

---

LA CONSTITUCIÓN DE LA CITOLOGÍA  
Y LOS MODELOS  
DE LA MICROANATOMÍA CELULAR

JOSÉ LUIS GONZÁLEZ RECIO

---

**ABSTRACT.** The present paper is an investigation on the theoretical models that exercised an important role in the birth of cytology. The historical available information permits to estimate that the cellular theory suffered a development along the nineteenth century, capable of a rational reconstruction as well as the allowance to define which were the ontological and epistemological suppositions assumed.

**KEY WORDS.** Origins of cytology, cell microanatomy, cell organelles, cell models, theoretical terms, dynamic of theories, Schleiden, Schwann, Virchow, Lakatos.

---

---

Voy a organizar la presentación de este pequeño trabajo en torno a tres apartados fundamentales. En un primer momento, me referiré al proceso de constitución por el que pasaron la anatomía microscópica y la fisiología celular a lo largo del siglo XIX. Trataré de hacer una descripción del modo en que fue fundada la concepción celular de los organismos, de cuáles fueron los rasgos más importantes que incluyó el concepto inicial de célula y de cómo el posterior curso de la investigación citológica modificó sustancialmente aquella primera noción. En segundo lugar, pretendo explicar que los modelos de innovación teórica sugeridos por Popper y Kuhn resultan insuficientes para dar cuenta del afianzamiento progresivo del programa de investigación que pusieron en marcha Matthias Jacob Schleiden y Theodor Schwann. Por último, sugeriré que la metodología de los programas de investigación de Lakatos es un instrumento que, puesto al servicio de los datos historiográficos, permite una interpretación mucho más lúcida y coherente del curso seguido en su desarrollo por la teoría de la célula.

Hemos de partir de una constatación trivial: la de que la microanatomía y la fisiología celular aparecen, a principios del siglo XIX, como dominios

---

Departamento de filosofía I, Facultad de Filosofía, Universidad Complutense de Madrid, España. / jolgonza@filos.ucm.es.

teóricos en los que cabe reconocer la clase de debate que Kuhn identificó con las fases previas a la definición de un paradigma. En efecto, la disputa entre escuelas rivales —presidida por una clara dificultad para establecer algún inventario conceptual compartido—, la consiguiente dificultad de comunicación entre los investigadores, la imposibilidad de fijar los hechos que han de tomarse como *relevantes*, y la discrecionalidad a la hora de proponer formas de observación, son los elementos del escenario histórico en que resultará propuesta una primera interpretación del significado morfológico y funcional de la célula. Se trata de un contexto en el que, desde distintas perspectivas, se aludía a cierta estructura microscópica, cuyos caracteres, e incluso existencia, era todavía motivo de controversia. Se carecía, en suma, de un registro observacional común y de una idea precisa sobre el significado biológico de aquella entidad conocida hacía tiempo, pero que parecía adquirir un protagonismo creciente en los dominios de la botánica y la zoología. A todo ello habría que añadir la presencia aún activa de la especulación anatómica impulsada por la *Naturphilosophie* y la huella nada desdeñable de la histología vitalista que habían abandonado en la universidad francesa Paul Barthez, Philippe Pinel y François Xavier Bichat a lo largo del siglo XVIII.

En 1838 se publican las *Beiträge zur Phytogenesis*, de Schleiden y, un año después, las *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen*, de Schwann. Puede afirmarse, sin lugar a dudas, que el proyecto de unificación de la anatomía microscópica y de la fisiología celular comienza a partir de ese momento. Schwann traslada al mundo animal los hallazgos que su compatriota había hecho en torno a la fitogénesis, lográndose un proyecto de experimentación generalizable, un lenguaje unificado para la biología vegetal y animal, así como una meta bien delimitada para la biología inmediata: conseguir la armonización teórica en el terreno de la citología para ámbitos de indagación biológica considerados con anterioridad heterogéneos. Lo que me interesa subrayar, de cualquier modo, son los principios que esta primera versión de la teoría celular consagraba, y que pueden resumirse en tres postulados:

1. Que la célula era la unidad elemental en la configuración anatómica de los seres vivos.
2. Que se formaba siempre mediante el siguiente proceso: aparición del nucleolo, generación en torno a él del citoblasto y conformación ulterior del cuerpo celular.
3. Que el desarrollo no era sino expresión de una continua multiplicación celular.

A ellos se añadía la convicción de Schwann, según la cual, en el caso de las células animales, esta serie de fenómenos tenía su inicio en el *citoblastema*

extracelular, frente a la generación endógena que Schleiden entendió característica de la célula vegetal. Ambos pensaron que, pese a ello, se daba una constatable uniformidad en las leyes naturales, capaz de guiar la investigación futura. El papel de esa mezcla de azúcares y goma que denominaban *citoblastema* —presente por igual en el espacio intercelular y en el medio interno de la célula— era exactamente el mismo; sólo había que reconocer el protagonismo específico que uno y otro —el externo y el interno— poseían dentro de la histología animal y la histología vegetal. Las leyes naturales, las leyes biológicas, manifestaban, por consiguiente, una perfecta continuidad. La secuencia universal de la generación de las células —constitución de los nucleolos, formación del núcleo con su membrana, y posterior aparición del plasma y la membrana celular— permitía concebir, precisamente, aquella acabada continuidad y homogeneidad. Establecida la unificación teórica de la anatomía microscópica animal y vegetal, y presentidas, en buena medida, las consecuencias fisiológicas de semejante programa de investigación, pocas dudas cabían respecto a que la biología se abría a un nuevo horizonte. Quedaba implantado un conjunto de principios que hacía posible el desarrollo de lo que en términos kuhnianos sólo cabría interpretar como *ciencia normal*, es decir, como ampliación acumulativa de conocimientos, aplicación de dichos principios a dominios histológicos nuevos y resolución sucesiva de problemas en el marco del cuerpo teórico que acababa de definirse.

Lo que empezó a ocurrir inmediatamente después, sin embargo, reborda los límites del concepto de *investigación normal*. Jacob Henle, en su *Allgemeine Anatomie* (Leipzig, 1841), niega que los nucleolos existan con anterioridad a la formación del núcleo, a la vez que defiende la pertinencia del concepto de *fuera vital* y de las explicaciones teleológicas. Hacia el final de los años cincuenta, Leydig, de Bary y Schultze descartan la existencia generalizada de una pared celular con los caracteres que le habían asignado los botánicos. En la década inmediatamente posterior, los estudios de Purkinje, von Mohl, Unger, Schultze, Haeckel, Brücke, de Bary y Kühne obligan a sustituir la noción de un contenido celular amorfo por la de *protoplasma* —subrayando su profundo significado estructural y funcional. Ya antes, en 1841, Robert Remak ha refutado de modo inequívoco la generación exógena de las células animales —concretamente, la precipitación en el llamado citoblastema extracelular— al tiempo que ha establecido la multiplicación por división de las células hemáticas. En 1852, Rudolf Virchow formula —dentro de su *Cellularpathologie*— el revolucionario axioma, según el cual toda célula proviene de una célula preexistente. Overton, en otro ámbito de indagación, se centrará en el examen de las propiedades osmóticas de las células, llegando a presentar un concepto de membrana citoplasmática mucho más depurado. Por su parte, la modificación de las primeras tesis en torno al origen, la arquitectura y las

actividades del núcleo tampoco tardó en producirse. Valentin, Schleiden, Schwann, Henle, Remak, Weisman y Lankaster habían aceptado como habitual la aparición y desarrollo del mismo en el blastema intersticial, pero, entre 1882 y 1886, Flemming y Rabl brindan una completa descripción de la mitosis. Atendiendo a semejantes modificaciones en el contenido de la teoría, no es posible hablar de un periodo de investigación normal. El conjunto de principios establecidos por Schleiden y Schwann es objeto de una drástica revisión, de una modificación que no corresponde en modo alguno a la simple ampliación acumulativa. Las innovaciones pueden ser calificadas claramente de *revolucionarias*, afectando a supuestos de la red de hipótesis básicas, más que a la conjetura puntual de un concreto investigador que hubiera ensayado la solución de un enigma. Lo que se ponía en juego habitualmente era el propio contenido de la teoría, su estructura, su encuadre epistemológico e incluso su anclaje ontológico.

De otro lado, si los citólogos del siglo XIX hubieran sometido su actividad investigadora a los cánones de un falsacionismo intransigente, habrían abandonado la teoría de Schleiden-Schwann. En muy poco tiempo se comprobó: a) que la célula no se originaba en una gelatina compleja; b) que el proceso de formación no se iniciaba con la aparición de los nucleolos; c) que los citoblastos no se generaban por precipitación en torno a los nucleolos; d) que la génesis de la célula no tenía lugar mediante el crecimiento de la vesícula que rodea al núcleo; e) que el crecimiento de las plantas no era producto de la multiplicación de células dentro de otras células; f) que incluso en los órganos leñosos de las plantas no se daba nada parecido a la formación súbita de células, y g) que las células de los tejidos animales no seguían tampoco el modo de nacimiento sugerido por Schwann. Con enorme rapidez, extensas regiones de la primera teoría celular habían quedado falsadas. Aun así, el *programa Schleiden-Schwann*, lejos de ser desechado, fue objeto de una atención creciente, y a su corrección se entregaron científicos tan destacados como Henle, Schultze, Purkinje, von Mohl, Cohn, Remak, Virchow, Overton, von Baer, Reichert o Hertwig.

Volviendo ahora a una virtual perspectiva kuhniiana, cabría decir que sólo son posibles dos opciones: 1) rechazar que la teoría de Schleiden-Schwann constituyera un paradigma, y 2) sostener que toda la investigación citológica posterior estuvo sujeta a la aceptación ciega de una serie de dogmas formulados en 1838. Ambas posibilidades, sin embargo, resultan inconsistentes. Elegir la primera de ambas exige señalar qué otra teoría citológica ulterior actuó como modelo paradigmático. En ese caso, nos veríamos obligados a admitir que *ya existía ciencia normal antes de la constitución de dicho paradigma*. Es difícil imaginar que alguien apostara por la segunda, y, si así fuera, bastaría repasar con él cualquier historia de la biología para persuadirle de que las correcciones practicadas en la teoría

de 1838 afectaban inequívocamente a un cuerpo doctrinal compartido: *lo puesto a prueba era una parte de la teoría prevaleciente.*

Así pues, si nos atenemos a lo ocurrido en el desarrollo de la citología, cabría decir que la ciencia normal no excluye por completo la crítica racional. Hay *regiones* de los paradigmas que pueden llegar a ser sustituidas sin que éstos se abandonen. Resulta, de este modo, que ciertos elementos de la descripción popperiana no son sólo aplicables a las crisis revolucionarias de la historia de la ciencia. La pretensión de Kuhn, según la cual no basta la refutación de una hipótesis o teoría para que esté garantizada su eliminación, está avalada por la práctica real de la ciencia. No obstante, su posición se debilita cuando se hace tan ingenua como la del más ingenuo falsacionismo. El modelo teórico al que llegó la anatomía microscópica —tanto en botánica como en zoología— de la mano de Schleiden y Schwann estuvo sometido a permanentes modificaciones. Se trató de revisiones que implicaban la aceptación previa de los elementos conceptuales y del ámbito empírico de objetividad con que trabajaban los dos autores alemanes y, en consecuencia, nada tuvieron que ver con la lucha entre escuelas rivales que ha de preceder al nacimiento de una teoría paradigmática.

En distintos momentos de la investigación normal las demandas de la lógica pueden quedar paralizadas por las exigencias psicosociológicas, sin duda. Los ingredientes históricos, psicosociales y hasta épicos, si se desea, están siempre presentes en la actividad científica, aunque una mirada al nacimiento y consolidación de la citología en el curso del siglo XIX permite apreciar que los requerimientos de la crítica racional juegan, asimismo, inequívocamente su papel. Henle falsó y rechazó la hipótesis de la preexistencia de los nucleolos. Leydig, de Bary y Schultze confirmaron que no podía admitirse como universal la presencia de la pared celular. Unger, Haeckel, Brücke o Kühne juzgaron equivocada la idea de un contenido celular indiferenciado a partir de los datos que obtuvieron en sus observaciones. Virchow, por su parte, obtuvo evidencia suficiente como para declarar infundada la suposición del origen exógeno de las células, motivo por el que creyó insostenible el supuesto de la formación celular en el citoblastema exterior. La teoría de Schleiden y Schwann no impuso, por lo tanto, una mera tradición acumulativa. Sus principios hubieron de ser reformulados continuamente. Los programas de investigación historiográfica de Popper o Kuhn no permiten, pues, una adecuada explicación de lo ocurrido en el proceso de formulación y subsiguiente reevaluación de la teoría celular. Las exigencias lógicas popperianas no operaron en el sentido postulado por su definidor, al tiempo que los citólogos se mostraron como un grupo profesional mucho más abierto y crítico que los que actúan en la reconstrucción kuhniana de la ciencia. Presentaré ahora cómo

se interpreta la teoría de Schleiden-Schwann en el marco de la metodología lakatosiana de la ciencia, auténtico núcleo de este trabajo.

Anticipo que, considerada como un programa de investigación, la primera versión de la teoría de la célula y su posterior evolución revelan la clase de progresión histórico-racional que no encontramos al evaluarlas desde las filosofías de la ciencia de Kuhn o Popper. Por el contrario, el modelo de dinámica de teorías propuesto por Lakatos encuentra un claro refrendo en la consolidación de la citología como disciplina biológica. Sin ninguna fase de latencia, desde 1838 el programa puesto en marcha por Schleiden define una heurística negativa y una heurística positiva. El principio básico de que los organismos animales y vegetales están constituidos por células como elementos estructurales primarios se convierte en el centro firme del programa, y allí permanece inalterado desde entonces, imponiendo una heurística negativa. Es notorio, a la vez, que el programa fijó desde su aparición líneas de investigación —una heurística positiva— dirigida hacia el esclarecimiento del origen y la formación de las células, así como un cinturón protector en el que figuraban hipótesis de distinto nivel sobre las aberraciones producidas por los microscopios, las técnicas de tinción de las preparaciones, etc. En estrictos términos lakatosianos, la *consolidación* del núcleo del programa no tuvo lugar hasta que, en el seno de la heurística positiva, se alcanzaron leyes de importancia indudable sobre la multiplicación celular, o sobre la propia arquitectura de la célula y sus actividades. En ese tránsito, las repetidas falsaciones de numerosos enunciados que formaron parte de la primera versión de la teoría se repitieron reiteradamente. No fueron modificaciones acumulativas que puedan asignarse a la investigación normal kuhniana, aunque el programa no fue rechazado, según cabría esperar desde un falsacionismo ingenuo. El respeto de citólogos e histólogos a las exigencias lógicas se produjo con la suficiente flexibilidad como para que el programa pudiera sobrevivir. Cada nueva alteración, más que un dictamen negativo de la experiencia, significó un cambio progresivo en el sentido que Lakatos da a la expresión. Los experimentos cruciales menores fueron habituales y en ellos se decidió sobre diferentes versiones del programa. En conformidad también con la metodología de Lakatos, cada versión no fue abandonada mientras no existió otra dispuesta a sustituirla y superarla. Son sus observaciones microscópicas las que llevan a Henle a negar la preexistencia de los nucleolos y a defender que éstos se forman por acumulación de alguna sustancia distinta, si bien nunca anterior a las granulaciones que están en el origen de los citoblastos. Son los trabajos sobre la multiplicación de las células sanguíneas los que conducen a Remak a remplazar la hipótesis de la formación exógena por la idea de división celular. Y son las experiencias de Leydig y Schultze, relativas al citoplasma de diversos protozoos y al de las células del músculo estriado, las que obligan a descartar la universal-

dad de la pared celular, reclaman una redefinición de la célula, y movilizan una heurística positiva que culminará en el descubrimiento de la membrana por Overton en 1895.

Puede afirmarse, en resumen, que el proceso de ajuste y revisión asociado a la consolidación de la teoría celular afectó a elementos semánticos y estructurales del programa de investigación que daba nacimiento a la citología. Lo importante, sin embargo, es que su identidad y continuidad como proyecto dependiente de un eje teórico fundamental nunca se perdió. Las dificultades implicadas por las anomalías no fueron *ocultadas* sino *neutralizadas* hasta su asimilación en una versión más progresiva. Esto es, la teoría sobrevivió no en virtud de la rigidez que Kuhn otorga a los paradigmas, sino gracias a la plasticidad que Lakatos halla en el trabajo científico que se produce en torno a un proyecto teórico no menos moldeable. Finalmente, la exigencia lakatosiana relativa a la predicción de hechos nuevos quedó cumplida ampliamente a través de las múltiples anticipaciones confirmadas después: la anticipación de la división celular por Ehrenberg; de la mitosis por Henle; de la existencia de la membrana nuclear por Remak, o de la independencia y unidad de la neurona por Ramón y Cajal. Se trata, en definitiva, de un notorio espectro de hechos que se acomodan de forma natural al modelo historiográfico de Lakatos y que en él quedan inteligiblemente explicados. Todo ello lleva, en síntesis, a las siguientes conclusiones:

1. El nacimiento y desarrollo de la citología son susceptibles de una reconstrucción racional.
2. Los factores psicosociales de la investigación resultan insuficientes para justificar la constitución de esta rama de la biología.
3. Las dos conclusiones anteriores implican la escasa aplicabilidad de los supuestos de Kuhn a la dinámica de la teoría celular.
4. La reconstrucción racional a que se alude en 1 depende de una lógica de la investigación que opera a largo plazo.
5. Las oportunidades de desarrollo concedidas al programa de Schleiden-Schwann —pese a las anomalías que fueron detectadas— expresan la relativa autonomía de las teorías frente a los requerimientos inmediatos de la experiencia.
6. Las cinco conclusiones anteriores valen como justificación de una más general: el modelo historiográfico de Lakatos arroja mucha más luz sobre la génesis y articulación progresiva de la teoría celular que los concebidos por Kuhn o Popper.

El presente trabajo forma parte de la actividad desarrollada en el marco del proyecto FFI2009-10249, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología del Estado Español.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, A. (1982), "La teoría celular, paradigma de la biología del siglo XIX", *Dynamis* 2: 241-262.
- Albarracín, A. (1983), *La teoría celular*, Madrid: Alianza.
- Asúa, A. J. y Klimovsky, G. (1987), "Ensayo de axiomatización de la teoría celular", *Theoria* 5-6: 389-399.
- Baker, J. R. (1948-1955), "The cell theory: A restatement, history and critique", *Quarterly Journal Of Microscopical Science* 89(1948): 103-125; 90(1949): 87-108; 93(1952): 157-190; 94(1953): 407-440; 96(1955): 449-481.
- Boule, L. (1939), *Étude des fondements cytologiques du vitalisme*, Paris: Beauchesne.
- Coleman, W. (1983), *La biología en el siglo XIX. Problemas de forma, función y transformación*. Trad. de G. Guerrero, México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Duchesneau, F. (1987), *Genèse de la théorie cellulaire*, Paris: Bellarmin Vrin.
- Hall, T. S. (ed.) (1969), *Ideas of Life and Matter*, Chicago-Londres: University of Chicago Press.
- Hughes, A. (1959), *History of Cytology*, Londres-Nueva York: Abelard-Schumann.
- Jacob, F. (1971), *La logique du vivant. Une histoire de l'hérédité*, Paris: Gallimard.
- Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- Kuhn, T. S. (1973), "Second thoughts on paradigms", in Suppe, F. (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana: The University of Illinois Press, pp. 459-482.
- Kuhn, T. S. (1977), *The Essential Tension. Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago: University of Chicago Press.
- Lain Entralgo, P. (1978), *Historia de la medicina*, Barcelona: Salvat.
- Lakatos, I. y Musgrave, A. (eds.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lakatos, I. (1971), "History of science and its rational reconstructions", in Buck, R. C. y Cohen, R. S. (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, Dordrecht: Reidel, pp. 91-136.
- Popper, K. R. (1959), *Logic of Scientific Discovery*, Londres: Hutchinson.
- Popper, K. R. (1963), *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*, Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Popper, K. R. (1972), *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*, Londres: Oxford University Press.
- Popper, K. R. (1983), "La reducción científica y la incompletitud esencial de toda ciencia", en Ayala, F. y Dobzhansky, T. (eds.), *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Trad. de C. Pijoan, Barcelona: Ariel, pp. 333-364.
- Radl, E. M. (1988), *Historia de las teorías biológicas*. Trad. de F. Diez, Madrid: Alianza.
- Schleiden, M.J. (1838), "Beiträge zur Phytogenese", *Arch. Für Anat. Physiol. Und Wiss. Med.*: 137-176.
- Schwann, T. (1839), *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen*, Berlín.