

Visualización crítica del conocimiento farmacológico desde una lectura con mapas bibliométricos

Miguel Ángel Trejo Rodríguez¹ Raúl Samperi Cabrera²

ISSN IMPRESO 2954-4327. ISSN ELECTRÓNICO 2992-7277
<https://dx.doi.org/10.58713/rf.v2i7.6> Ciudad de México

Resumen

Este estudio analiza la estructura intelectual de la farmacología mediante mapas bibliométricos generados con VOSviewer, a partir de una búsqueda estructurada en Web of Science (2019–2024). Se recuperaron 97 artículos cuya información referencial permitió construir representaciones visuales de co-ocurrencia de palabras clave, citación por autor y co-citación por país. Los resultados muestran una distribución temática jerarquizada, con núcleos conceptuales centrados en productos naturales, procesos moleculares, evaluación terapéutica y enfermedades específicas. La red de citación por autor evidenció trayectorias de influencia y convergencia teórica, mientras que el análisis geográfico reveló una concentración de la producción científica en Estados Unidos y China, junto con una integración limitada de países periféricos. La superposición temporal permitió identificar transiciones temáticas hacia colaboraciones más internacionalizadas. En conjunto, los mapas permiten descomponer el campo en trayectorias diferenciadas y estructuras colaborativas asimétricas. El estudio confirma el potencial de la bibliometría para reconstruir la organización cognitiva de la farmacología contemporánea y sugiere que estas herramientas pueden emplearse para monitorear, comparar y reevaluar críticamente las dinámicas de producción científica.

Palabras clave: farmacología, bibliometría, citación, visualización científica, arquitectura cognitiva, mapas bibliométricos.

Abstract

This study analyzes the intellectual structure of pharmacology using bibliometric maps generated with VOSviewer, based on a structured search conducted in Web of Science (2019–2024). A total of 97 articles were retrieved, whose metadata enabled the construction of visual representations of keyword co-occurrence, author citation, and country-level co-citation. The results reveal a hierarchical thematic distribution, with conceptual clusters centered on natural products, molecular processes, therapeutic evaluation, and specific diseases. The author citation network highlighted trajectories of influence and theoretical convergence, while the geographical analysis showed a concentration of scientific output in the United States and China, alongside limited integration of peripheral countries. Temporal overlay visualization revealed thematic transitions toward more internationalized collaborations. Collectively, the maps allow the field to be decomposed into differentiated trajectories and asymmetrical collaborative structures. The study confirms the potential of bibliometrics to reconstruct the cognitive organization of contemporary pharmacology and suggests that these tools can be used to monitor, compare, and critically reassess the dynamics of scientific production.

Keywords: pharmacology, bibliometrics, citation, scientific visualization, cognitive architecture, bibliometric maps.

¹Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, <https://orcid.org/0000-0001-8251-6665>

²Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM. Autor de Correspondencia. Email: sampieri@comunidad.unam.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7733-1105>

Introducción

La producción científica está estructurada por mecanismos que determinan qué investigaciones circulan, cuáles se legitiman y qué comunidades adquieren visibilidad epistémica. En los marcos analíticos actuales, la ciencia se concibe como una práctica comunicativa institucionalizada, articulada mediante plataformas editoriales, dinámicas de citación y sistemas de referencialidad que organizan el valor del conocimiento producido ⁽¹⁾. La bibliometría, más que una técnica de cuantificación, es una herramienta de análisis estructural orientada a describir cómo se configuran jerarquías cognitivas y se distribuye la autoridad académica en distintas disciplinas ⁽²⁾.

Entre sus aplicaciones más consolidadas, los mapas bibliométricos ofrecen representaciones gráficas de la organización intelectual de un campo. Al vincular autores, conceptos, instituciones y líneas temáticas, estos mapas permiten visualizar la arquitectura del conocimiento en términos de densidad, conectividad y segmentación conceptual. Lo cual representa una herramienta poderosa para áreas como la farmacología, cuyo crecimiento sostenido ha dado lugar a una expansión temática y tecnológica que desborda los métodos tradicionales de síntesis. Lejos de constituir un dominio homogéneo, la farmacología actual se estructura como una red de subcampos interdependientes, atravesados por tecnologías emergentes, marcos experimentales diversos y agendas en tensión.

Los mapas de co-ocurrencia, co-citación y colaboración permiten identificar trayectorias temáticas, configuraciones de influencia y estructuras geopolíticas del conocimiento ^(3,4). Herramientas como VOSviewer integran algoritmos de agrupamiento modular y escalamiento multidimensional que facilitan la detección de patrones latentes y la visualización de redes semánticas, incluso cuando los vínculos entre elementos no son explícitos ⁽⁵⁾.

Este estudio examina el potencial de los mapas bibliométricos para analizar la estructura cognitiva de la farmacología contemporánea. A partir de una revisión aplicada, se identifican núcleos temáticos, trayectorias emergentes y

configuraciones institucionales que orientan la evolución del campo y permiten comprender sus lógicas internas de organización.

Materiales y métodos

Para la construcción de los mapas bibliométricos se diseñó una estrategia de búsqueda estructurada orientada a delimitar de manera precisa el corpus documental. La consulta se realizó en la base de datos Web of Science (WoS) utilizando la combinación de términos “pharmacology” AND “bibliometric maps”, acotada al periodo 2019–2024 y restringida al tipo de documento “article”, de acuerdo a la WoS. Esta arquitectura de búsqueda permitió acotar un universo documental coherente con los objetivos analíticos, evitando sesgos de sobreinclusión.

Se recuperaron 97 registros, cuyos metadatos —autores, filiaciones, palabras clave, citas y referencias— fueron exportados en formato de texto plano. Estos datos se integraron en la plataforma VOSviewer, especializada en el procesamiento de redes bibliográficas. A partir de estos insumos se generaron matrices relacionales que permitieron modelar, mediante técnicas de agrupamiento y normalización, las estructuras latentes de la producción científica en farmacología.

El análisis se estructuró en cinco niveles complementarios. Primero, se elaboraron mapas de co-ocurrencia de palabras clave, utilizando los modos de visualización de red y densidad, con el fin de identificar núcleos conceptuales y patrones de concentración semántica. Segundo, se generaron mapas de citación por autor, representados tanto en red como en superposición temporal, con el objetivo de rastrear trayectorias de influencia y secuencias de consolidación teórica. Tercero, se construyeron mapas de co-citación por país, que permitieron examinar la estructura geográfica de las colaboraciones y la distribución del peso epistémico a nivel internacional.

Cada una de estas visualizaciones se generó empleando los algoritmos de agrupamiento modular y escalamiento multidimensional

integrados en VOSviewer (6–8). La vista de red se utilizó para representar la intensidad de las relaciones entre nodos, mientras que la vista de superposición permitió incorporar la dimensión temporal y la vista de densidad evidenció gradientes de concentración temática.

En conjunto, estas representaciones proporcionan una base analítica robusta para examinar la configuración estructural y dinámica de la investigación en farmacología. Por lo que se realizó el análisis de la co-ocurrencia de palabras clave con lo que se identificó núcleos conceptuales y patrones de concentración semántica; de la misma forma, el análisis de citas por autor permitió dar trazabilidad a trayectorias intelectuales y secuencias de consolidación teórica; y, por último, la red construida a partir de la interconectividad de los países mostraron la estructura de colaboraciones internacionales y la distribución del impacto epistémico.

Resultados

Ejemplo de construcción de mapas bibliométricos aplicados en Farmacología

El análisis de co-ocurrencia de términos clave (Figura 1) revela una estructura semántica densamente interconectada en la literatura reciente sobre farmacología. Nodos como *bibliometric analysis*, *bibliometrics* y *citespace* presentan alta centralidad y frecuencia, lo que indica su papel organizador dentro del sistema conceptual examinado. Estos términos articulan conexiones con conceptos aplicados —*research trends*, *mechanisms*, *cancer*— que estructuran una parte significativa del discurso investigativo, estableciendo ejes temáticos recurrentes en los estudios contemporáneos.

La segmentación semántica derivada del agrupamiento de términos permite identificar trayectorias investigativas diferenciadas. El clúster verde delimita una línea de investigación centrada en productos naturales y etnofarmacología (*natural products*, *ethnopharmacology*), mientras que el clúster rojo integra nociones asociadas a procesos celulares y bioquímica molecular (*oxidative stress*, *apoptosis*, *inhibition activation*). El clúster amarillo concentra investigaciones sobre evaluación terapéutica, incluyendo términos como *safety*, *systematic review* y *efficacy*. Por su parte, el clúster azul agrupa términos vinculados

a patologías específicas y terapias avanzadas, como *stem cells* e *inflammatory bowel disease*. Esta estratificación conceptual, reforzada por el análisis de densidad, refleja una distribución temática jerarquizada con zonas de condensación intensiva que corresponden a dominios de alta productividad y visibilidad.

En la red de citación por autor (Figura 2), se identifican perfiles con alta centralidad epistémica. La organización interna de esta red permite reconstruir trayectorias de influencia y convergencia teórica, así como establecer relaciones entre núcleos argumentativos previamente dispersos. Destaca la figura de Li, Yan, cuyo posicionamiento en la red denota un papel integrador en la circulación del conocimiento. Otros autores —Huang, Jihan; Zhang, Jing; Wang, Jin; Peng, Cheng— establecen conexiones transversales entre clústeres teóricos, lo que sugiere una capacidad para incidir en múltiples líneas de investigación. La posición central de Li, Yan y la distribución radial del grupo Chen indican patrones de liderazgo temático. Autores como Wang, Xin; Qiao, Yi; y Liu, Wei aparecen como puntos de articulación entre subredes, facilitando la transferencia de conocimiento entre dominios especializados. Autores como Chun, Chujpu y Chu, Qian aparecen en posiciones periféricas, sugiriendo líneas de investigación emergentes o especializadas. La inclusión de Bahari, Hasnah y Kim, Cheng-eop refleja la dimensión global de las colaboraciones, aunque con menor densidad de conexiones.

El análisis temporal sobre esta misma red identifica una evolución secuencial del campo. Los nodos más antiguos, representados en azul, corresponden a trabajos fundacionales entre 2019 y 2021. Los nodos verdes agrupan investigaciones de 2022 que actúan como puentes entre hallazgos previos y líneas emergentes. Finalmente, los nodos en amarillo, correspondientes a publicaciones de 2023 y 2024, anticipan direcciones novedosas dentro de la farmacología aplicada, especialmente en biotecnología terapéutica. La vista de superposición temporal refuerza esta secuencia, destacando una transición hacia colaboraciones más internacionalizadas y temáticas en expansión.

En términos geográficos, el análisis de co-citación por país (Figura 3) muestra una red

global fuertemente centralizada. Estados Unidos y China ocupan posiciones dominantes en cuanto a productividad y conectividad. Estados Unidos, en particular, mantiene vínculos con múltiples regiones, actuando como nodo articulador dentro de la red internacional de investigación. En contraste, países como Grecia aparecen con menor densidad relacional, reflejando una integración limitada a circuitos colaborativos regionales. Esta asimetría estructural evidencia desigualdades en la participación epistémica global, y apunta a configuraciones jerárquicas que aún definen el acceso a la visibilidad científica.

En conjunto, los análisis realizados a partir de representaciones semánticas, temporales y geográficas permiten delinear la estructura latente de la investigación en farmacología. Esta reconstrucción cartográfica no sólo describe configuraciones actuales, sino que ofrece un modelo empírico para anticipar desplazamientos conceptuales, reconfiguraciones colaborativas y emergencias temáticas que estructuran el campo en su dinámica evolutiva.

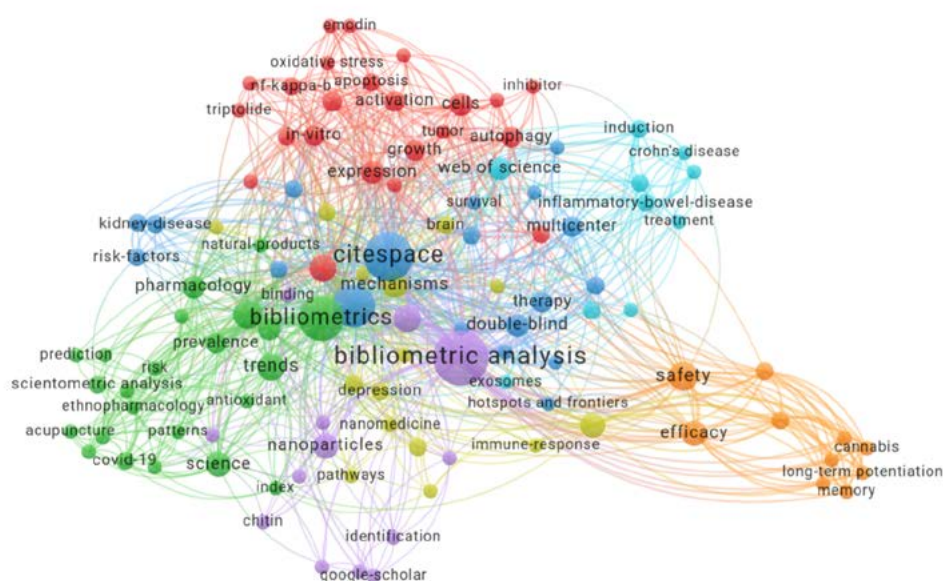


Figura 1. Mapa bibliométrico con visualización de red de la co-ocurrencia de palabras clave. Disponible en <https://tinyurl.com/2bbsdjhp>

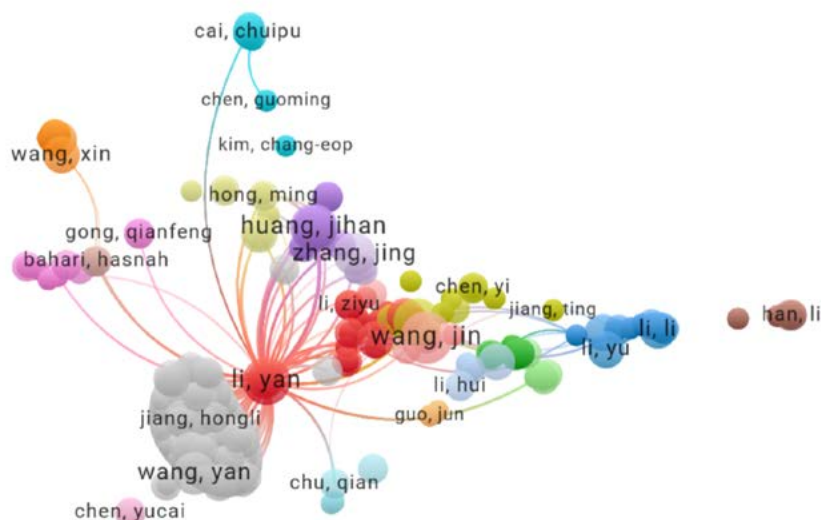


Figura 2. Mapa bibliométrico con visualización de red de la citación por autores. Disponible en: <https://tinyurl.com/29ryozqj>

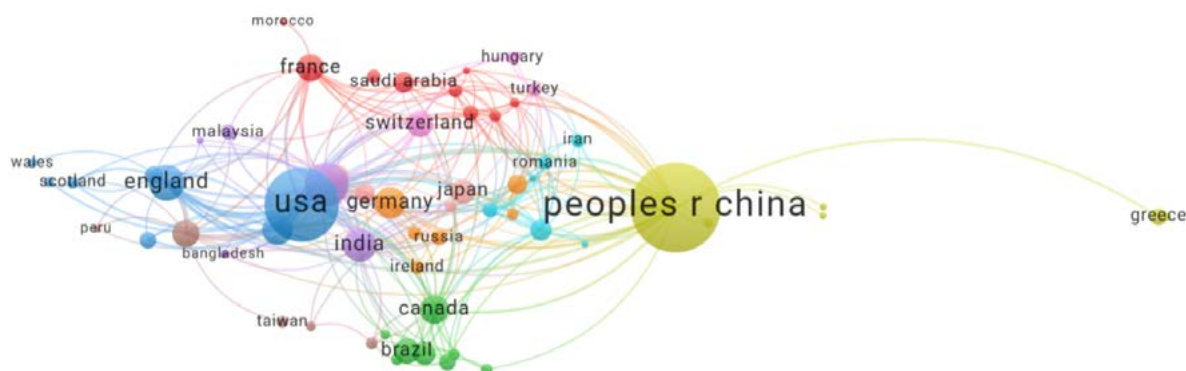


Figura 3. Mapa bibliométrico con visualización de red por co-citación por países. Disponible en: <https://tinyurl.com/2amrhd4v>

Discusión

El análisis bibliométrico de la producción científica en farmacología revela una arquitectura cognitiva altamente estratificada, con nodos temáticos consolidados, dinámicas colaborativas centralizadas y líneas de innovación que surgen en sectores específicos del campo. Los mapas generados a partir de datos estructurados permiten representar la configuración actual de la disciplina y proyectar sus trayectorias teóricas e institucionales.

Los resultados obtenidos muestran que la distribución semántica del conocimiento en farmacología responde a una organización polarizada. Los clústeres vinculados con productos naturales, terapias moleculares y enfermedades de alta carga global exhiben mayor densidad y conectividad. Esta concentración temática no es neutra: reproduce patrones de inversión y visibilidad que privilegian ciertos temas y geografías, en detrimento de condiciones subrepresentadas en el sur global ^[9,11].

En este sentido, los mapas bibliométricos actúan como instrumentos de interrogación epistémica. Su capacidad para visibilizar asimetrías, sesgos y zonas de exclusión los convierte en herramientas útiles para auditar críticamente la construcción de agendas científicas. Tal como propone Landes *et al.*, integrar modelos bayesianos de causalidad en el análisis bibliométrico permite evaluar su coherencia interna del conocimiento publicado, la distribución argumentativa y la robustez inferencial ^[10].

La estructura colaborativa identificada en los mapas de coautoría por país confirma una dependencia persistente de redes académicas concentradas en Estados Unidos, China y Europa Occidental. Esta geopolítica del conocimiento afecta tanto la circulación de ideas como la legitimación de resultados. La ciencia producida en regiones periféricas permanece con frecuencia desconectada de los circuitos de alta citación, lo que restringe su capacidad de incidir en el núcleo duro de la disciplina ^[16].

Hallazgos recientes refuerzan este diagnóstico. Wei *et al.* documentaron una inflexión temática sostenida hacia inmunoterapias oncológicas basadas en anticuerpos bispecíficos, mientras que Yasli *et al.* reconstruyeron la trayectoria conceptual de los inhibidores de la ECA, revelando discontinuidades metodológicas encubiertas bajo narrativas de continuidad acumulativa ^[12,14]. Estas observaciones apuntan hacia una reevaluación crítica de la linealidad con que se suelen representar los avances farmacológicos.

A nivel metodológico, la combinación de vistas de red, densidad y superposición temporal en VOSviewer demostró ser eficaz para identificar puntos de inflexión, núcleos emergentes y transiciones de relevancia

temática. Estos mapas inscriben memorias cognitivas y proyecciones institucionales que conforman las condiciones de posibilidad para la innovación futura.

Lejos de ser un procedimiento neutral, la visualización bibliométrica dispone lo que Law y Singleton denominan ontologías enactadas: formas materiales de organización que determinan qué se investiga, cómo se representa y qué trayectorias se estabilizan ^[9].

Conclusiones:

Los mapas bibliométricos permiten analizar la organización intelectual de la farmacología en componentes observables, mediante el análisis sistemático de estructuras de co-ocurrencia, citación y colaboración. El estudio identificó configuraciones temáticas dominantes, concentraciones geográficas de alta centralidad y trayectorias investigativas emergentes. Estas representaciones ofrecen un modelo reproducible para monitorear el estado actual del campo y su evolución estructural en contextos de alta complejidad científica.

Declaración de conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de interés potenciales con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

Financiación:

Los autores no recibieron apoyo financiero para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

Referencias

1. Latour B, Woolgar S. Laboratory life: the construction of scientific facts. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press; 1986 [citado 2025 Mar 15].
2. Knorr-Cetina K. Epistemic cultures: how the sciences make knowledge. Cambridge: Harvard University Press; 1999 [citado 2025 Mar 18].
3. Lazarides MK, Lazaridou IZ, Papanas N. Bibliometric Analysis: Bridging Informatics With Science. Int J Low Extrem Wounds. 2023;15347346231153538. [citado 2025 Mar 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/15347346231153538>
4. Sampieri Cabrera R, Trejo Rodríguez MA. Mapas bibliométricos como herramienta en la organización y análisis en ciencia. Rev Educ Bioquím. 2015;34(4):123-30 [citado 2025 Mar 22].
5. van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics. 2010;84(2):523-38. [citado 2025 Mar 25]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
6. Perianes-Rodriguez A, Waltman L, van Eck NJ. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. J Informetr. 2016;10(4):1178-95. [citado 2025 Mar 28]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.10.006>.
7. van Eck NJ, Waltman L. Visualizing bibliometric networks. In: Ding Y, Rousseau R, Wolfram D, editores. Measuring Scholarly Impact. Cham: Springer; 2014. p. 285-320. [citado 2025 Abr 1]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
8. Lim WM, Kumar S. Guidelines for interpreting the results of bibliometric analysis: a sensemaking approach. Glob Bus Organ Excell. 2024;43(2):17-26. [citado 2025 Abr 3]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/joe.22229>
9. Law J, Singleton V. Object lessons. Organization. 2005;12(3):331-55. [citado 2025 Abr 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1350508405051270>
10. Landes J, Osimani B, Poellinger R. Epistemology of causal inference in pharmacology: Towards a framework for the assessment of harms. Eur J Philos Sci. 2018;8(1):3-49. [citado 2025 Abr 8]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13194-017-0169-1>
11. Flensburg S, Lai SS, Ørmen J. At the mercy of the objects, we study: Epistemic consequences of proprietary digital research infrastructures. New Media Soc. 2025;27(4):1928-44. [citado 2025 Abr 10]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1461448251314397>
12. Wei J, Zheng H, Dai S, Liu M. A bibliometric and knowledge-map analysis of bispecific antibodies in cancer immunotherapy from 2000 to 2023. Heliyon. 2024;10(2):e23929. [citado 2025 Abr 12]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23929>
13. Ablakimova N, Smagulova GA, Rachina S, Mussina AZ, Zare A, Mussin NM, et al. Bibliometric Analysis of Global Research Output on Antimicrobial Resistance among Pneumonia Pathogens (2013-2023). Antibiotics (Basel). 2023;12(9):1411. [citado 2025 Abr 15]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12091411>
14. Yasli G, Damar M, Özbiçakci Ş, Alici S, Pinto AD. Primary care research on hypertension: a bibliometric analysis using machine-learning. Medicine (Baltimore). 2024;103(47):e40482. [citado 2025 Abr 18]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000040482>
15. Thompson D. Bibliometric Analysis of Pharmacology Publications in the United States: A State-Level Evaluation. JSCIRES. 2019;7(3):167-72. [citado 2025 Abr 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.5530/jscires.7.3.27>

16. Wang Y, Rao Y, Yin Y, Li Y, Lin Z, Zhang B. A bibliometric analysis of global trends in the research field of pharmaceutical care over the past 20 years. Front Public Health. 2022;10:980866. [citado 2025 Abr 22]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.980866>.
17. Lazarides MK, Lazaridou IZ, Papanas N. Bibliometric Analysis: Bridging Informatics With Science. Int J Low Extrem Wounds. 2023;15347346231153538. [citado 2025 Abr 25]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/15347346231153538>.