



Fotografía
Luis Calderón Franco

¿EXISTEN LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS EN BIOLOGÍA?

Are there Scientific Revolutions in Biology?

Existe uma revolução científica na biologia?

Sebastián Camilo Astroz-González¹  

Fecha de recepción: 28 de enero de 2025
Fecha de aprobación: 15 de junio de 2025

Cómo citar

Astroz-González, S. C. (2025). ¿Existen las revoluciones científicas en biología? *Bio-grafía*, 18(35), e22662. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.18.num35-22662>

Resumen

El texto discute la idea de revoluciones científicas planteadas por Kuhn en 1962 y su cabida en la biología como una ciencia que estudia lo vivo. Aunque se argumenta a favor de la existencia de revoluciones en dicha ciencia, se dan razones de por qué estas no se asemejan a la tesis expuesta por Kuhn en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*, al menos no en un sentido estricto. Para dar cuenta de esta posición, se acude a la Naturaleza de la Biología (NdB) como una estrategia que permite reflexionar sobre las particularidades epistemológicas e históricas que le imprimen autonomía a esta ciencia y, a su vez, reconocer la manera en que sus modos de proceder distan de otras ciencias. El escrito finaliza sugiriendo algunas implicaciones y reflexiones que conlleva esta discusión en la enseñanza del saber biológico.

Palabras clave: autonomía de la biología; enseñanza de la biología; revoluciones científicas

Abstract

The text discusses the idea of scientific revolutions raised by Kuhn in 1962 and its role in biology as a science that studies organisms. Although it is argued for the existence of revolutions in this science, reasons are given why they do not resemble the thesis put forward by Kuhn in his work *The Structure of Scientific Revolutions*, at least not in a strict sense. To account for this position, the Nature of Biology (NoB) is used as a strategy to reflect on the epistemological and historical particularities that give autonomy to this science, while at the same time recognizing the ways in which its procedures differ from those of other sciences. The paper concludes by suggesting some implications and reflections of this discussion for the teaching of biological knowledge.

Keywords: the autonomy of biology; biological education; scientific revolutions

¹ Licenciado en Biología. Estudiante, Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. secastrozg@upn.edu.co

Resumo

O texto discute a ideia de revoluções científicas apresentada por Kuhn em 1962 e seu lugar na biologia como uma ciência que estuda os seres vivos. Apesar de argumentar a favor da existência de revoluções nessa ciência, são apresentadas razões pelas quais elas não se assemelham à tese apresentada por Kuhn em sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, pelo menos não em um sentido estrito. Para explicar essa posição, a Natureza da Biologia (NDB) é utilizada como estratégia para refletir sobre as particularidades epistemológicas e históricas que conferem autonomia a essa ciência e, ao mesmo tempo, para reconhecer a maneira pela qual suas formas de proceder diferem das de outras ciências. O artigo conclui sugerindo algumas implicações e reflexões decorrentes dessa discussão para o ensino do conhecimento biológico.

Palavras-chave: autonomia da biologia; ensino de biologia; revoluções científicas



Introducción

La estructura de las revoluciones científicas,² de Thomas Kuhn (1962), supuso la implantación de una nueva perspectiva en la historia y filosofía de las ciencias en las escuelas de pensamiento europeas. En su obra, Kuhn propuso sustituir la lógica del descubrimiento científico por la psicología social, en respuesta a “la insuficiencia de las directrices metodológicas para dictar, por sí mismas, una conclusión substantiva única a muchos tipos de preguntas científicas” (Kuhn, 1984, p. 24). En otras palabras, Kuhn desafió el *statu quo* de la visión positivista dominante en la década de 1960, al afirmar, principalmente, que el avance científico no ocurre mediante la suma de hallazgos e innovaciones aisladas (acumulación de descubrimientos), sino que depende de un esfuerzo colaborativo impulsado por comunidades científicas que operan bajo un marco compartido de ideas, metodologías, principios y valores comunes. A este conjunto lo denominó *paradigma*.

Si bien la idea de *paradigma* planteada por Kuhn ha sido debatida y reevaluada por diversos estudios postkuhianos (Hacking, 2012), su propuesta sobre los paradigmas rivales y las comunidades científicas contrapuestas abrió paso a lo que él denominó desarrollo científico normal y revolucionario. Durante la ciencia normal, los científicos trabajan dentro de un paradigma compartido, resolviendo los problemas que este establece como relevantes. No obstante, la acumulación de anomalías puede generar una crisis científica al evidenciar que el paradigma vigente ya no es capaz de ofrecer explicaciones satisfactorias. En este punto, se produce un *cambio de paradigma* o *revolución científica*, entendida aquí como un proceso no acumulativo que transforma radicalmente las prácticas y conceptos científicos. Este cambio resalta la inconmensurabilidad³ entre paradigmas, dado que cada uno opera bajo supuestos, métodos y valores diferentes.

Con base en lo anterior, no resulta exagerado afirmar que, desde la aparición del libro, “todos nosotros vivimos en un mundo diferente” (Gordon, 2012, p. 73). De hecho, algunos comentaristas, como Solís (1994), coinciden en señalar que la obra de Kuhn supuso un punto de

inflexión en el desarrollo de los estudios sobre las ciencias (física, química y biología) tal como las conocemos hoy. En ese sentido, no sería descabellado —al menos en un principio— suponer que el desarrollo de la lógica matemática, el surgimiento de la mecánica cuántica, la teoría química de la pila voltaica y la teoría de la evolución de Darwin, entre otros aportes, pueden entenderse como el resultado de revoluciones científicas.

En efecto, en su obra *La herencia de Darwin. La evolución en nuestra visión del mundo*, Chris Buskes (2009) cataloga la teoría de Darwin como un buen ejemplo de cambio de paradigma al estilo de Kuhn, pues “Antes de Darwin, los naturalistas veían por doquier la mano de un creador. Después de Darwin, vemos la eficacia de la selección natural” (p. 19).

Ahora bien, aunque este ensayo no pretende realizar un estudio exhaustivo de la obra de Kuhn, sí considera necesario tomarla como punto de partida, pues en ella se esbozan elementos que permiten plantear las siguientes preguntas: ¿existen las revoluciones científicas en biología? Si es así, ¿cuáles son (o fueron) sus características *revolucionarias*? Con el ánimo de vislumbrar una posible respuesta, aludiré a lo que Castro-Moreno (2015) denomina la *naturaleza de las ciencias* (NdC) y, en específico, la *naturaleza de la biología* (NdB), como estrategia de reflexión que busca, más allá de poner acento en los contenidos particulares de las ciencias, dar cuenta de las condiciones epistemológicas e históricas que han hecho de ellos disciplinas científicas —por supuesto, con especial referencia a la biología—. A su vez, esta perspectiva permite hacer énfasis en la enseñanza y el aprendizaje de aspectos sobre la ciencia desde un enfoque histórico-crítico.

En suma, la tesis que sostendré en este escrito consiste en afirmar que la perspectiva de Kuhn no se ajusta fácilmente a la biología, aunque ciertamente ha habido *revoluciones*, es decir, cambios significativos en la forma en que vemos el mundo y lo habitamos. Para dar cuenta de ello, el ensayo se estructura de la siguiente forma: en primer lugar, haré referencia a algunos elementos de la obra de Kuhn que considero importantes para esta discusión. En segundo lugar, retomaré brevemente algunas de las controversias más llamativas en la historia y filosofía de la biología respecto a las particularidades que la distinguen de otras ciencias como la física y la química. Estos aspectos son claves para discernir la existencia de posibles revoluciones científicas en biología. Finalmente, en la tercera sección, enunciaré algunas reflexiones y repercusiones de mi análisis en la enseñanza de las ciencias, particularmente de la biología.

2 En adelante: *La estructura*.

3 La *inconmensurabilidad*, asumida en términos de Kuhn (1962), es sinónimo de *incompatibilidad* y ausencia de lenguaje común. En otras palabras, no es posible evaluar un paradigma usando los estándares del otro porque operan con diferentes presupuestos básicos.

Sobre Kuhn y *La estructura de las revoluciones científicas*

¿Cómo avanza la ciencia? De acuerdo con Cohen (1985), “hoy tendemos a aceptar como obvio que la ciencia y su asociada la tecnología progresan por medio de una serie de saltos revolucionarios (saltos gigantescos hacia adelante que nos dan una perspectiva completamente nueva del mundo natural)” (p. 5). Sin embargo, el autor se pregunta: ¿ha sido el concepto de *revolución* una manera común y ampliamente reconocida de caracterizar el progreso científico a lo largo de la historia? Para autores como Mill y Comte, durante los siglos XIX y principios del XX, la ciencia progresaba de manera gradual, es decir, de forma continua y acumulativa, sin que fuera necesario un cambio radical en sus fundamentos. En su obra *Sistema de lógica* (1843), Mill explicaba que, a partir de la observación de fenómenos naturales, es posible formular leyes generales. Tal es el caso de la ley de la gravedad, cuyo resultado se obtuvo, en gran medida, mediante la acumulación de datos observacionales que se perfeccionaron con el tiempo.

No obstante, tras la publicación de *La estructura*, la idea de un progreso acumulativo y lineal comenzó a ser cuestionada. Según Kuhn, el progreso científico no avanza por acumulación, sino a través de revoluciones que marcan cambios profundos, separados por largos periodos de *ciencia normal*, en los que una disciplina se rige por un nuevo paradigma que orienta su desarrollo. ¿Qué quiso decir Kuhn con ello? Con el ánimo de aclarar su tesis, abordaré de manera sucinta cinco conceptos clave: 1) *ciencia normal*, 2) *anomalías*, 3) *crisis*, 4) *revolución científica* y 5) *cambio de paradigma*.

Para Kuhn, durante la *ciencia normal*, los científicos resuelven problemas dentro de un marco compartido de ideas, métodos y supuestos, es decir, bajo los límites de un paradigma ampliamente aceptado. Sin embargo, en este proceso, los científicos encuentran *anomalías* o fenómenos⁴ que no pueden ser explicados satisfactoriamente por dicho paradigma. Cuando estas anomalías se acumulan y ya no pueden ser explicadas por el paradigma dominante, la *ciencia normal* entra en crisis, lo que da lugar a la búsqueda de nuevas teorías. En ese contexto, la ciencia atraviesa una *revolución científica*, durante la cual el paradigma existente es reemplazado en su totalidad por uno nuevo, capaz de explicar las anomalías y resolver los problemas no resueltos. Es importante recalcar que, de acuerdo con Kuhn, este

cambio no es simplemente un refinamiento de las ideas previas, sino una ruptura que transforma la forma en que los científicos perciben la realidad y entienden el mundo.

Un ejemplo claro de revolución científica es el paso de la física newtoniana a la mecánica cuántica desarrollada por Planck, Heisenberg, Schrödinger y otros. En este caso, la visión clásica del mundo —que concebía las partículas como objetos bien definidos con trayectorias predecibles— fue reemplazada por una teoría que describe las partículas en términos de probabilidades, sin posiciones ni velocidades exactas al mismo tiempo.

Sin duda, *La estructura* marcó un antes y un después en la historia de las ciencias. Tal fue su impacto que autores como Chris Buskes han postulado la teoría de la evolución de Charles Darwin como otro ejemplo de cambio de paradigma. Sin embargo, en el caso particular de la biología como ciencia, es necesario hacer algunas precisiones.

En primer lugar, no se debe olvidar que Kuhn escribió en una época en la que la física era considerada la ciencia más prestigiosa y dominante, no solo por la amplitud de sus conocimientos, sino también por su influencia metodológica sobre otras disciplinas. Frente a este último punto, conviene precisar lo siguiente:

En medicina, y en general en todas las ramas de la biología, el progreso no se hace como sugiere Kuhn, a través de revoluciones que consisten en la sustitución de un paradigma científico por otro. Es posible que, en otras ciencias, como la física o la astronomía (a las que Kuhn se refiere en casi todos sus ejemplos), el progreso se realice por saltos cuánticos, no determinados por la acumulación de datos que hacen insostenible una hipótesis general o paradigma, sino por el advenimiento de una nueva moda o estilo de pensamiento, que hace que la antigua hipótesis (o paradigma) deje de ser sostenida por un grupo de científicos (Pérez-Tamayo, 2012, p. 18)

Cincuenta años después de la obra de Kuhn, señala Hacking (2012), la biología y, en particular, la biotecnología, han adquirido un papel central, tanto por la inversión económica que reciben como por su impacto social y ambiental. Estos cambios en el ámbito científico y tecnológico global, así como en la forma de generar y aplicar conocimiento, han planteado desafíos al marco conceptual desarrollado en *La estructura*. Al respecto, Mayr (2006) sugiere “estudiar determinadas ciencias en determinados periodos y preguntarse si el cambio de teorías siguió o no las generalizaciones de Kuhn” (p. 128).

4 Entiéndase por *anomalías* aquellas inconsistencias o problemas que no encajan bien en la teoría o paradigma aceptado.

Es probable que la propuesta de Kuhn haya ganado gran relevancia entre los filósofos de la ciencia, pero su aplicación a las ciencias biológicas —en particular a la medicina— resulta limitada. Para Pérez-Tamayo (2012), en estas ciencias “lo que se pierde durante la evolución del conocimiento es bien poco, sobre todo cuando se compara con lo que se conserva, se acumula y se incorpora” (p. 19). Volveré sobre este punto más adelante. Por ahora, conviene subrayar que la revolución descrita por Kuhn no parece ser un mecanismo universal para el avance de todas las ciencias: ha afectado a las ciencias físicas clásicas, pero no necesariamente a las biológicas.

¿Cuáles son las particularidades de la biología que la distinguen de otras ciencias como la física y la química?

Durante los siglos XVII y XVIII, los investigadores dedicados al estudio de *lo vivo* trabajaron intensamente para sentar las bases de lo que más tarde sería la ciencia biológica. No obstante, la biología como disciplina científica fue prácticamente ignorada y menospreciada por filósofos e historiadores de la época, quienes sostenían que la única ciencia verdadera era la física (Comte, 1830; Hull, 1974; Kant, 1781). Según Mayr (2006), fueron tres conjuntos de sucesos los que permitieron consolidar a la biología como una ciencia autónoma: en primer lugar, la refutación de ciertos principios erróneos; en segundo lugar, la demostración de que algunos principios básicos de la física no pueden aplicarse a la biología; y, por último, el reconocimiento de la singularidad de ciertos conceptos biológicos que no pueden trasladarse al ámbito de lo inanimado.

A esta línea de pensamiento le dediqué un espacio amplio en otro trabajo (Astroz-González, 2023), por lo que no profundizaré nuevamente en el tema. Basta con mencionar que Mayr analiza y refuta teorías como el vitalismo y la teleología, mientras destaca que el vitalismo —basado en una supuesta *fuerza vital* — perdió vigencia con los avances en genética y biología molecular. Asimismo, el autor resalta las diferencias entre la biología funcional (que investiga mecanismos fisiológicos) y la biología evolutiva (centrada en procesos históricos), al señalar que ambas ramas contribuyeron al establecimiento de la biología como ciencia autónoma.

Con la publicación de *El origen de las especies*, Darwin también aportó a esta autonomía. Según Mayr, dicha obra permitió superar conceptos fisicalistas como el esencialismo, el determinismo, el reduccionismo y la búsqueda de leyes universales en biología, pues estos no

se ajustan a la complejidad y variabilidad de lo viviente. Además, Mayr identifica cinco características únicas de la biología: la complejidad de los sistemas vivientes, su carácter histórico, la influencia del azar, la importancia del pensamiento holístico y la relevancia del mesocosmos. Estas particularidades evidencian, al menos en parte, que los principios de las ciencias físicas no son directamente aplicables a los sistemas biológicos.

¿Qué papel desempeñan estas características en relación con nuestra pregunta problema? ¿Pueden existir verdaderamente revoluciones científicas en una ciencia como la biología? Como ya se ha mencionado, Kuhn centra su análisis en disciplinas como la física, la astronomía e incluso la química. Sin embargo, dadas las particularidades que presenta la biología y considerando ejemplos históricos en los que ha habido transformaciones significativas en nuestra forma de concebir lo vivo —como el surgimiento de la biología molecular entre 1950 y 1970—, podría suponerse que sí ha habido transformaciones relevantes que podrían calificarse como *revolucionarias*, al menos en un sentido amplio.

Sobre este mismo punto, Mayr (2006) señala lo siguiente:

Quizá el avance más revolucionario de la biología en el siglo xx fue el surgimiento de la biología molecular. Tuvo como resultado un nuevo campo, con nuevos científicos, nuevos problemas, nuevos métodos experimentales, nuevas publicaciones periódicas, nuevos manuales y nuevos héroes culturales, pero, como ha afirmado con razón John Maynard Smith, no fue otra cosa que una continuación fluida de los progresos en genética anteriores a 1953. No existió una revolución en el curso de la cual se rechazase la ciencia anterior. No hubo paradigmas inconmensurables. Fue más bien la sustitución de un análisis grueso por uno más fino y el desarrollo de métodos enteramente originales. El surgimiento de la biología molecular fue revolucionario, pero no constituyó una revolución al estilo de las de Kuhn (p. 131)

Estas características autónomas de la biología, destacadas por Mayr, refuerzan la idea de que las revoluciones científicas en esta ciencia no se ajustan estrictamente a la propuesta kuhniana de cambios abruptos y radicales de paradigma. Esto se debe a que dichas particularidades propician un enfoque más gradual, integrador y multifacético del desarrollo del conocimiento biológico, lo que diluye la noción de revolución como ruptura tajante. Por ejemplo, el carácter histórico de la biología implica que muchos de sus fenómenos y explicaciones dependen del tiempo y de procesos contingentes. Esto hace que los paradigmas biológicos no sean universalmente

aplicables ni absolutistas —como en las ciencias físicas clásicas—, sino adaptativos y en constante evolución conforme se incorporan nuevas evidencias históricas.

Así, dado que los paradigmas en biología se construyen sobre narrativas históricas más que sobre leyes universales, los cambios no suelen manifestarse como quiebres radicales, sino como reorganizaciones progresivas del conocimiento.

Algunas implicaciones y reflexiones para la enseñanza de la biología

Tras la adopción aparentemente generalizada de las tesis propuestas por Kuhn en su obra *La estructura*, algunas ciencias —en especial, la física— fueron objeto de transformaciones significativas que modificaron profundamente la manera en que concebimos el mundo y lo habitamos. Tales transformaciones fueron designadas por Kuhn con el término *revoluciones científicas*. Como consecuencia, pareciera que este tipo de revoluciones ha permeado por completo las formas de comprender la realidad física, química e incluso biológica. Sin embargo, esto no es del todo cierto.

Las ciencias, y específicamente la biología, poseen una serie de particularidades que le confieren una autonomía epistemológica respecto a otras disciplinas, lo que implica que su desarrollo no ocurre a través de cambios abruptos de paradigma. Autores como Ruse (1973) y Mayr (2006) coinciden en que, a diferencia de la química y la física, la biología no progresa conforme al esquema kuhniano de revoluciones. Más bien, lo que ocurre es una sustitución de un análisis grueso por uno más fino, acompañado del desarrollo de métodos enteramente originales. Si esto es así, comprender las particularidades de cada ciencia demanda una epistemología específica, lo cual habilita la necesidad de una didáctica propia que responda a dichas especificidades.

Desde esta perspectiva, sostengo que la biología no puede enseñarse de la misma forma que otras ciencias, debido a que sus conceptos y procedimientos son particulares. Surge entonces una pregunta central: ¿cuál es el papel de esas particularidades en la enseñanza de la biología? ¿Cómo dar cuenta de ellas en el ámbito escolar? Al respecto, Castro-Moreno y Valbuena-Ussa (2007) sugieren una serie de procedimientos como formas principales de producción del conocimiento biológico en los contextos científicos y educativos. Estos incluyen la experimentación biológica, las narraciones históricas, el trabajo de campo, la observación y la modelización. Aunque estas técnicas y métodos también están presentes

en otras ciencias, no conviene unificarlas bajo el rótulo de *método científico*, ya que en la biología adquieren connotaciones que no poseen en otras disciplinas.

Canguilhem (1976), en la misma línea, sugiere que la experimentación en biología debe considerar la especificidad del objeto de estudio. Si se asume que cada especie es única, no resulta adecuado utilizar técnicas comparativas que presupongan la existencia de sistemas exactamente iguales. Esta reflexión permite advertir que, en biología, resulta difícil generalizar o reducir los fenómenos a ecuaciones formales, dado que no existen dos organismos idénticos en todos los aspectos.

En consecuencia, la autonomía de la biología como ciencia, manifestada en la diversidad de sus métodos —como la experimentación, la observación de campo, las narraciones históricas y la modelización—, muestra que sus formas de producción de conocimiento no pueden reducirse a un único *método científico*, ni seguir los patrones rígidos de las ciencias físicas. Esta especificidad metodológica impide que la biología experimente revoluciones científicas abruptas en el sentido kuhniano, pues su avance depende de procesos acumulativos, interpretativos y contextualizados, los cuales responden a la complejidad histórica y evolutiva de los fenómenos vivos. En ese sentido, la enseñanza de la biología debe reconocer y valorar su carácter autónomo, integrando estrategias pedagógicas que reflejen su especificidad epistemológica.

Agradecimientos

El presente artículo hace parte de las reflexiones y discusiones surgidas en el componente de historia y filosofía de las ciencias de la Maestría en Docencia de las Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

Referencias

- Astroz-González, S. (2022). Posibilidades e imposibilidades de leyes científicas en biología. Reflexiones e implicaciones para su enseñanza. *Bio-grafía*, (número extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18540>
- Buskes, C. (2009). *La herencia de Darwin: la evolución en nuestra visión del mundo*. Herder.
- Canguilhem, G. (1976). *El conocimiento de la vida*. Anagrama.
- Castro-Moreno, J. (2015). La ausencia de la biología como área específica en el sistema educativo colombiano: una apuesta para su

- inclusión desde la historia y la filosofía de la biología. *Bio-grafía*, (número extraordinario), 470-489. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia470.489>
- Castro-Moreno, J. y Valbuena-Ussa, É. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (22), 126-145. <https://doi.org/10.17227/ted.num22-385>
- Cohen, B. (1985). *Revolution in Science*. Harvard University Press.
- Comte, A. (1830). *Cours de philosophie positive*. Gallimard.
- Gordon, P. (2012). Forum: Kuhn's Structure at Fifty, Introduction. *Modern Intellectual History*, 9(1), 73-76. <https://doi.org/10.1017/S1479244311000473>
- Hacking, I. (2012). Introductory Essay. En T. Kuhn (autor), *The Structure of Scientific Revolutions: 50th anniversary edition*. University of Chicago Press.
- Hull, D. (1974). *Philosophy of Biological Science*. Prentice-Hall.
- Kant, I. (2003). *Critique of Pure Reason* (trad. M. Weigelt). Penguin Classics.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas* (trad. Carlos Solís, 2.a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Mayr, E. (2006). *¿Por qué es única la biología? Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Katz.
- Mill, J. (1843). *A system of logic, ratiocinative and inductive, being a connected view of the principles of evidence, and the methods of scientific investigation*. John W. Parker.
- Pérez-Tamayo, R. (2012): *La revolución científica*. Fondo de Cultura Económica.
- Ruse, M. (1973). *The Philosophy of Biology*. Hutchinson & Co.
- Solis, J. (1994). *La historia de la ciencia después de Kuhn*. Paidós.