágenes y descripciones cuidadosamente preparadas. Su observación del corcho popularizó el término «célula», aunque los compartimentos vacíos que vio eran paredes celulares vegetales, no el concepto moderno de célula viva. Por tanto, el logro de Hooke no fue descubrir la teoría celular. Fue establecer un programa visual convincente en el que los objetos aumentados podían describirse, ilustrarse y compararse públicamente.

Antonie van Leeuwenhoek utilizó pequeños microscopios de una sola lente de gran calidad para alcanzar mayores aumentos. Sus cartas a la Royal Society informaron sobre espermatozoides, glóbulos rojos y, en 1676-1677, «animalículos» en agua e infusiones. La publicación de sus observaciones en 1677 abrió un mundo de vida microscópica al escrutinio público. La verificación fue inicialmente difícil porque pocos observadores disponían de instrumentos o destrezas comparables. La Royal Society recurrió por ello a correspondencia repetida, testigos e intentos de replicación para establecer confianza.

Las células no produjeron inmediatamente la teoría celular

La existencia de compartimentos microscópicos no implicaba por sí sola que todos los organismos vivos estuvieran formados por células. Esa generalización surgió mucho más tarde. Schleiden sostuvo en 1838 que las plantas estaban compuestas por células; Schwann extendió en 1839 un marco celular a los animales. Sus formulaciones incluían ideas erróneas sobre la formación celular, pero desplazaron la biología hacia una unidad estructural común. La insistencia de Virchow, a mediados del siglo XIX, en que las células proceden de células preexistentes reorganizó aún más la patología y el desarrollo.

Este largo intervalo es crucial. Los instrumentos pueden revelar objetos décadas o siglos antes de que exista un marco explicativo estable. La microscopía amplió el espacio de evidencia; la teoría celular reorganizó esa evidencia en una arquitectura biológica general.

Microorganismos y cautela causal

Leeuwenhoek observó microorganismos, pero observar microorganismos no equivalía a establecer la teoría microbiana. Durante casi dos siglos, los organismos microscópicos coexistieron con explicaciones rivales de la fermentación, la putrefacción y la enfermedad. Trabajos posteriores de Pasteur, Koch y otros conectaron microorganismos concretos con

procesos causales mediante cultivos, intervenciones y controles experimentales. PIO separa por ello el descubrimiento de la vida microscópica de la demostración causal posterior de enfermedades mediadas por microorganismos.

Qué cambió en la práctica

La microscopía creó nuevo trabajo epistémico: fabricación de lentes, iluminación, preparación de muestras, tinción, dibujo e interpretación. También produjo nuevos artefactos. Una muestra dañada o una lente aberrante podía generar una imagen persuasiva pero falsa. La confianza pasó a depender cada vez más de la calibración, la comparación entre observadores y métodos reproducibles de preparación.

El microscopio también alteró la autoridad médica. En el siglo XIX, tejidos y células podían utilizarse para clasificar estados normales y patológicos a escalas inaccesibles al ojo desnudo. Esto no eliminó la observación clínica ni la anatomía; las integró dentro de una nueva jerarquía de escalas.

¿Por qué pudo surgir esta capacidad?

Las mejoras en el trabajo del vidrio, el pulido de lentes, la preparación de muestras, la ilustración y la imprenta hicieron que las observaciones aumentadas fueran cada vez más compartibles. La capacidad decisiva no fue una lente aislada, sino un sistema que unía instrumento, preparación, observación experta, dibujo, descripción y comparación.

¿Qué formas posteriores de conocimiento hizo posibles?

La microscopía hizo posibles la teoría celular, la histología, la microbiología y más tarde la teoría microbiana al convertir estructuras invisibles a simple vista en objetos científicos persistentes. También obligó a aprender que los instrumentos pueden crear artefactos y que ver una entidad no establece por sí solo su papel causal.

Nuevos límites y riesgos

La microscopía temprana amplió el acceso a estructuras que de otro modo eran invisibles, pero hizo que la observación dependiera de la calidad de las lentes, la iluminación, la preparación de la muestra y la capacidad del observador para distinguir estructura de artefacto óptico o de preparación. Como pocos investigadores poseían instrumentos o habilidades tácitas comparables, la replicación podía resultar difícil, y el aparente acuerdo visual no establecía por sí solo función biológica ni causalidad. Las historias posteriores de la teoría celular y la teoría microbiana necesitaron, por tanto, comparación controlada, mejores preparaciones y experimentos causales, además de la mera observación de entidades microscópicas.

¿Qué cambió en la arquitectura del conocimiento?

La observación pasó a estar **mediada instrumentalmente a través de las escalas**. El mundo biológico dejó de limitarse a las estructuras visibles para los sentidos sin ayuda. Una nueva clase de entidades adquirió suficiente estabilidad como para entrar en la explicación, la taxonomía y, finalmente, la intervención causal.

Pérdida, exclusión e incertidumbre

La narrativa canónica se centra en Hooke y Leeuwenhoek, pero la microscopía dependió de fabricantes de lentes, preparadores de muestras, ilustradores y saberes tácitos. Leeuwenhoek mantuvo deliberadamente en secreto aspectos de su técnica de fabricación de lentes, recordándonos que una observación aparentemente pública podía seguir descansando en una habilidad inaccesible. La microscopía temprana también generó artefactos que los observadores posteriores tuvieron que aprender a reconocer.

Mapa de dependencias

- DIRECTO ← PIO-043 Vidrio, lentes y extensión de la visión
- INDIRECTO ← PIO-045 Vesalio y la observación anatómica
- INDIRECTO ← PIO-036 Medicina hipocrática, galénica, ayurvédica e islámica: conocimiento clínico sistemático
- INDIRECTO → PIO-069 Pasteur, Lister y Koch: de la intervención antiséptica a la demostración microbiana
- INDIRECTO → PIO-087 ADN y herencia molecular

Referencias

1. Hooke, R. *Micrographia*. London (1665). DOI: 10.5962/bhl.title.904.
2. van Leeuwenhoek, A. «Observations ... concerning little animals ...» *Philosophical Transactions* 12, 821–831 (1677). DOI: 10.1098/rstl.1677.0003.
3. Lane, N. «The unseen world: reflections on Leeuwenhoek (1677) 'Concerning little animals'.» *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370, 20140344 (2015). DOI: 10.1098/rstb.2014.0344.
4. Schwann, T. *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*. Berlin (1839).