

Loet Leydesdorff: Análisis bibliométrico y cartografía de su producción científica

Loet Leydesdorff: bibliometric analysis and mapping of his scientific production

Audilio Gonzales-Aguilar; María-Jesús Colmenero-Ruiz; Francisco-Carlos Paletta; Lise Verlaet

Note: This article can be read in its English original version on:
<https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/87543>

Cómo citar este artículo.

Este artículo es una traducción. Por favor cite el original inglés:

Gonzales-Aguilar, Audilio; Colmenero-Ruiz, María-Jesús; Paletta, Francisco-Carlos; Verlaet, Lise (2023). "Loet Leydesdorff: bibliometric analysis and mapping of his scientific production". *Profesional de la información*, v. 32, n. 7, e320709.

<https://doi.org/10.3145/epi.2023.dic.09>

Artículo recibido el 01-12-2023
Aceptación definitiva: 17-17-2023



Audilio Gonzales-Aguilar ✉
<https://orcid.org/0000-0001-8693-2076>

Université Paul-Valéry Montpellier III
Département de Documentation
Montpellier, Francia
audilio.gonzales@gmail.com



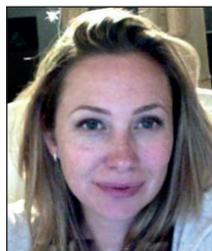
María-Jesús Colmenero-Ruiz
<https://orcid.org/0000-0002-1650-1091>

Universidad Complutense de Madrid
Santísima Trinidad, 37
28010 Madrid, España
mcolmene@ucm.es



Francisco-Carlos Paletta
<https://orcid.org/0000-0002-4112-5198>

Universidade de São Paulo
Departamento de Informação e Cultura
São Paulo, Brasil
fcpaletta@usp.br



Lise Verlaet
<https://orcid.org/0000-0002-3909-0184>

Université Paul-Valéry Montpellier III
Département de Documentation
Montpellier, Francia
lise.verlaet@univ-montp3.fr

Resumen

Se presenta un análisis bibliométrico y una cartografía exhaustivos de la producción científica de Loet Leydesdorff. La investigación tiene como objetivo explorar la amplitud e impacto de las contribuciones académicas de este autor. El análisis incluye un examen de sus patrones de publicación, el impacto de sus citas y colaboraciones a lo largo del tiempo. Se emplean técnicas de cartografía para representar visualmente las redes y la interdisciplinariedad asociadas con su trabajo. El estudio proporciona información sobre la evolución de sus intereses de investigación, la influencia de sus contribuciones dentro de la comunidad científica y las conexiones interdisciplinarias inherentes en su obra.

Palabras clave

Análisis bibliométricos; Bibliometría; *Biblioshiny*; *Web of Science*; *Cosma*; Análisis de textos; Análisis de redes sociales; Cartografía; Investigadores; Loet Leydesdorff.

Abstract

This study conducts a comprehensive bibliometric analysis and mapping of the scientific production of Loet Leydesdorff. Leveraging bibliometric techniques, the research aims to explore the breadth and impact of Leydesdorff's scholarly contributions. The analysis includes an examination of his publication patterns, citation impact, and collaborations over



time. Additionally, mapping techniques will be employed to visually represent the networks and interdisciplinarity associated with Leydesdorff's work. The study provides insights into the evolution of his research interests, the influence of his contributions within the scientific community, and the interdisciplinary connections inherent in his body of work.

Keywords

Bibliometric analysis; Bibliometrics; *Biblioshiny*; *Web of Science*; *Cosma*; Text analysis; Social network analysis; Mapping; Researchers; Loet Leydesdorff.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Tomàs Baiget su amable invitación para contribuir con un artículo en homenaje a Loet Leydesdorff.

1. Introducción

"Citation analysis has conquered the world of science policy analysis" (Amsterdamska; Leydesdorff, 1988)

Loet Leydesdorff fue un sociólogo de la ciencia e investigador en comunicación científica neerlandés. Obtuvo su doctorado en Sociología de la ciencia en la *Universidad de Amsterdam* en 1979 con una tesis titulada «Modelos dinámicos y estocásticos para procesos de citación recíproca» (Leydesdorff, 1979). Su investigación se centró principalmente en la aplicación de la teoría de sistemas complejos a la comunicación científica.

Fallecido en marzo de 2023, Leydesdorff es internacionalmente reconocido por sus contribuciones al mapeo y análisis de redes de colaboración científica. En (Leydesdorff, 2007a) propuso el uso de la «centralidad intermedia» como indicador de la interdiscipliniedad de las revistas científicas. Además, sus métodos innovadores para visualizar y analizar redes, como se muestra en (Leydesdorff; Ràfols, 2009), ofrecen una perspectiva única sobre la estructura global de la investigación científica.

Simultáneamente, Leydesdorff elaboró modelos sociológicos de comunicación científica. Su libro «*A sociological theory of communication: The self-organization of the knowledge-based society*», explora las dinámicas de las sociedades basadas en el conocimiento (Leydesdorff, 2001). También ha contribuido a comprender la dinámica de la investigación científica, como se evidencia en (Leydesdorff; Meyer, 2010), sobre el declive de las patentes universitarias. Junto a Henry Etzkowitz desarrolló el modelo de la Triple Hélice, un modelo conceptual que describe la interacción y colaboración entre universidades, industrias y gobiernos en el proceso de innovación (Etzkowitz; Leydesdorff, 1996), con gran repercusión en el área. Es de destacar la amplitud de las contribuciones de Loet Leydesdorff para comprender las redes de investigación, la comunicación científica, la innovación y la sociología de la ciencia.

El análisis bibliométrico es instrumento macroscópico para extraer y descubrir conocimientos a partir de una gran cantidad de bibliografía de investigación con gran rapidez en comparación con una revisión sistemática tradicional. En los últimos años, el análisis bibliométrico ha atraído el interés de los investigadores por diversas razones, como la aparición de tecnologías digitales o software bibliométrico como *VOSviewer*, *CiteSpace* y *Biblioshiny* y de bases de datos académicas como *Web of Science*, *Scopus* y *Google Scholar* (Moral-Muñoz et al., 2020).

El análisis bibliométrico utiliza métodos cuantitativos y cualitativos. Los métodos cuantitativos incluyen métricas descriptivas y de rendimiento de la producción investigadora de un campo (el número de publicaciones o citas, etc.), así como la identificación de los constituyentes de investigación más importantes (los artículos más citados, las fuentes más productivas, etc.). Los métodos cualitativos incluyen el análisis de la cartografía científica para explorar las relaciones entre los componentes de la investigación (Donthu et al., 2021). La cartografía científica se lleva a cabo mediante el análisis de redes de unidades textuales, con técnicas como el análisis de co-palabras, el análisis de co-citación y el análisis de colaboración (Zupic; Čater, 2015).

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 presenta la metodología utilizada. La sección 3 ofrece los resultados del análisis bibliométrico. En la sección 4 se presenta el análisis cartográfico interactivo para explorar las relaciones entre los elementos estudiados (coautores, palabras clave, palabras clave plus y publicaciones). Por último, en la sección 5 se ofrece un breve resumen de los principales resultados y conclusiones del trabajo.

2. Metodología

En esta sección se describe la metodología de investigación utilizada. Para llevarla a cabo los datos se obtuvieron de la base de datos *Web of Science (WoS) Core Collection*, con la sentencia de búsqueda "L. Leydesdorff OR Loet Leydesdorff":

<http://www.webofscience.com>

La figura 1 recoge información general sobre el corpus de datos.

“ Junto a Henry Etzkowitz, Loet Leydesdorff desarrolló el modelo de la Triple Hélice, un modelo conceptual que describe la interacción y colaboración entre universidades, industrias y gobiernos en el proceso de innovación ”

A partir de ellos se ha llevado a cabo un análisis bibliométrico para responder a las preguntas de investigación, que implica, por un lado, un análisis estadístico y, por otro, la visualización de la producción investigadora de un campo. Este análisis bibliométrico se realizó utilizando *Bibliometrix*:

<https://www.bibliometrix.org/home>

Bibliometrix es un software de código abierto, soportado por el entorno *R*, que proporciona herramientas para el cálculo de métricas de rendimiento (Aria; Cuccurullo, 2017) integrado con *Biblioshiny*, una interfaz web para la visualización de redes bibliométricas. El análisis estadístico ha consistido en un análisis de rendimiento para mostrar los patrones de publicación y citación, las publicaciones, los autores y los países, así como los artículos más citados. Para la visualización se realizó un mapeo de las publicaciones para explorar las tendencias de temas y palabras clave mediante el análisis de co-palabras, los grupos de co-citación mediante el análisis de co-citaciones, y la estructura de colaboración entre países mediante el análisis de colaboración. Estos últimos resultados se visualizaron en forma de redes. Los pasos del flujo de trabajo que se siguieron para el análisis bibliométrico fueron: diseño del estudio, recogida de datos, análisis de datos y visualización e interpretación de los resultados (Zupic; Čater, 2015).

El objetivo principal es examinar y visualizar las publicaciones científicas de Loet Leydesdorff desde 1980 hasta 2023. Las preguntas de investigación de este estudio son las siguientes:

- ¿Cuál es la evolución de las publicaciones y citas?
- ¿Cuáles son las fuentes, países y publicaciones más relevantes e influyentes?
- ¿Cuáles son los temas de investigación más comunes y las tendencias de las palabras clave en la investigación de Leydesdorff?
- ¿Cuáles son los principales grupos de co-citaciones?
- ¿Cuál es la red de colaboración de los países en la investigación sobre medios sociales?

Adicionalmente se ha realizado una cartografía de red científica constituida por este conjunto de publicaciones pertenecientes a este autor con la idea de mostrarla de una forma interactiva en web y con posibilidad de descarga. El software utilizado para ello ha sido *Cosma*¹, un software de visualización de grafos documentales (Perret et al., 2021). En el apartado correspondiente a la cartografía explicaremos con más detalle las características y funcionalidades del mismo.

La tabla 1 presenta un resumen de la información principal sobre el conjunto de datos. En concreto, nuestro conjunto de datos contiene 424 artículos publicados entre 1980 y 2023. Estos artículos se publicaron en 101 fuentes científicas, y son artículos de revista científica, comunicaciones en congresos, libros y capítulos de libro, revisiones, etc. La media de años que tarda un artículo en ser citado es de 0,92 aproximadamente y cada artículo tiene una media de 50,71 citas. El número total de referencias citadas en el conjunto de artículos es de 7.486. Los artículos contienen 3.297 palabras clave de autor y 1.470 palabras clave plus (adicionales). Las primeras son las incluidas por los autores en sus publicaciones, y las palabras clave plus son palabras clave generadas por la base de datos *WoS* a partir de títulos, palabras clave y resúmenes de publicaciones. Nuestro conjunto de datos abarca un número de publicaciones en autoría única de 112, y el resto fueron escritos en colaboración con un total de 197 de coautores. Por término medio, cada artículo está escrito por unos 3 autores (los autores por documento son 3,48). El índice de colaboración se sitúa en torno a 2,27 en el conjunto total.

La figura 1 resume visualmente los datos presentados en la tabla 1.

Leydesdorff es internacionalmente reconocido por sus contribuciones al mapeo y análisis de redes de colaboración científica

Tabla 1. Información principal sobre el conjunto de datos bibliográficos

| Descripción | Resultados |
|--------------------------------------|------------|
| Periodo | 1980:2023 |
| Fuentes (revistas, libros, etc.) | 101 |
| Documentos | 424 |
| Tasa de crecimiento anual % | 2,59 |
| Edad media de los documentos | 13,50 |
| Media de citas por documento | 50,71 |
| Referencias | 7.486 |
| Contenido de los documentos | |
| Palabras clave Plus (ID) | 423 |
| Palabras clave del autor (DE) | 592 |
| Autores | |
| Autores | 197 |
| Autores de documentos de autor único | 1 |
| Colaboración de autores | |
| Documentos de autoría única | 112 |
| Coautores por documento | 2,27 |
| Coautorías internacionales % | 57,78 |
| Tipos de documentos | |
| artículos | 314 |
| artículos; capítulos de libro | 9 |
| artículo; actas del congreso | 5 |
| reseña de libro | 6 |
| corrección | 2 |
| material editorial | 23 |
| carta | 28 |
| resumen de reunión | 2 |
| noticia | 1 |
| nota | 2 |
| actas | 28 |
| retractación | 1 |
| reseña | 3 |

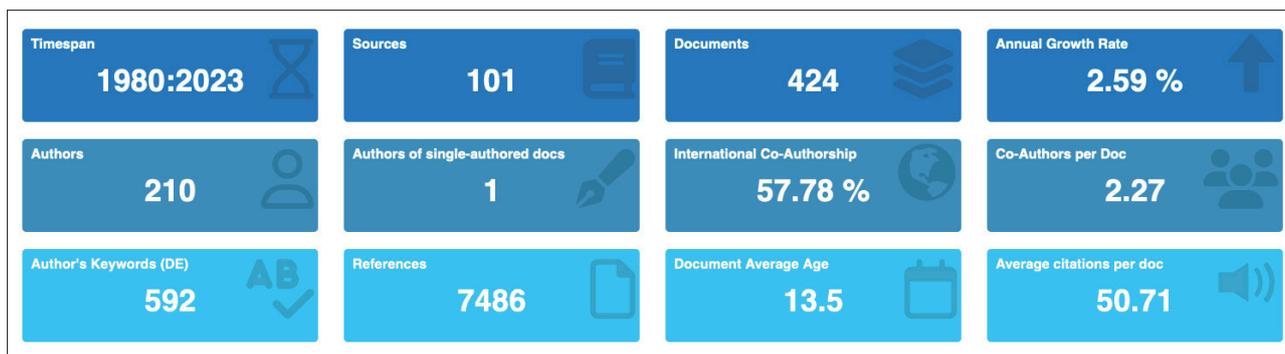


Figura 1. Resumen de la información principal sobre el conjunto de datos

3. Resultados

En esta sección se presentan e interpretan los resultados del análisis bibliométrico basándonos en las preguntas de investigación objeto de nuestro estudio.

3.1. Evolución de las publicaciones y las citas, fuentes, países y publicaciones más relevantes.

Se presentan en esta subsección en los resultados que responden a la pregunta: ¿Cuál es la evolución de las publicaciones y citas de Loet Leydesdorff sobre los temas de investigación objeto de sus de publicaciones? (tabla 2 y figura 2).

Tabla 2. Distribución de publicaciones y citas

| Año | Nº de publicaciones | Total citas | Año | Nº de publicaciones | Total citas | Año | Nº de publicaciones | Total citas |
|------|---------------------|-------------|------|---------------------|-------------|------|---------------------|-------------|
| 1980 | 1 | 2 | 1996 | 4 | 124 | 2010 | 21 | 1.513 |
| 1981 | 1 | 3 | 1997 | 5 | 182 | 2011 | 26 | 1.323 |
| 1982 | 1 | 2 | 1998 | 5 | 504 | 2012 | 28 | 1.498 |
| 1984 | 1 | 2 | 1999 | 2 | 38 | 2013 | 30 | 1.048 |
| 1986 | 1 | 65 | 2000 | 8 | 3.843 | 2014 | 27 | 1.233 |
| 1987 | 5 | 143 | 2001 | 5 | 43 | 2015 | 27 | 978 |
| 1988 | 2 | 1 | 2002 | 4 | 79 | 2016 | 22 | 548 |
| 1989 | 5 | 255 | 2003 | 7 | 293 | 2017 | 19 | 462 |
| 1990 | 4 | 115 | 2004 | 5 | 220 | 2018 | 12 | 201 |
| 1991 | 4 | 92 | 2005 | 11 | 1.097 | 2019 | 21 | 260 |
| 1992 | 5 | 40 | 2006 | 15 | 1.443 | 2020 | 11 | 65 |
| 1993 | 3 | 126 | 2007 | 15 | 691 | 2021 | 9 | 64 |
| 1994 | 7 | 155 | 2008 | 15 | 1.042 | 2022 | 4 | 40 |
| 1995 | 2 | 12 | 2009 | 21 | 1.463 | 2023 | 3 | 4 |

La tabla 2 muestra la distribución de publicaciones y citas del periodo de 43 años entre 1980 y 2023. El mayor número de publicaciones está entre 2006 y 2019, lo que representa el 66% (280) del número total de publicaciones. En los años 2020 hasta el 2023, hubo una disminución en el número de publicaciones en comparación con los años anteriores.

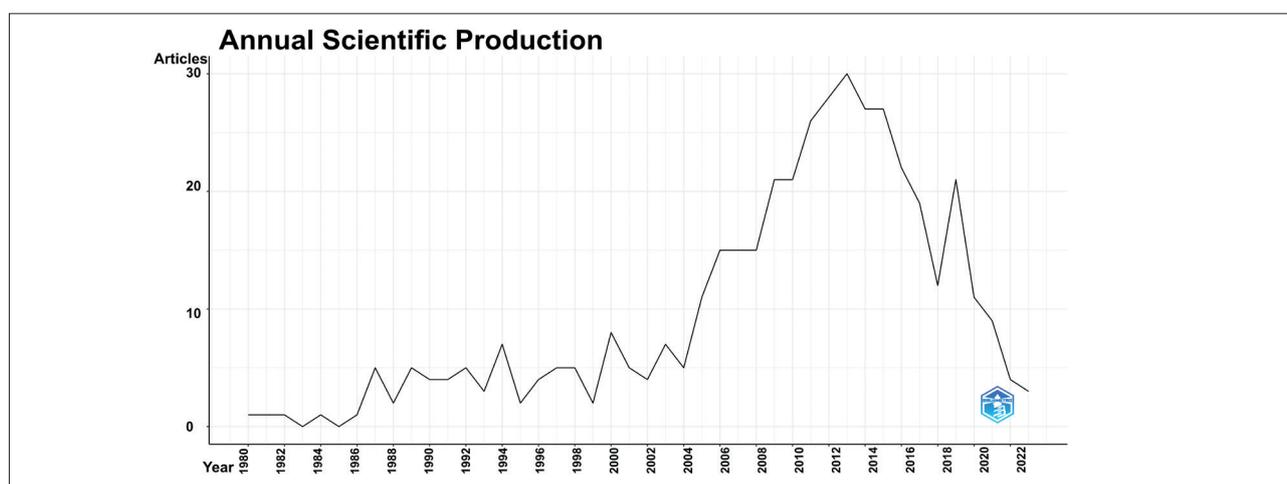


Figura 2. Producción científica anual

A continuación se presentan los resultados para responder a la pregunta: ¿Cuáles son las fuentes, los países y las publicaciones más relevantes de Leydesdorff? En la tabla 3 y en la figura 3 se presentan las 10 revistas científicas donde más publicó. Estas revistas cubren el 64,1% del número total de publicaciones de nuestro conjunto de datos. Las tres principales que cubren artículos sobre las áreas de investigación de Leydesdorff son *Scientometrics*, *Journal of the American Society for Information Science and Technology* y *Journal of infometrics*.

Tabla 3. Las 10 revistas científicas donde más publicó

| Fuentes | Artículos |
|---|-----------|
| <i>Scientometrics</i> | 93 |
| <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> | 55 |
| <i>Journal of infometrics</i> | 45 |
| <i>Journal of the Association for Information Science and Technology</i> | 28 |
| <i>Research policy</i> | 15 |
| <i>Profesional de la información</i> | 10 |
| <i>Social science information sur les sciences sociales</i> | 8 |
| <i>Technological forecasting and social change</i> | 7 |
| <i>Systems research and behavioral science</i> | 6 |
| <i>17th International conference on scientometrics & infometrics (ISSI2019)</i> , vol. 1 | 5 |

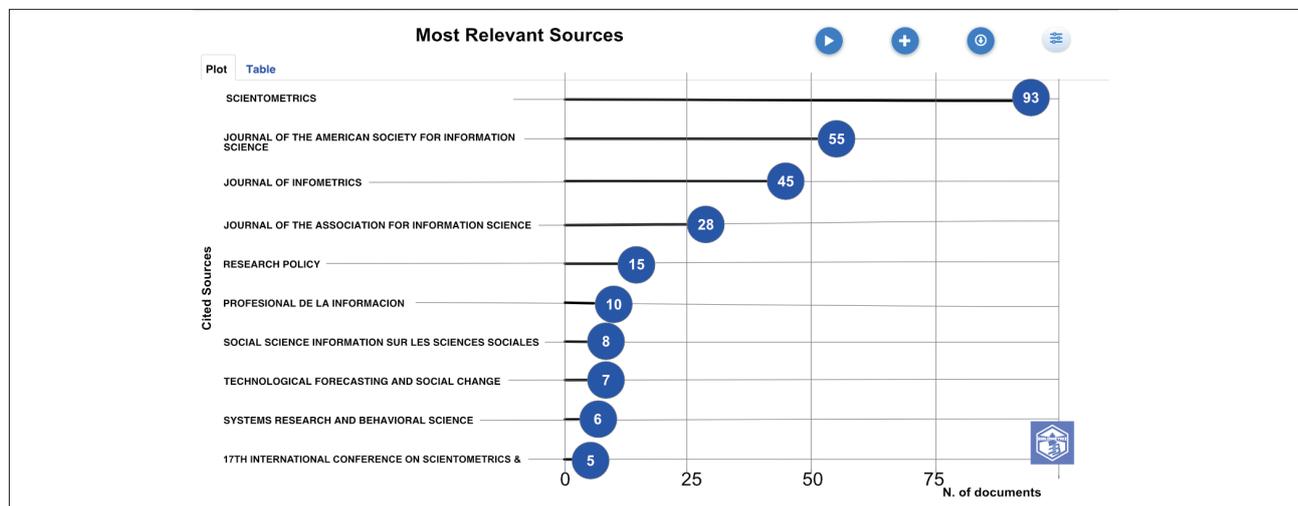


Figura 3. Las 10 revistas científicas donde más publicó

La tabla 4 muestra las 10 revistas del área que han sido más citadas: miden el número de citas del área recibidas por cada referencia citada dentro de las listas de referencias de las publicaciones del conjunto de datos. A partir de estos resultados, podemos ver que *Scientometrics* es la fuente más citada entre los investigadores. Esta fuente ha sido citada 1.886 veces. La segunda fuente más citada es *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (1.243 veces), seguida de *Research policy* (887 veces). Estas revistas son las principales referencias para las publicaciones de este autor y sus coautores.

Tabla 4. Las revistas del área que han sido más citadas

| Fuentes | Artículos |
|---|-----------|
| <i>Scientometrics</i> | 1.886 |
| <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> | 1.558 |
| <i>Research policy</i> | 887 |
| <i>Journal of infometrics</i> | 661 |
| <i>Science</i> | 236 |
| <i>Social networks</i> | 184 |
| <i>Journal of the Association for Information Science and Technology (Jasist)</i> | 173 |
| <i>Nature</i> | 160 |
| <i>Social studies of science</i> | 160 |
| <i>Social science information</i> | 141 |

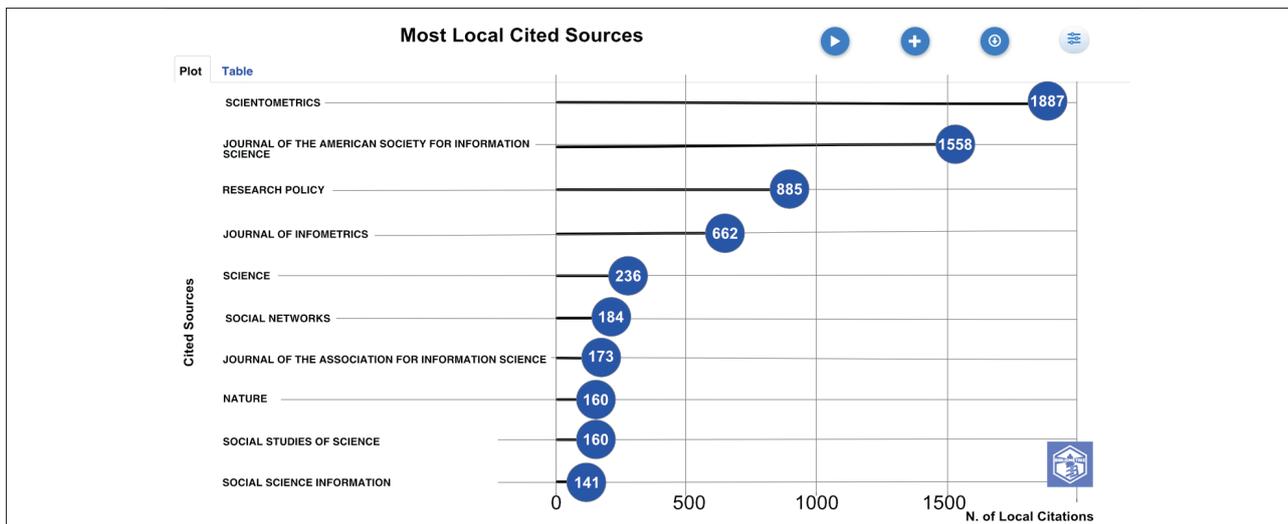


Figura 4. Las revistas del área que han sido más citadas

La tabla 5 presenta las 10 publicaciones más influyentes en función del total de citas. El total de citas de una publicación es el número de citas recibidas por los artículos publicados en la misma en el conjunto de datos. De estos resultados se desprende que las tres primeras revistas, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *Scientometrics* y *Journal of informetrics*, han publicado muchos artículos que han recibido un elevado número de citas totales con un índice h elevado.

Sin embargo, también hay revistas, como *Journal of the Association for Information Science and technology* y *Research Policy et Social Science*, que tienen un número elevado de citas con un número limitado de artículos publicados en las publicaciones de Leydesdorff.

Tabla 5. Las 10 publicaciones más influyentes según el total de citas

| Publicación | Índice h | Índice g | Índice m | Total de citas | Nº de publicaciones | Año de inicio |
|---|----------|----------|----------|----------------|---------------------|---------------|
| <i>Journal of the American Society for Information Science and Technology</i> | 36 | 55 | 1,565 | 4.388 | 55 | 2001 |
| <i>Scientometrics</i> | 34 | 56 | 0,791 | 3.491 | 93 | 1981 |
| <i>Journal of informetrics</i> | 27 | 45 | 1,688 | 2.414 | 45 | 2008 |
| <i>Journal of the Association for Information Science and Technology</i> | 18 | 28 | 1,8 | 1.102 | 28 | 2014 |
| <i>Research policy</i> | 14 | 15 | 0,35 | 5.937 | 15 | 1984 |
| <i>Social science information sur les sciences sociales</i> | 7 | 8 | 0,219 | 101 | 8 | 1992 |
| <i>Technological forecasting and social change</i> | 7 | 7 | 0,368 | 254 | 7 | 2005 |
| <i>Profesional de la información</i> | 6 | 10 | 0,375 | 172 | 10 | 2008 |
| <i>Plos one</i> | 5 | 5 | 0,357 | 276 | 5 | 2010 |
| <i>Journal of data and information science</i> | 4 | 4 | 0,571 | 55 | 4 | 2017 |

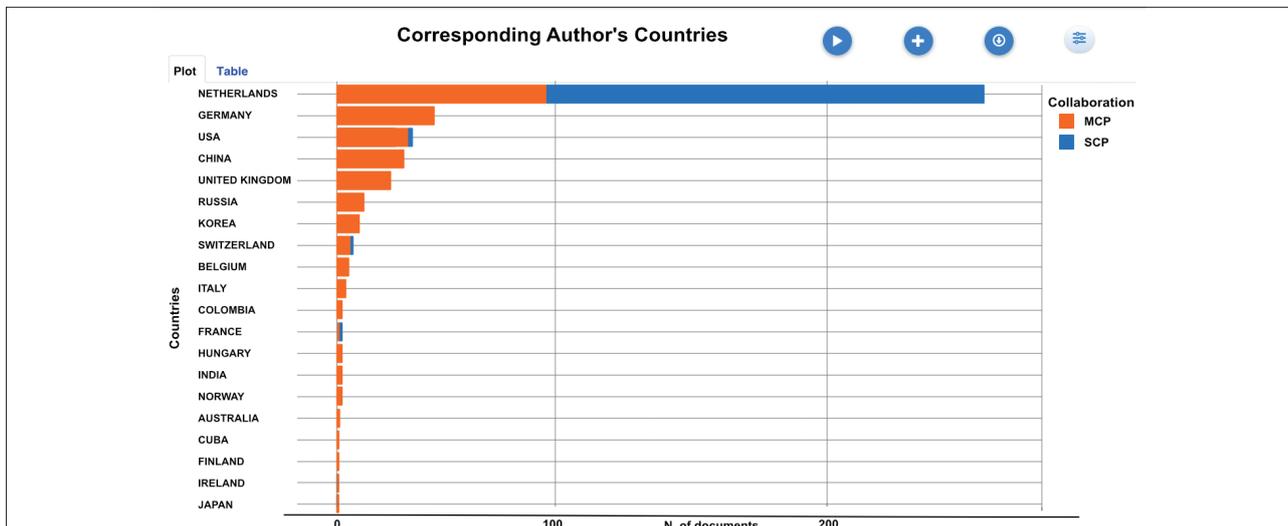


Figura 5. Los 20 países de procedencia más frecuentes de autor y coautores de las publicaciones

La tabla 6 muestra los datos de los 20 países donde este autor más ha publicado; SCP significa *Single Country Publication* (se refiere a publicaciones científicas que provienen de un solo país. Es decir, todos los autores principales o afiliaciones están ubicados en un solo país); MCP es *Multiple Country Publication* (hace referencia a publicaciones científicas que involucran la colaboración de autores o afiliaciones de varios países) y *MCP ratio* (es la medida que indica la proporción del número total de publicaciones que son colaborativas entre autores o afiliaciones de diferentes países).

Estos resultados muestran que entre Países Bajos y Alemania se han publicado 299 artículos y 98 de ellos implicaban colaboraciones internacionales. El tercer país con mayor número de publicaciones es Estados Unidos, con 23 colaboraciones internacionales.

Sin embargo, pueden hacerse algunas observaciones sobre la proporción de MCP. Alemania, China y el Reino Unido presentan un mayor grado de colaboración internacional que otros países.

Tabla 6. Los 20 países de procedencia más frecuentes de autor y coautores de las publicaciones

| País | Artículos | SCP | MCP | Frecuencia | MCP_Ratio |
|----------------|-----------|-----|-----|------------|-----------|
| Netherlands | 258 | 160 | 98 | 0,608 | 0,38 |
| Germany | 41 | 0 | 41 | 0,097 | 1,00 |
| USA | 25 | 2 | 23 | 0,059 | 0,92 |
| China | 22 | 0 | 22 | 0,052 | 1,00 |
| United Kingdom | 17 | 0 | 17 | 0,040 | 1,00 |
| Russia | 8 | 0 | 8 | 0,019 | 1,00 |
| Korea | 7 | 0 | 7 | 0,017 | 1,00 |
| Switzerland | 6 | 1 | 5 | 0,014 | 0,83 |
| Belgium | 4 | 0 | 4 | 0,009 | 1,00 |
| Italy | 3 | 0 | 3 | 0,007 | 1,00 |
| Colombia | 2 | 0 | 2 | 0,005 | 1,00 |
| France | 2 | 1 | 1 | 0,005 | 0,50 |
| Hungary | 2 | 0 | 2 | 0,005 | 1,00 |
| India | 2 | 0 | 2 | 0,005 | 1,00 |
| Norway | 2 | 0 | 2 | 0,005 | 1,00 |
| Australia | 1 | 0 | 1 | 0,002 | 1,00 |
| Cuba | 1 | 0 | 1 | 0,002 | 1,00 |
| Finland | 1 | 0 | 1 | 0,002 | 1,00 |
| Ireland | 1 | 0 | 1 | 0,002 | 1,00 |

Por último, en la tabla 7 se presenta el ranking de los artículos más citados de Leydesdorff.

Tabla 7. Ranking de publicaciones más citadas

| Autor principal - Publicación | Título | Citas totales |
|--|--|---------------|
| Etzkowitz H, 2000, <i>Res policy</i> | The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations <i>10.1016/S0048-7333(99)00055-4</i> | 3.491 |
| Wagner CS, 2005, <i>Res policy</i> | Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. <i>10.1016/j.respol.2005.08.002</i> | 614 |
| Mingers J, 2015, <i>Eur J Oper Res</i> | A review of theory and practice in scientometrics. <i>10.1016/j.ejor.2015.04.002</i> | 426 |
| Leydesdorff L, 2009, <i>J AM SOC INF SCI TEC-a-b-c</i> | A global map of science based on the ISI subject categories. <i>10.1002/asi.20967</i> | 393 |
| Zhou P, 2006, <i>Res policy</i> | The emergence of China as a leading nation in science. <i>10.1016/j.respol.2005.08.006</i> | 385 |
| Leydesdorff L, 2007, <i>J AM SOC INF SCI TEC</i> | Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals. <i>10.1002/asi.20614</i> | 347 |
| Ràfols I, 2012, <i>Res policy</i> | How journal rankings can suppress interdisciplinary research: A comparison between Innovation Studies and Business & Management. <i>10.1016/j.respol.2012.03.015</i> | 335 |
| Leydesdorff L, 2012, <i>J Knowl Econ</i> | The Triple Helix, Quadruple Helix, ... and an N-Tuple of Helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy? <i>10.1007/s13132-011-0049-4</i> | 307 |
| Ràfols I, 2010, <i>J AM SOC INF SCI TEC</i> | Science overlay maps: A new tool for research policy and library management | 290 |
| Leydesdorff L, 2006, <i>J AM SOC INF SCI TEC</i> | Co-occurrence matrices and their applications in information science: Extending ACA to the web environment | 270 |

Como podemos observar en los resultados de la tabla 7, el artículo “*The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of university-industry-government relations*” (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000) ha recibido el mayor número de citas, seguido del artículo “*Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science*” (Wagner; Leydesdorff, 2005) y “*A review of theory and practice in scientometrics*” (Mingers; Leydesdorff, 2015). Basados en el análisis de contenido de los mejores artículos de investigación, se identifican tres temas: 3 de los 10 artículos se centraron en la Triple Hélice, 3 de los 10 se centraron en la Cien-ciometría, y 1 de los 10 se centró en un mapa glo-bal de la ciencia (Leydesdorff; Ràfols, 2009).

3.2. Temas de investigación y tendencias en palabras clave

En este apartado se presentan los resultados para responder a la pregunta: ¿cuáles son los temas de investigación más comunes y las tendencias en palabras clave en las publicaciones de Leydesdorff? Presentamos un análisis temático para detectar los principales temas de investigación en el campo mediante una nube de palabras y un *treemap* de palabras.

La figura 6 muestra la nube de palabras para las 50 palabras clave de autor más comunes en la colección de publicaciones. El tamaño de la palabra clave en la figura indica la frecuencia de la palabra clave en el conjunto de datos. Como se puede ver en la figura, las palabras más utilizadas determinan el contenido de la mayoría de los estudios en la colección. Más espe-cíficamente, la palabra clave frecuente «triple hélice» es el tema principal, ya que los documentos en la colección abordan varios aspectos sobre la triple hélice de la producción de conocimiento, de las relaciones universidad-industria-gobierno y de las perspectivas de los sistemas de innovación. Las palabras clave «bibliometría», «análisis de citas», «cientometría», «análisis de redes sociales», «referencias citadas» y «evaluación» muestran su importancia y representan las principales metodologías según su significado conceptual en las publicaciones e investigaciones de Leydesdorff.

Las 50 palabras clave más comúnmente utilizadas en los artículos se presentan en forma de un *Treemap* de palabras. El treemap en la figura 7 destaca la combinación de palabras clave plus, que indican triple hélice y bibliometría. «Triple hé-lice» es la palabra clave más utilizada, mientras que «lock-in» es la menos utilizada. Centrándonos en las palabras clave, otras áreas de investigación que fueron de su interés son la ciencia, los indicadores, los mapas de redes, la innovación y la interdisciplinariedad.

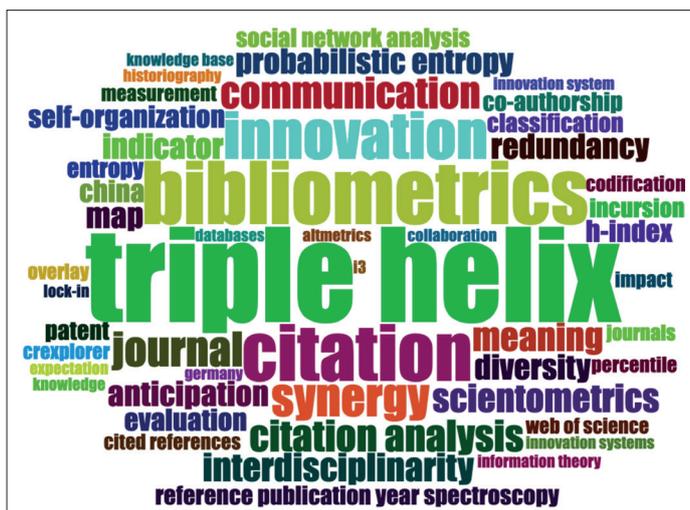


Figura 6. Nube de palabras basada en palabras clave de autor.



Figura 7. Treemap de palabras clave plus (keywords plus).

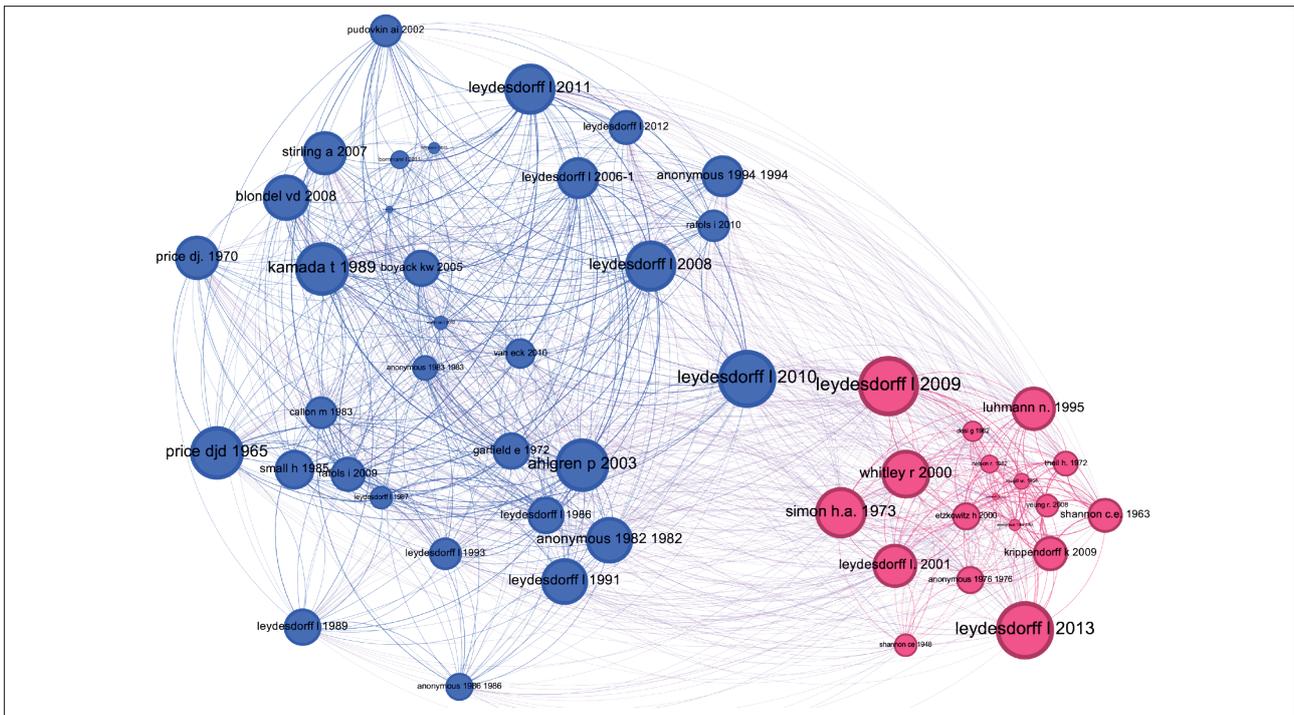


Figura 8. Red de co-citación de publicaciones de Leydesdorff

3.3. Red de co-citación

En esta subsección, se presentan los resultados para responder a la pregunta: ¿Cuáles son los principales grupos de co-citaciones relacionados con las publicaciones de Leydesdorff?

La figura 8 muestra la red de co-citación, un tipo de red en la que los nodos representan documentos científicos y los enlaces entre nodos indican que esos documentos han sido citados juntos en la misma obra de referencia. Esta red se realizó con un grado mínimo de co-citación igual a tres y un umbral de 50 nodos de red. Los nodos se etiquetaron con el primer autor y el año de publicación del artículo, mientras que el enlace de la red es la co-citación entre dos documentos. El tamaño del nodo indica la cantidad de citas recibidas por los documentos y el grosor del enlace representa la fuerza de los vínculos de co-citación. El color del nodo muestra el clúster con el cual se asocia el artículo, en nuestro caso dos: uno relacionado con la bibliometría y el otro con la innovación científica.

3.4. Red de colaboración entre países

En esta subsección, se presentan los resultados para responder a la pregunta: ¿cuál es la red de colaboración entre autores de distintos países en la investigación de Leydesdorff?

La figura 9 muestra ese mapa de colaboración internacional. En él se representa la producción de publicaciones de autores de cada país y la colaboración entre autores de distintos países. Los países con un color más oscuro indican más



Figura 9. Mapa de colaboración entre autores de distintos países (gráfico generado con VOSviewer)

publicaciones que los países con un color más claro, mientras que el grosor de las líneas representa colaboraciones más fuertes entre países.

La figura 10 muestra la red social de colaboración a nivel de país en detalle. El nodo de la red representa al país y el enlace entre dos nodos representa la cooperación entre países. El tamaño del país indica el grado de cooperación, y el grosor del enlace indica la cercanía de la colaboración entre países. Es de destacar la colaboración con autores de nuestro país, consistente con el alto número de publicaciones de este autor en la revista *Profesional de la Información*.

4. Cartografía de redes científicas

El concepto «cartografía de redes científicas» se refiere al proceso de visualizar y analizar las relaciones y conexiones entre diferentes elementos dentro del ámbito científico, como investigadores, instituciones, o áreas temáticas. Esta práctica utiliza programas de análisis de redes para representar gráficamente la estructura y dinámica de las interacciones en la comunidad científica.

En el contexto de la investigación científica, la cartografía de redes puede revelar patrones de colaboración, identificar centros de influencia, y proporcionar información sobre la interconexión entre disciplinas o áreas de estudio. Los métodos empleados incluyen análisis de redes sociales, donde los nodos representan entidades como investigadores o instituciones, y los vínculos entre nodos representan relaciones colaborativas, citas, o cualquier otra forma de interacción relevante.

Este enfoque ayuda a comprender la estructura y la evolución de las comunidades científicas, facilitando la identificación de áreas de investigación clave, la evaluación del impacto de investigadores e instituciones, y la visualización de la interdisciplinariedad en la producción científica. La cartografía de redes científicas es valiosa para analizar y comunicar la complejidad de las interacciones en el ámbito académico.

4.1. Publicaciones de Leydesdorff sobre cartografía de redes científicas

Loet Leydesdorff es reconocido por sus contribuciones significativas a la cartografía de redes científicas (29 publicaciones, ver tabla 8). Ha creado metodologías innovadoras y softwares para analizar y visualizar la estructura de las colaboraciones científicas a diferentes escalas. Aquí hay algunos puntos clave sobre su trabajo en este campo:

1. *Centralidad de intermediación*: En su artículo de 2007, Leydesdorff propone el uso de la «centralidad de intermediación» como indicador de la interdisciplinariedad de las revistas científicas. La centralidad de intermediación mide la frecuencia con la que un nodo se encuentra en el camino más corto entre otros dos nodos en una red. Aplicó esta medida para evaluar cómo las revistas científicas pueden servir como puentes entre diferentes disciplinas, proporcionando un medio para cartografiar conexiones interdisciplinarias (Leydesdorff, 2007a).
2. *Análisis de redes sociales*: Leydesdorff ha utilizado métodos de análisis de redes sociales para explorar colaboraciones entre investigadores e instituciones. Estos análisis pueden mapear visualmente conexiones y relaciones entre actores en el dominio científico, revelando así la estructura de la red y puntos clave de colaboración.
3. *Indicadores bibliométricos*: Además de cartografiar colaboraciones, Leydesdorff ha elaborado indicadores bibliométricos para evaluar el impacto y la visibilidad de investigadores e instituciones. Estos indicadores se pueden utilizar para comprender la distribución de colaboraciones y la influencia de las publicaciones dentro de la red científica.
4. *Visualización de redes*: En su trabajo de 2009, Leydesdorff presentó métodos de visualización para representar gráficamente redes científicas. Estas visualizaciones ofrecen una perspectiva intuitiva sobre la distribución de colaboraciones y la estructura general de la red de investigación científica (Leydesdorff; Ràfols, 2009).

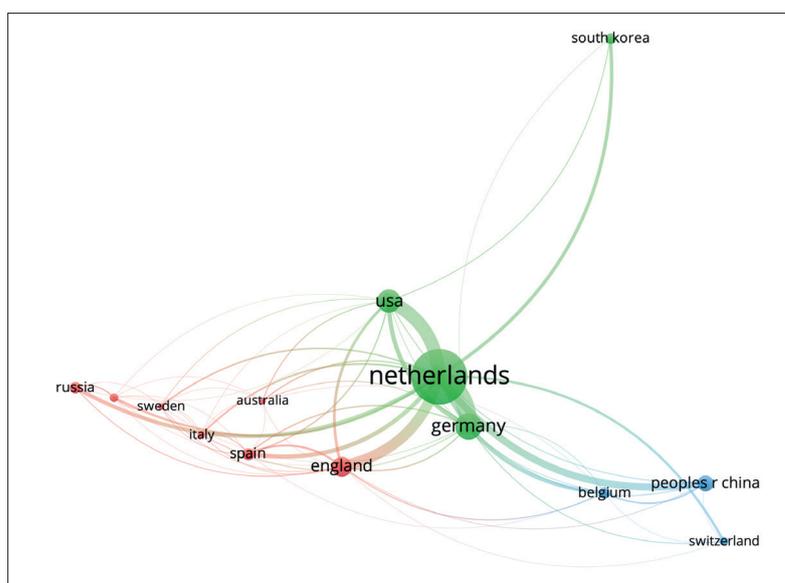


Figura 10. Red de colaboración entre países (gráfico generado con VOSviewer)

Tabla 8. Publicaciones más relevantes de Leydesdorff relacionadas con la “cartografía de redes científicas”

| Área temática | Materia - Cita |
|---|--|
| Patent portfolio analysis of cities: statistics and maps of technological inventiveness | Cities and knowledge-based economy (Kogler; Heimeriks; Leydesdorff, 2018) |
| Betweenness and diversity in journal citation networks as measures of interdisciplinarity - A tribute to Eugene Garfield | Interdisciplinary journal ranking (Leydesdorff; Wagner; Bornmann, 2018) |
| Mapping patent classifications: portfolio and statistical analysis, and the comparison of strengths and weaknesses | Cooperative patent classifications (CPC) (Leydesdorff; Kogler; Yan, 2017) |
| Journal portfolio analysis for countries, cities, and organizations: Maps and comparisons | Web of Science data for portfolio analysis (Leydesdorff; Heimeriks; Rotolo, 2016) |
| Journal maps, interactive overlays, and the measurement of interdisciplinarity on the basis of Scopus data (1996-2012) | Global map of science using Scopus (Leydesdorff; De-Moya-Anegón; Guerrero-Bote, 2015) |
| International collaboration in science: the global map and the network | Global network of international co-authorship (Leydesdorff; Wagner; Park; Adams, 2013) |
| Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks | Preferential attachment in coauthorship networks (Abbasi; Hossain; Leydesdorff, 2012) |
| Mapping (USPTO) patent data using overlays to Google Maps | Patent-based Google Maps (Leydesdorff; Bornmann, 2012) |
| Mapping excellence in the geography of science: An approach based on Scopus data | Mapping centers of excellence worldwide (Bornmann; Leydesdorff; Walch-Solimena; Ettl, 2011) |
| 'Meaning' as a sociological concept: A review of the modeling, mapping and simulation of the communication of knowledge and meaning | Discursive knowledge and communication (Leydesdorff, 2011) |
| The semantic mapping of words and co-words in contexts | Measuring semantics using latent semantic analysis (Leydesdorff; Welbers, 2011) |
| Science overlay maps: A new tool for research policy and library management | Science overlay maps for benchmarking (Rafols; Porter; Leydesdorff, 2010) |
| Mapping the geography of science: Distribution patterns and networks of relations among cities and institutes | Overlaying scientific networks on geographic maps (Leydesdorff; Persson, 2010) |
| Maps on the basis of the Arts & Humanities Citation Index: The journals Leonardo and Art journal versus “digital humanities” as a topic | Mapping Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) (Leydesdorff; Salah, 2010) |
| Journal maps on the basis of Scopus data: A comparison with the Journal Citation Reports of the ISI | Comparing Scopus and Journal Citation Reports (Leydesdorff; De-Moya-Anegón; Guerrero-Bote, 2010) |
| Knowledge linkage structures in communication studies using citation analysis among communication journals | Mapping communication studies (Park; Leydesdorff, 2009) |
| Dynamic animations of journal maps: Indicators of structural changes and interdisciplinary developments | Dynamic analysis of structural change in sciences (Leydesdorff; Schank, 2008) |
| Korean journals in the Science Citation Index: What do they reveal about the intellectual structure of S&T in Korea? | South Korea's research output (Park; Leydesdorff, 2008) |
| Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals | Centrality measures in journal citation networks (Leydesdorff, 2007a) |
| Mapping interdisciplinarity at the interfaces between the science citation index and the social science citation index | Combining journal citation reports (Leydesdorff, 2007) |
| Clustering methodologies for identifying country core competencies | Mexican science and technology literature (Kostoff; Del-Río; Cortés; Smith; Smith; Wagner; Leydesdorff; Karypis; Malpohl; Tshiteya, 2007) |
| Mapping the Chinese Science Citation Database in terms of aggregated journal-journal citation relations | Mapping Chinese Science Citation Database (Leydesdorff; Jin, 2005) |
| Mapping the Chinese Science Citation Database | Mapping Chinese Science Citation Database (alternative abstract) (Leydesdorff; Bihui, 2004) |
| Clusters and maps of science journals based on bi-connected graphs in Journal Citation Reports | Decomposing journal-journal citation matrix (Leydesdorff, 2004) |
| Why words and co-words cannot map the development of the sciences | Word co-occurrence analysis in biochemistry (Leydesdorff, 1997) |
| Mapping change in scientific specialties: A scientometric reconstruction of the development of artificial intelligence | Emergence of artificial intelligence as a discipline (Van-den-Besselaar; Leydesdorff, 1996) |
| Tracking areas of strategic importance using scientometric journal mappings | Indicators for tracking emerging developments (Leydesdorff; Cozzens; Van-den-Besselaar, 1994) |
| Various methods for the mapping of science | (Leydesdorff, 1987) |

4.2. El software *Cosma*

Cosma (<https://cosma.arthurperret.fr>) fue desarrollado como parte del programa ANR *HyperOtlet*, que tenía como objetivo representar la red social de Paul Otlet en forma de un grafo interactivo, conocido como *Otletosphere* (<https://hyperotlet.huma-num.fr/otletosphere>). *Cosma* fue elaborado por Guillaume Brioudes, Olivier Le Deuff y otros colaboradores en 2021.

Es un programa de investigación experimental gratuito, publicado bajo una licencia libre, que ofrece una forma innovadora de visualizar y explorar redes documentales.

Características principales de *Cosma*:

1. Visualización de grafo: permite visualizar un grafo documental interactivo. Los nodos del grafo representan países y los enlaces entre los nodos representan la cooperación entre los autores de estos países.
2. Funciones de navegación: La interfaz de *Cosma* se divide en tres zonas. Un panel a la izquierda contiene funciones de navegación como búsqueda, índice y filtros de visualización. A la derecha, un panel muestra la ficha seleccionada con una bibliografía generada automáticamente a partir de las fuentes citadas en el texto de la ficha.
3. Exportación de datos: A diferencia de la mayoría de los programas de visualización, *Cosma* invierte la lógica habitual. La parte de la aplicación, llamada cosmógrafo, es un simple formulario de creación. La exportación creada, un archivo html llamado cosmoscopio, constituye la verdadera interfaz de visualización. Este archivo html se puede exportar, utilizar y compartir de forma independiente.
4. Soporte para discusión: Los archivos cosmoscopio se pueden compartir, convirtiéndolos en un soporte de discusión en el contexto de un trabajo de investigación o enseñanza.
5. Reconocimiento de categorización: a partir de un análisis previo, *Cosma* reconoce la categorización de las fichas y les asocia códigos gráficos (colores, trazados) e interacciones (filtrado de elementos mostrados).

4.3. Etapas de análisis de la cartografía de las redes científicas de Loet Leydesdorff

La cartografía científica intenta encontrar representaciones de las conexiones intelectuales dentro del sistema de conocimiento científico, que cambia dinámicamente (Small, 1997). En otras palabras, la cartografía científica muestra los aspectos estructurales y dinámicos de la investigación científica (Cobo et al., 2011). Hemos desarrollado en este trabajo una cartografía de las publicaciones de L. Leydesdorff quien, a través de toda su trayectoria, ha sido uno de los pioneros de este tipo de investigación.

La cartografía científica que hemos realizado es una representación visual de cómo se relacionan entre sí las disciplinas, los campos, los documentos, los coautores, las palabras autor y las palabras de indexación (*keywords plus*) en las publicaciones de Leydesdorff.

En esta sección describimos las etapas de análisis de esta cartografía:

(a) *Fuente de los datos*: los datos de las publicaciones se recuperaron de la base de datos *Web of Science (WoS) Core Collection*. Nuestro conjunto de datos contiene 424 artículos publicados entre 1980 y 2023.

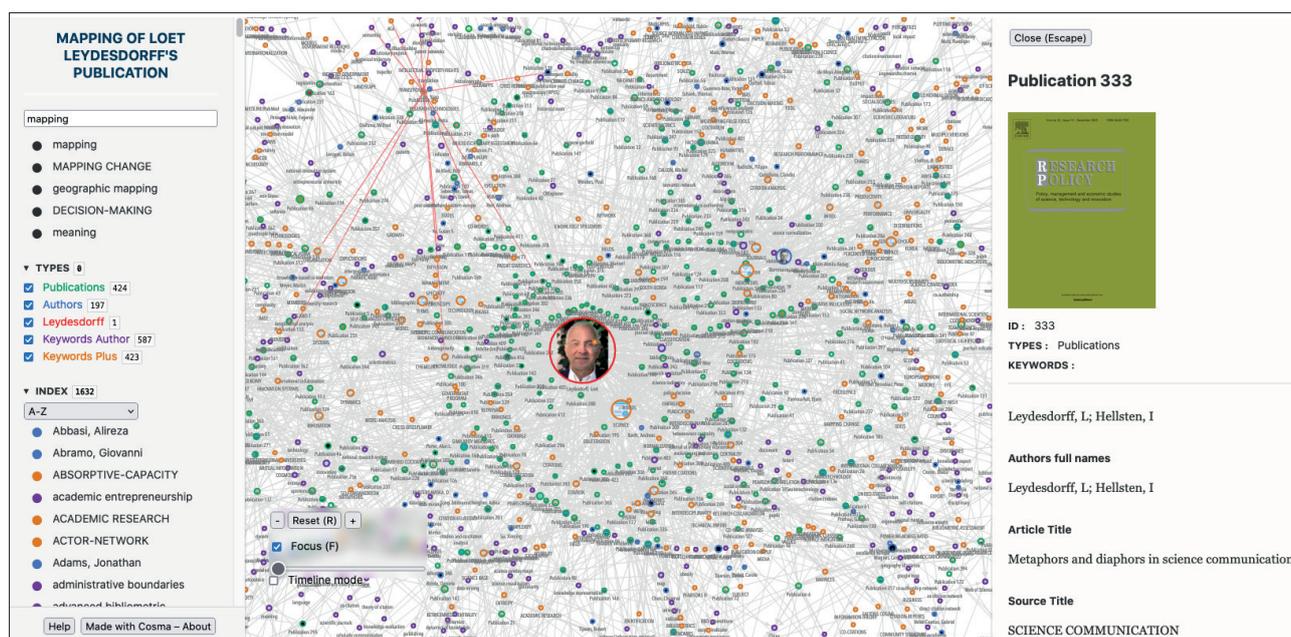


Figura 11. Interfaz de *COSMA*
<https://cosma.arthurperret.fr>

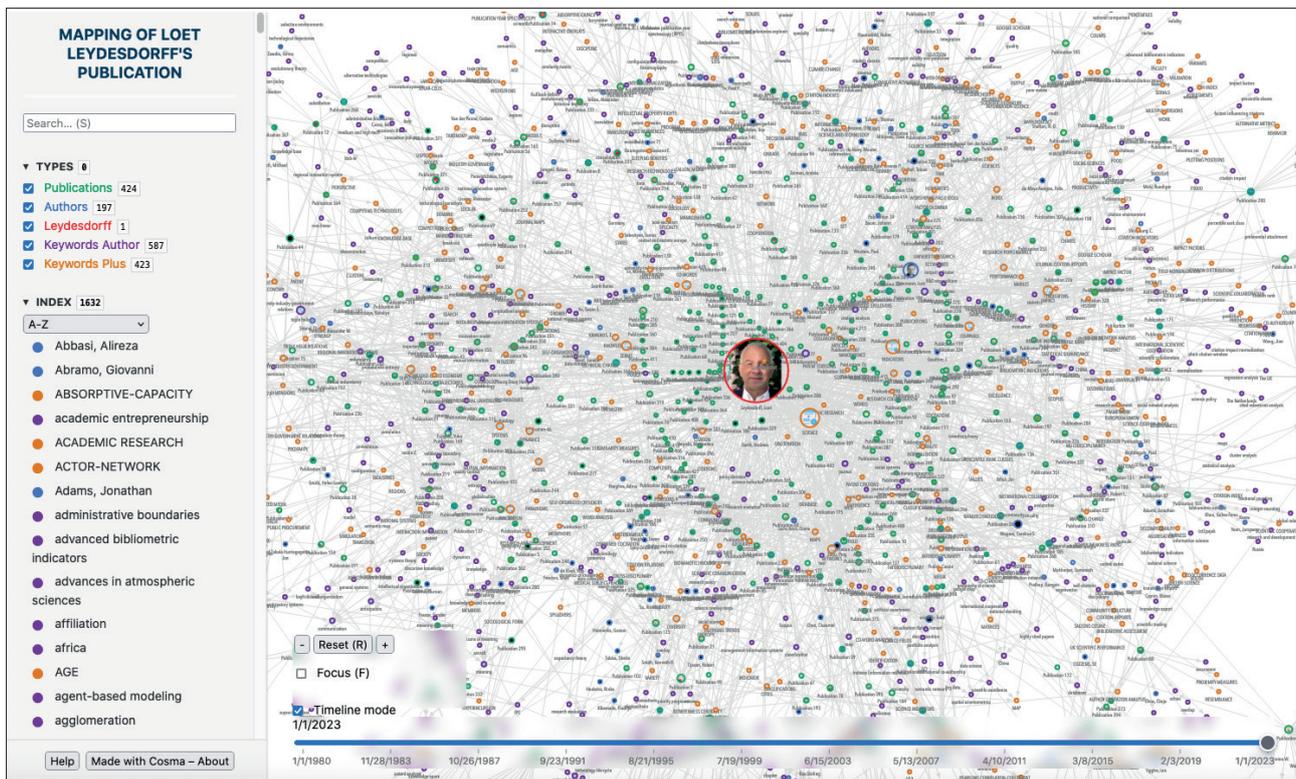


Figura 12. Cartografía de la red científica de las publicaciones de Leydesdorff.

<http://metroteach.com/Leydesdorff/index.html>

(b) *Unidades de análisis*: De los 424 documentos hemos seleccionado las referencias de las publicaciones, los coautores, el título, y el resumen. Además, seleccionamos las palabras clave originales de los documentos (palabras clave del autor) y las de indexación proporcionadas por la base de datos (*ISI Keywords Plus*) como palabras a analizar. También hemos tomado las categorías temáticas de *WoS*, el *Orcid* de los coautores y el *DOI* de la publicación.

(c) *Preprocesamiento de datos*: un análisis de cartografía científica no puede aplicarse directamente a los datos recuperados de las fuentes bibliográficas: es necesario un proceso previo de tratamiento, que ha sido el siguiente:

- Corrección y agregado de los nombres de ciertos coautores, y la inclusión de su foto en la base de datos;
- Detección de los elementos duplicados y faltas de ortografía de los coautores, palabras de autor y palabras de indexación.
- División de los artículos en subperíodos de tiempo, para analizar la evolución de la investigación de Leydesdorff (ver tabla)

(d) *Normalización*: El software *Cosma* utiliza un algoritmo de visualización específico para representar gráficamente las relaciones entre elementos documentales. Este algoritmo se denomina «cosmógrafo».

(e) *Métodos de análisis*: Antes de aplicar la visualización, *Cosma* realiza un análisis previo para categorizar las fichas documentales. Este análisis determina la asignación de códigos gráficos como colores y trazados.

(f) *Algoritmo de visualización*: algoritmo *force-layout*, que es el que *Cosma* incorpora.

Como resultado final, nuestro cosmoscopio de Leydesdorff está disponible para utilizarlo en la URL:

<http://metroteach.com/Leydesdorff/index.html>

Es posible descargarlo accediendo al enlace *Made with Cosma – About* situado en la parte inferior izquierda de la interfaz. <http://metroteach.com/Leydesdorff/cosmoscopio.html>

La interfaz permite cambiar a una visualización en forma de línea de tiempo (tabla 9) para mostrar los cambios que se producen con esta variable (pulsando la casilla de selección *Timeline mode*).

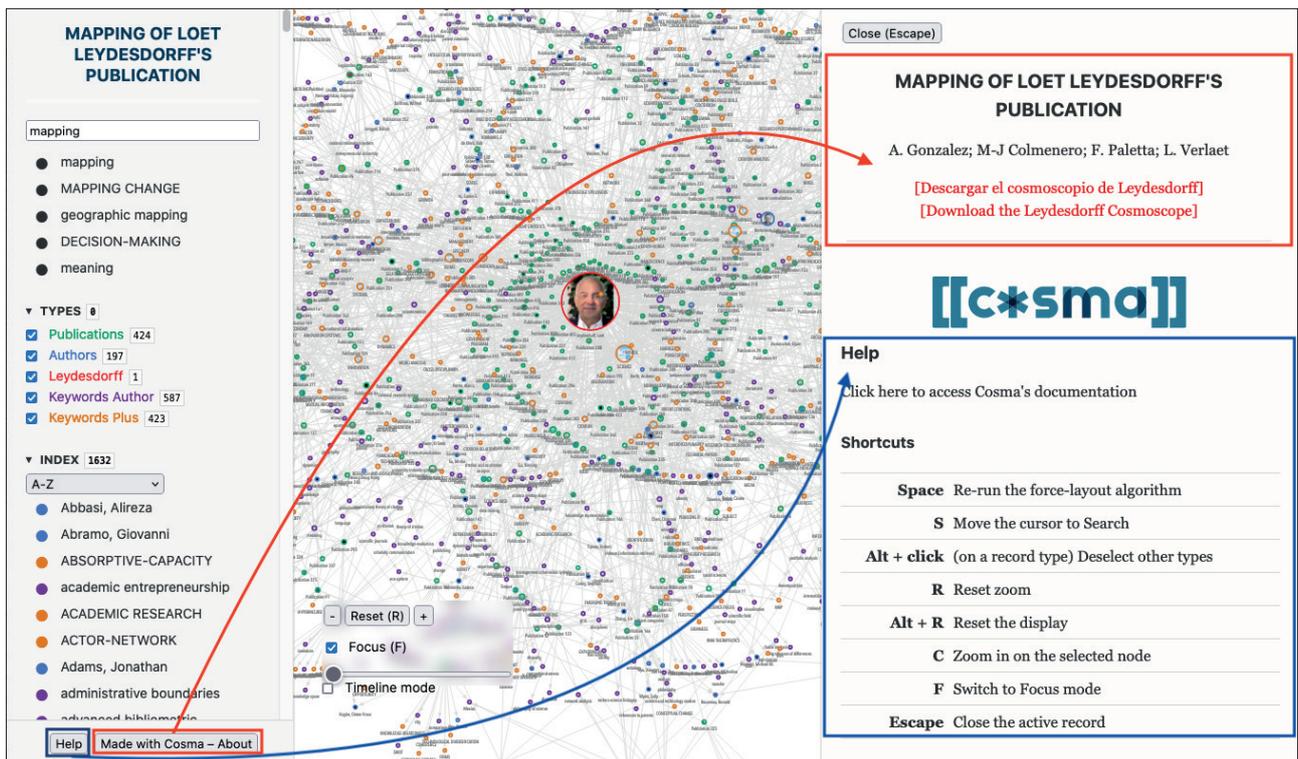


Figura 13. Enlace de descarga del cosmoscopio de Leydesdorff (tarda 30 seg.): <http://metroteach.com/Leydesdorff/cosmoscopio.html>

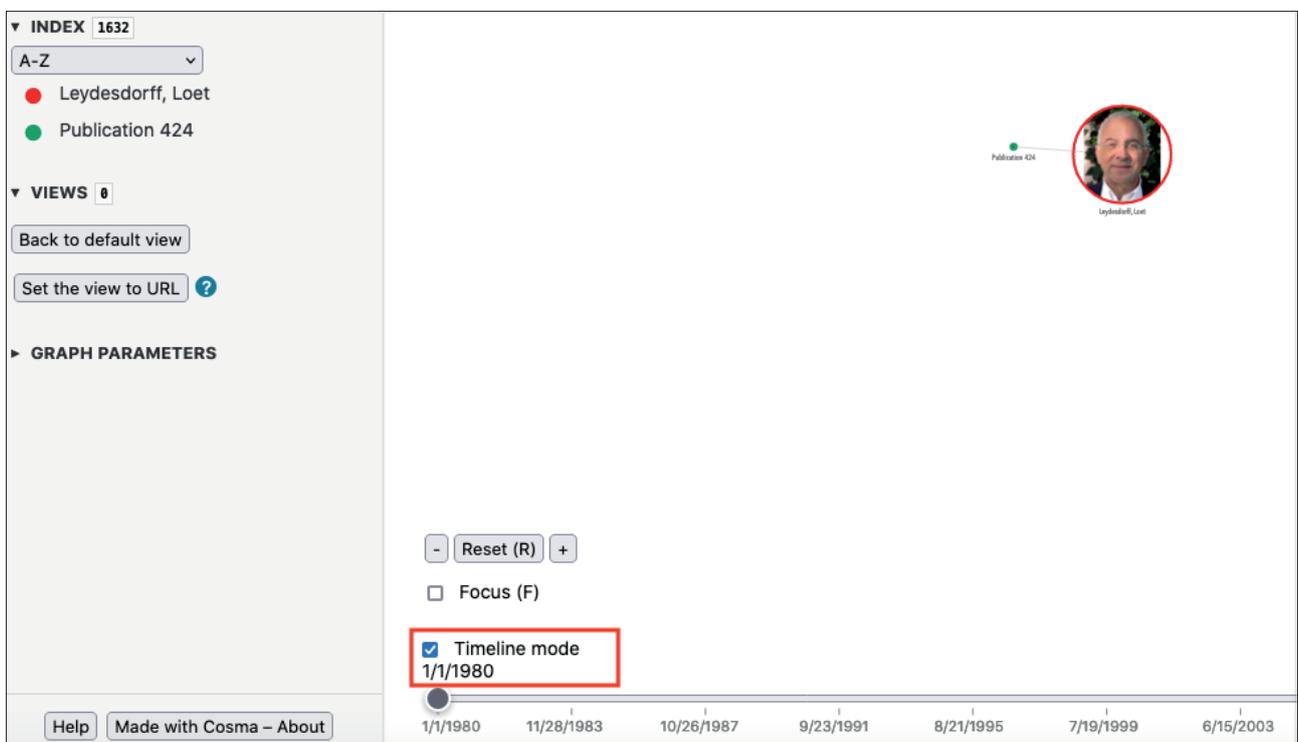
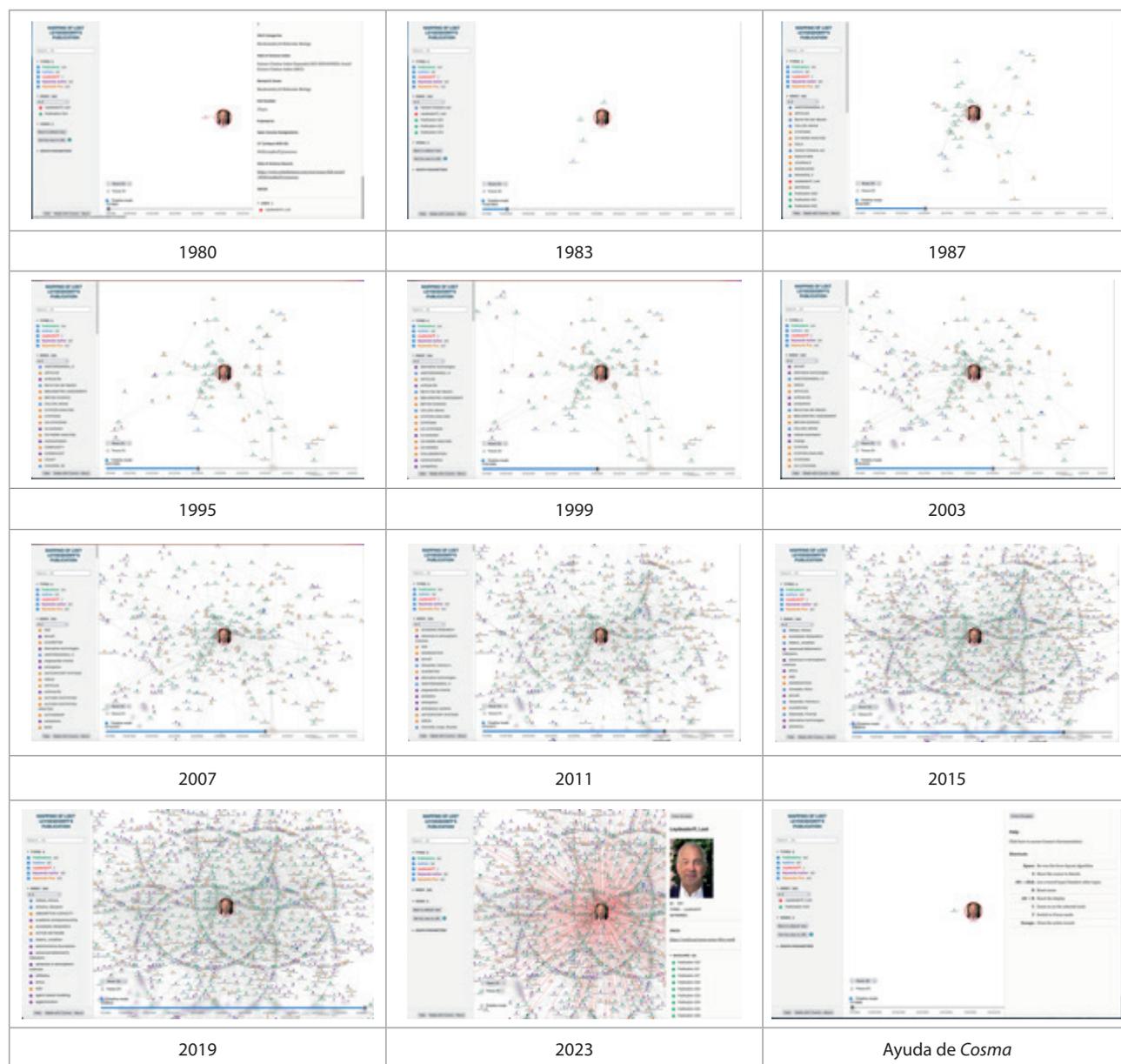


Figura 14. Opción "línea de tiempo" del cosmoscopio de Leydesdorff

Tabla 9. Línea de tiempo de las publicaciones



5. Conclusiones

Se ha llevado a cabo un análisis bibliométrico de las publicaciones de Leydesdorff recopiladas en la *WoS* y también se ha elaborado una cartografía científica de sus trabajos, que incluyen los coautores, los países de procedencia de éstos y las palabras clave (de los autores y de indización).

En la revisión de la bibliografía de Loet Leydesdorff destacan sus contribuciones significativas a la sociología de la ciencia, al análisis bibliométrico, a la comunicación científica y a la cartografía de redes científicas. Su trabajo continúa influyendo y guiando la investigación en estas áreas, demostrando la amplitud de su impacto intelectual.

Para la cartografía de la producción científica hemos incluido diferentes métodos de análisis (aunque algunos de ellos son comunes), lo que nos permitió descubrir las diferentes facetas de los conocimientos investigados por Leydesdorff. Dado que las visualizaciones son diferentes en cada una de ellas, se pueden generar distintas visiones del campo que ayuden a interpretar y analizar los resultados. Esta cooperación entre herramientas da lugar a una sinergia positiva, que permite extraer el conocimiento oculto tras los datos.

Nuestro trabajo ha pretendido ser un pequeño homenaje a este científico, recientemente fallecido, que ha contribuido al avance de varias áreas de estudio. Creemos que debería realizarse un análisis más completo de cartografía científica del trabajo de Leydesdorff, incluyendo las publicaciones que *WoS* no recoge, para recopilar todos los conocimientos, aportes teóricos importantes y las perspectivas (intelectual, social o conceptual) de las áreas de investigación del autor.

6. Nota

1. El nombre *Cosma* proviene de Cosmas Rosellius, monje dominico florentino, autor de un *Thesaurus artificiosæ memoriæ* (1579), que se traduce como «tesoro de memoria artificial». Una característica del libro de Rossellius son los versos mnemotécnicos dados para ayudar a memorizar órdenes de lugares, ya sean órdenes del Infierno, o el orden de los signos del zodiaco.

<https://archive.org/download/thesaurusartifi00padogoog/thesaurusartifi00padogoog.pdf>

7. Referencias

Abbasi, Alireza; Hossain, Liaquad; Leydesdorff, Loet (2012). "Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks". *Journal of informetrics*, v. 6, n. 3.

<https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.01.002>

Aria, Massimo; Cuccurullo, Corrado (2017). "Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis". *Journal of informetrics*, v. 11, n. 4.

<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Bornmann, Lutz; Leydesdorff, Loert; Walch-Solimena, Christiane; Ettl, Christoph (2011). "Mapping excellence in the geography of science: An approach based on Scopus data". *Journal of informetrics*, v. 5, n. 4.

<https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.05.005>

Cobo, Manuel J.; López-Herrera, Antonio-Gabriel; Herrera-Viedma, Enrique; Herrera, Francisco (2011). "Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools". *J. Assoc. Inf. Sci. Technol.*, v. 62, pp. 1382-1402.

Donthu, Naveen; Kumar, Satish; Mukherjee, Debmalaya; Pandey, Nitesh; Lim, Weng-Marc (2021). "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines". *Journal of business research*, v. 133.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Etzkowitz, Henry; Leydesdorff, Loet (1996). "A triple helix of academic-industry-government relations: Development models beyond 'capitalism versus socialism'". *Current science*, v. 70, n. 8.

Etzkowitz, Henry; Leydesdorff, Loet (2000). "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations". *Research policy*, v. 29, n. 2.

[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)

Kogler, Dieter-Franz; Heimeriks, Gaston; Leydesdorff, Loet (2018). "Patent portfolio analysis of cities: statistics and maps of technological inventiveness". *European planning studies*, v. 26, n. 11.

<https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1530147>

Kostoff, Ronald N.; Del-Río, J. Antonio; Cortés, Héctor D.; Smith, Charles; Smith, Andrew; Wagner, Caroline; Leydesdorff, Loet; Karypis, George; Malpohl, Guido; Tshiteya, Rene (2007). "Clustering methodologies for identifying country core competencies". *Journal of information science*, v. 33, n. 1.

<https://doi.org/10.1177/0165551506067124>

Leydesdorff, Loet (1979). "Dynamic and stochastic models for reciprocal citation processes" (Thèse de doctorat, Université d'Amsterdam).

Leydesdorff, Loet (2007). "Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 58, n. 9.

<https://doi.org/10.1002/asi.20614>

Leydesdorff, Loet (2001). "A sociological theory of communication; The self-organization of the knowledge-based Society". Universal Publishers / upublish.com, USA.

<https://www.universal-publishers.com/m/book.php?method=ISBN&book=1581126956>

Leydesdorff, Loet (1987). "Various methods for the mapping of science". *Scientometrics*, v. 11, n. 5-6.

<https://doi.org/10.1007/BF02279351>

Leydesdorff, Loet (1997). "Why words and co-words cannot map the development of the sciences". *Journal of the American Society for Information Science*, v. 48, n. 5.

Leydesdorff, Loet (2004). "Clusters and maps of science journals based on bi-connected graphs in Journal Citation Reports". *Journal of documentation*, v. 60, n. 4.

<https://doi.org/10.1108/00220410410548144>

Leydesdorff, Loet (2007). "Mapping interdisciplinarity at the interfaces between the science citation index and the social science citation index". *Scientometrics*, v. 71, n. 3.

<https://doi.org/10.1007/s11192-007-1694-z>

- Leydesdorff, Loet** (2007). "Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 58, n. 9.
<https://doi.org/10.1002/asi.20614>
- Leydesdorff, Loet** (2011). "'Meaning' as a sociological concept: A review of the modeling, mapping and simulation of the communication of knowledge and meaning". *Social science information sur les sciences sociales*, v. 50, n. 3-4.
<https://doi.org/10.1177/0539018411411021>
- Leydesdorff, Loet; Bihui, Jin** (2004). "Mapping the Chinese science citation database". In: *University of Amsterdam*, v. 41.
<https://doi.org/10.1002/meet.1450410157>
- Leydesdorff, Loet; Bihui, Jin** (2005). "Mapping the Chinese Science Citation Database in terms of aggregated journal-journal citation relations". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 56, n. 14.
<https://doi.org/10.1002/asi.20209>
- Leydesdorff, Loet; Bornmann, Lutz** (2012). "Mapping (USPTO) patent data using overlays to Google Maps". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 63, n. 7.
<https://doi.org/10.1002/asi.22666>
- Leydesdorff, Loet; Cozzens, Susan; Van-den-Besselaar, Peter** (1994). "Tracking areas of strategic importance using scientometric journal mappings". *Research policy*, v. 23, n. 2.
[https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)90054-X](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)90054-X)
- Leydesdorff, Loet; De-Moya-Anegón, Félix; Guerrero-Bote, Vicente P.** (2010). "Journal maps on the basis of Scopus data: A comparison with the Journal Citation Reports of the ISI". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 2.
<https://doi.org/10.1002/asi.21250>
- Leydesdorff, Loet; De-Moya-Anegón, Félix; Guerrero-Bote, Vicente P.** (2015). "Journal maps, interactive overlays, and the measurement of interdisciplinarity on the basis of Scopus data (1996-2012)". *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 66, n. 5.
<https://doi.org/10.1002/asi.23243>
- Leydesdorff, Loet; Heimeriks, Gaston; Rotolo, Daniele** (2016). "Journal portfolio analysis for countries, cities, and organizations: Maps and comparisons". *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 67, n. 3.
<https://doi.org/10.1002/asi.23551>
- Leydesdorff, Loet; Kogler, Dieter-Franz; Yan, Bowen** (2017). "Mapping patent classifications: portfolio and statistical analysis, and the comparison of strengths and weaknesses". *Scientometrics*, v. 112, n. 3.
<https://doi.org/10.1007/s11192-017-2449-0>
- Leydesdorff, Loet; Meyer, Martin** (2010). "The decline of university patenting and the end of the Bayh-Dole effect". *Scientometrics*, v. 83, n. 2.
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0001-6>
- Leydesdorff, Loet; Persson, Olle** (2010). "Mapping the geography of science: Distribution patterns and networks of relations among cities and institutes". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 8.
<https://doi.org/10.1002/asi.21347>
- Leydesdorff, Loet; Ràfols, Ismael** (2009). "A global map of science based on the ISI Subject Categories". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 60, n. 2.
<https://doi.org/10.1002/asi.20967>
- Leydesdorff, Loet; Salah, Alkim-Almila-Akdag** (2010). "Maps on the basis of the *Arts & Humanities Citation Index*: The journals *Leonardo* and *Art Journal* versus 'digital humanities' as a topic". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 4.
<https://doi.org/10.1002/asi.21303>
- Leydesdorff, Loet; Schank, Thomas** (2008). "Dynamic animations of journal maps: Indicators of structural changes and interdisciplinary developments". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 59, n. 11.
<https://doi.org/10.1002/asi.20891>
- Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S.; Bornmann, Lutz** (2018). "Betweenness and diversity in journal citation networks as measures of interdisciplinarity - A tribute to Eugene Garfield". *Scientometrics*, v. 114, n. 2.
<https://doi.org/10.1007/s11192-017-2528-2>
- Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S.; Park, Han-Woo; Adams, Jonathan** (2013). "International collaboration in science: the global map and the network". *Profesional de la informacion*, v. 22, n. 1.
<https://doi.org/10.3145/epi.2013.ene.12>

- Leydesdorff, Loet; Welbers, Kasper** (2011). "The semantic mapping of words and co-words in contexts". *Journal of informetrics*, v. 5, n. 3.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.01.008>
- Mingers, John; Leydesdorff, Loet** (2015). "A review of theory and practice in scientometrics". *European journal of operational research*, v. 246, n. 1.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.002>
- Moral-Muñoz, José A.; Herrera-Viedma, Enrique; Santisteban-Espejo, Antonio; Cobo, Manuel J.** (2020). "Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review". *Profesional de la información*, v. 29, n. 1.
<https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- Park, Han Woo; Leydesdorff, Loet** (2008). "Korean journals in the Science Citation Index: What do they reveal about the intellectual structure of S&T in Korea?". *Scientometrics*, v. 75, n. 3.
<https://doi.org/10.1007/s11192-007-1862-1>
- Park, Han Woo; Leydesdorff, Loet** (2009). "Knowledge linkage structures in communication studies using citation analysis among communication journals". *Scientometrics*, v. 81, n. 1.
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-2119-y>
- Perret, Arthur; Brioude, Guillaume; Borel, Clément; Le Deuff, Olivier** (2023). *Cosma* (2.2.1).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.5412314>
<https://cosma.arthurperret.fr>
- Ràfols, Ismael; Porter, Alan L.; Leydesdorff, Loet** (2010). "Science overlay maps: A new tool for research policy and library management". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 9.
<https://doi.org/10.1002/asi.21368>
- Van-den-Besselaar, Peter; Leydesdorff, Loet** (1996). "Mapping change in scientific specialties: A scientometric reconstruction of the development of artificial intelligence". *Journal of the American Society for Information Science*, v. 47, n. 6.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199606\)47:6<415::AID-ASIS>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199606)47:6<415::AID-ASIS>3.0.CO;2-Y)
- Wagner, Caroline S.; Leydesdorff, Loet** (2005). "Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science". *Research policy*, v. 34, n. 10.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>
- Zupic, Ivan; Čater, Tomaž** (2015). "Bibliometric methods in management and organization".
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094428114562629>