

Mapas superpuestos de ciencia: Un tributo a Loet Leydesdorff

Science overlay maps: A tribute to Loet Leydesdorff

Benjamín Vargas-Quesada; Wenceslao Arroyo-Machado; Teresa Muñoz-Écija; Zaida Chinchilla-Rodríguez

Note: This article can be read in its English original version on:
<https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/87524>

Cómo citar este artículo.

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

Vargas-Quesada, Benjamín; Arroyo-Machado, Wenceslao; Muñoz-Écija, Teresa; Chinchilla-Rodríguez, Zaida (2023). "Science overlay maps: A tribute to Loet Leydesdorff". *Profesional de la información*, v. 32, n. 7, e320705.
<https://doi.org/10.3145/epi.2023.dic.05>

Artículo recibido el 17-07-2023
Aceptación definitiva: 19-08-2023



Benjamín Vargas-Quesada

<https://orcid.org/0000-0001-5115-7460>

Universidad de Granada
Unit for Computational Humanities and
Social Sciences (U-CHASS)
Colegio Máximo de Cartuja
18071 Granada, España
benjamin@ugr.es



Wenceslao Arroyo-Machado ✉

<https://orcid.org/0000-0001-9437-8757>

Universidad de Granada
Unit for Computational Humanities and
Social Sciences (U-CHASS)
Colegio Máximo de Cartuja
18071 Granada, España
wences@ugr.es



Teresa Muñoz-Écija

<https://orcid.org/0000-0003-1311-0471>

Investigadora independiente
Colegio Máximo de Cartuja
Granada, España
teresamunozecija@gmail.com



Zaida Chinchilla-Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0002-1608-4478>

Consejo Superior de Investigaciones
Científicas (CSIC)
Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP)
Albasanz, 26-28
28037 Madrid, Spain
zaida.chinchilla@csic.es

Resumen

Este es un homenaje a Loet Leydesdorff, profesor y referencia científica. A través de la combinación de mapas superpuestos, una técnica de visualización propuesta por él mismo e Ismael Ràfols, en combinación con los CAMEOs (*Characterizations Automatically Made and Edited Online*) propuestos por Howard White, proyectamos su trayectoria científica en cinco escenarios, que resultan ser complementarios. Para cada uno de los escenarios o CAMEOs, mostramos cómo él actúa e interactúa desde el punto de vista de la investigación científica, brindando al lector acceso online a una herramienta interactiva como es *VOSviewer*, para que pueda verificar la información presentada aquí, e incluso profundizar en el análisis; de hecho, animamos a hacerlo. En resumen, podemos decir que Loet fue un personaje bastante singular, un lobo solitario que disfrutaba trabajando con lo mejor de lo mejor en sus principales temas de investigación: comunicación científica, sistemas de innovación, bibliometría y mapas de la ciencia; convirtiéndose, a su vez, en el referente de estas líneas de investigación.

Keywords

Loet Leydesdorff; Mapas de la ciencia; Mapas superpuestos; CAMEOs; Análisis de redes; *VOSviewer*; Bibliometría; Comunicación científica; Investigadores.

Abstract

This is a homage to Loet Leydesdorff, teacher and scientific reference. Through the combination of overlay maps, a visualization technique proposed by himself and Ismael Ràfols, in combination with the CAMEOs (*Characterizations Automatically Made and Edited Online*) proposed by Howard White, we project his scientific trajectory in five different scenarios, which turn out to be complementary. For each of the scenarios or CAMEOs, we show how he acts and interacts from the point of view of scientific research, providing the reader with online access to an interactive *VOSviewer* tool, so that



he can check the information presented here, and even go deeper into the analysis, in fact, we encourage him to do so. To sum up, we can say that Loet was quite a character, a lone wolf who enjoyed working with the best of the best of his main research topics: scientific communication, innovation systems, bibliometrics, and science mapping; becoming in turn the referent of these lines of research.

Keywords

Loet Leydesdorff; Science mapping; Overlay maps; CAMEOs; Network analysis; *VOSviewer*; Bibliometrics; Scientific communication; Researchers.

1. Introducción

Loet (Louis André) Leydesdorff fue un renombrado profesor e investigador de la *Universidad de Ámsterdam*. Falleció el 11 de marzo de 2023. Fue reconocido por su investigación pionera en sistemas de innovación, comunicación científica, ciencia métrica y mapas de la ciencia, proponiendo una importante mejora para esta última: los mapas superpuestos (**Leydesdorff; Ràfols**, 2009). Los mapas superpuestos son una contribución muy potente que integra técnicas de visualización, redes sociales, estructura cognitiva e intelectual, cambios a lo largo del tiempo y análisis de referencias, para cualquier tipo de dominio científico. De hecho, los mapas superpuestos demostraron desde el principio su gran potencial para el análisis de políticas de investigación y la gestión de bibliotecas (**Ràfols et al.**, 2010), la construcción de mapas interactivos (**Leydesdorff; Ràfols**, 2012), la representación de datos de patentes (**Leydesdorff; Bornmann**, 2012), la estimación de la interdisciplinariedad (**Leydesdorff; Carley et al.**, 2013; **Leydesdorff; Ràfols et al.**, 2013), la evaluación de la inteligencia estratégica en tecnologías emergentes (**Rotolo et al.**, 2017), la detección e identificación de campos de investigación emergentes (**Vargas-Quesada et al.**, 2017; **Muñoz-Écija et al.**, 2019), la revelación de estructuras cognitivas (**Muñoz-Écija et al.**, 2022) y la comparación de tecnologías educativas (**Vargas-Quesada et al.**, 2021).

Los mapas superpuestos son una contribución muy potente que integra técnicas de visualización, redes sociales, estructura cognitiva e intelectual, cambios a lo largo del tiempo y análisis de referencias, para cualquier tipo de dominio científico

En este artículo presentamos un homenaje a la destacada carrera de Loet Leydesdorff. Utilizando mapas científicos como herramienta, nuestro objetivo es sintetizar los CAMEOs (*Characterizations Automatically Made and Edited Online*) propuestos por **White** (2001) con mapas superpuestos, una técnica a la que Loet contribuyó significativamente. Este enfoque nos permite no solo revelar las diversas estructuras conceptuales y sociales presentes en la investigación multifacética de Loet, sino también resaltar las tendencias y la visibilidad de su influyente trabajo en diferentes dominios. Por lo tanto, los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

1. Identificar los temas de investigación principales de la carrera de Loet Leydesdorff, junto con las tendencias e impacto a lo largo de su trayectoria profesional.
2. Identificar a los principales coautores de Loet Leydesdorff y sus redes de colaboración.
3. Analizar a los investigadores que han influido en la carrera de Loet Leydesdorff, así como a aquellos a quienes él ha influido.

2. Datos y métodos

2.1. Datos

La recopilación de datos se llevó a cabo el 27 de abril de 2023. Utilizamos la *Web of Science (WoS)* de *Clarivate* para buscar todos los registros de investigadores con el apellido "Leydesdorff" y cuya inicial del primer nombre fuera "L". Se encontraron dos perfiles válidos: el primero fue verificado e incluía toda la producción indexada en la *Web of Science* (ResearcherID: E-2903-2010), y el segundo no estaba verificado, con la mayoría de la producción externa a la *Web of Science* (ResearcherID: DUT-0376-2022). Combinamos ambos perfiles y descargamos todos los registros bibliográficos indexados en la *Web of Science Core Collection* en un archivo delimitado por tabuladores. En total, se descargaron 427 registros bibliográficos, que representan la producción total de investigación de Loet Leydesdorff, sin aplicar ningún tipo de filtro documental o temporal.

2.2. Métodos

El análisis realizado se basa principalmente en el análisis de redes sociales para la construcción de mapas científicos. Específicamente, hemos generado los siguientes mapas:

1. La estructura conceptual, compuesta por los principales temas y áreas de investigación en los que Loet Leydesdorff publicó durante su carrera.
2. Los coautores, compuestos por sus principales colaboradores.
3. La identidad de citas, compuesta por los autores citados por Loet Leydesdorff y, por lo tanto, en los que se fundamenta su investigación.
4. Los generadores de imagen de citas, compuestos por los autores que citan a Loet Leydesdorff y, por lo tanto, en quienes él ejerce influencia.

Para la construcción de los mapas científicos, utilizamos *VOSviewer* (Van-Eck; Waltman, 2010). Los detalles específicos y los procesos involucrados en su elaboración se describen de manera exhaustiva en la tabla 1. Para cada mapa, hemos desarrollado diferentes versiones superpuestas basadas en estas redes. El propósito de estas superposiciones es mejorar la información existente con

capas adicionales, lo que permite una identificación y análisis más profundo del rendimiento y las tendencias de investigación. Estas superposiciones actúan esencialmente como lentes que enfocan los aspectos multifacéticos del impacto de la investigación de Loet, ofreciendo así una visión más completa de su influencia académica y trayectoria. En el caso de la red de coocurrencia de palabras, el mapa superpuesto incluye indicadores a medida procesados a partir de las publicaciones. Estos son el promedio de edad de las publicaciones y el porcentaje de publicaciones como primer autor. En ambos casos, los valores se normalizan para variar entre 0% y 100%. El resto de los indicadores utilizados en los mapas superpuestos son los calculados por defecto: año promedio de publicación y citas normalizadas promedio.

En la producción de Leydesdorff podemos distinguir tres períodos: 1980-2004 (desarrollo preliminar); 2005-2013 (desarrollo rápido); y 2014-2022 (desarrollo decreciente)

Tabla 1. Resumen de los mapas científicos creados sobre la producción de Loet Leydesdorff

Red	Nivel	Procesamiento de datos	Filtros de red
Estructura conceptual Red de coocurrencia	Publicación	Datos: publicaciones de Loet Leydesdorff Procesamiento: extracción de términos de títulos y resúmenes y normalización mediante la creación de un tesoro	- Conteo binario - Mínimo 5 ocurrencias
Coautor Red de coautor	Autor	Datos: publicaciones de Loet Procesamiento: desambiguación de autores mediante la creación de un tesoro	- Conteo completo - Mínimo 2 colaboraciones
Identidad de citas Red de citación	Autor	Datos: publicaciones de Loet + referencias citadas Procesamiento: se eliminó el análisis bibliométrico de Britton Chance (Li <i>et al.</i> , 2014) para evitar introducir ruido con sus referencias	- Mínimo 3 documentos
Generadores de imagen de citas Red de citación	Autor	Datos: publicaciones que citan la obra de Loet	- Mínimo 5 documentos

Todos los CAMEOs son accesibles para su visualización interactiva a través de *VOSviewer Online*. Junto a cada figura, se proporciona un enlace a esta aplicación, lo que permite explorar los diferentes escenarios de la trayectoria de investigación de Loet y su evolución, así como la posibilidad de visualizar otros indicadores bibliométricos, como el año promedio de publicación y el promedio de las citas normalizadas, lo que amplía aún más el valor analítico de cada uno de estos CAMEOs. Para cada mapa, se especifica si la superposición se puede aplicar mediante variables de color (*item colors*) o tamaño (*item size*). Estas opciones, entre otras incluidas en la herramienta, se pueden seleccionar desde el panel desplegable a la izquierda.

Debido a limitaciones de espacio, no llevamos a cabo un análisis detallado o profundo de cada CAMEO. Sin embargo, dejamos esto a discreción del lector, para que pueda aprovechar las posibilidades del instrumento que ponemos a su disposición y siga descubriendo la caracterización de Loet; y quién sabe, tal vez se encuentre a sí mismo en esos mapas.

3. Resultados

La producción de Loet abarca desde 1980 hasta 2022¹ (figura 1). Podemos distinguir tres períodos: 1980-2004 (desarrollo preliminar); 2005-2013 (desarrollo rápido); y 2014-2022 (desarrollo decreciente). Un cuarto de su producción se caracteriza por ser artículos con un solo autor (26,53%; 113 de 426), un bajo nivel de coautoría (2,23) y un alto porcentaje de publicaciones con colaboración internacional (57,41%). El coeficiente de correlación entre el número promedio de autores y el número de publicaciones es de 0,042. Aquellos de nosotros que lo conocimos, sabemos que todo esto dice mucho sobre la forma de ser y trabajar de Loet, y todo esto se refleja en sus CAMEOs.

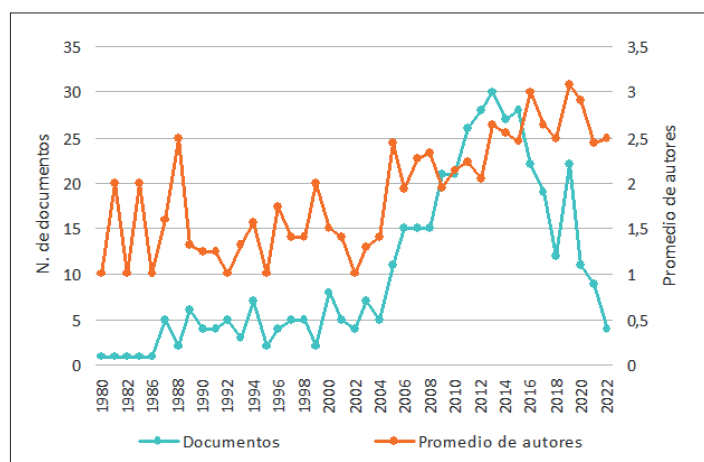


Figura 1. Patrones de producción científica y coautoría de Loet Leydesdorff.

3.1. Estructura conceptual de Loet

La estructura conceptual, representada a través de los términos que más frecuentemente coocurren, delinean las áreas principales y los temas específicos que Loet discute con mayor frecuencia. Con la ayuda de mapas superpuestos, es posible discernir las principales tendencias y evaluar el impacto de estas áreas y temas de manera más efectiva.

La figura 2 presenta la estructura conceptual de la investigación realizada por Loet. El mapa temático (figura 2a) resalta cuatro áreas principales en las que ha publicado: bibliometría, sistemas de innovación, mapas de la ciencia y comunicación científica. Este mapa muestra una clara división entre las áreas centradas en la bibliometría y el análisis de redes sociales (a la izquierda) y las áreas enfocadas en teorías de sistemas de innovación y sociología de la innovación (a la derecha).

“Términos con una edad promedio notable (por ejemplo, mapa, gráfico y red de citas) resaltan el papel de Loet como punto de referencia científico internacional en los mapas de la ciencia”

Dentro de cada uno de estos clusters, existen ciertos temas que marcaron la trayectoria inicial de su carrera investigadora, como se muestra en la figura 2b. Se destaca su contribución única al campo de los Estudios de Comunicación y Estudios de Ciencia y Tecnología, con el modelo de triple hélice (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995) (a la derecha), que tiene como objetivo comprender las relaciones y la colaboración entre la universidad, la industria y el gobierno para entender la transformación del conocimiento académico dentro de la economía a través de estrategias de innovación. Del mismo modo, términos con una edad promedio notable (por ejemplo, mapa, gráfico y red de citas) resaltan el papel de Loet como punto de referencia científico internacional en los mapas de la ciencia, lo que mejoró el análisis y la visualización de la estructura y dinámica de su actividad científica (Leydesdorff, 1987; Wagner; Leydesdorff, 2005; Leydesdorff; Ràfols, 2009; Ràfols *et al.*, 2010). Otros temas que se han destacado desde sus inicios son el diseño y uso de indicadores para predecir, evaluar y analizar la producción científica, como el rendimiento nacional en relación con la proporción de palabras en publicaciones (Leydesdorff, 1990), la entropía probabilística (Leydesdorff, 2003) o la centralidad de intermediación (Leydesdorff, 2007a), así como el uso de diversas unidades de análisis (por ejemplo, citas) para establecer el análisis de citas en indicadores basados en citas (Amsterdamska; Leydesdorff, 1989).

Las conexiones entre los temas principales, a la izquierda y a la derecha, se establecen básicamente a través de nodos titulados indicador (parte superior izquierda), red (parte central) y tecnología (parte superior derecha), todos ellos temas clave y transversales a lo largo de la carrera de investigación de Loet Leydesdorff. Por ejemplo, la tecnología está vinculada a los sistemas de innovación en la parte superior derecha del mapa, continuando con la investigación en indicadores para medir la ciencia y la tecnología, en la parte superior izquierda, utilizando varios métodos y unidades: citación y su análisis en la parte superior izquierda; y mapa y revista en la parte inferior izquierda.

Sin embargo, una observación crucial que se debe hacer, es que su rendimiento e influencia en estas diversas áreas no muestran una uniformidad consistente. Las diferencias se hacen evidentes al examinar los artículos en los que él figura como primer autor, entendido como un indicador de liderazgo (Zhou; Leydesdorff, 2006) (figura 2c), con un papel predominante en la comunicación científica (nos referimos a Leydesdorff, 1994a; 1994b; 2000; 2001; 2007b; 2010; 2013;

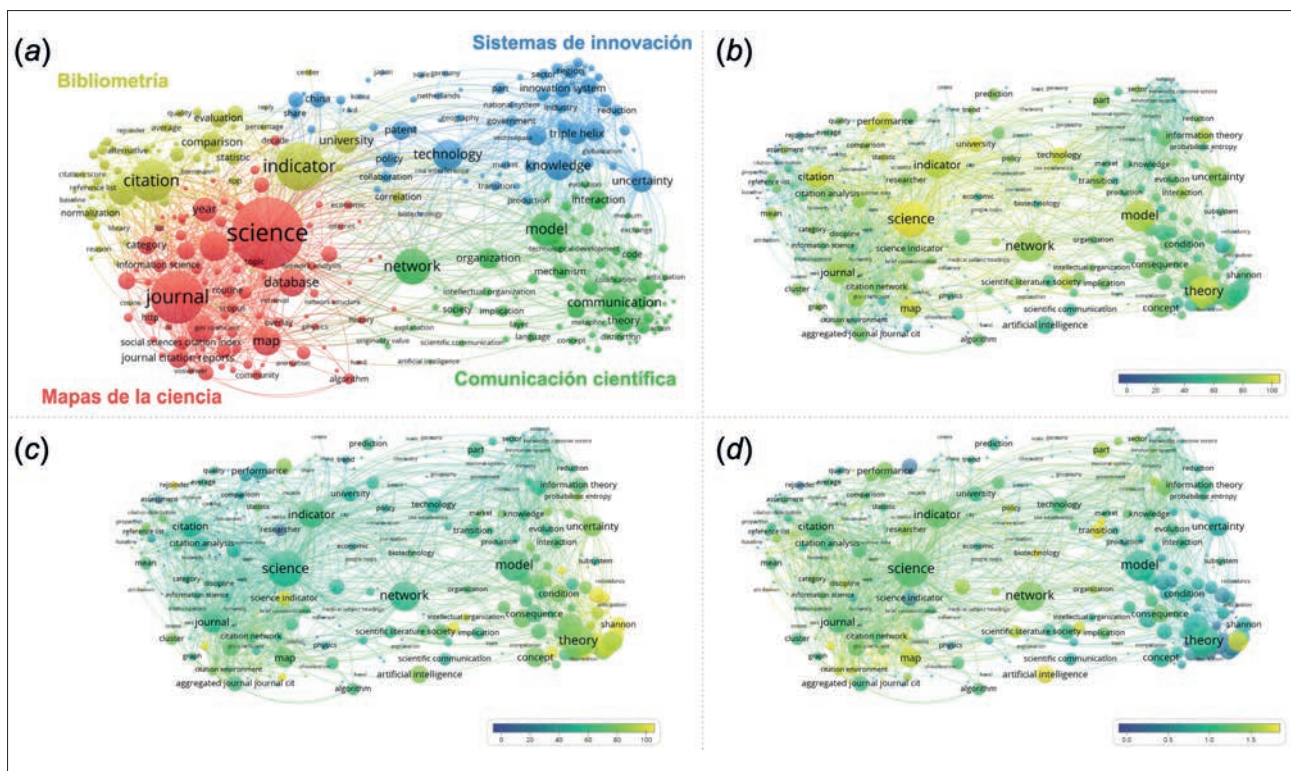


Figura 2. Estructura conceptual de Loet Leydesdorff: (a) mapa temático base; (b) antigüedad media de las publicaciones; (c) porcentaje de publicaciones como primer autor; (d) media de citas normalizadas.

Visualizaciones disponibles en: <https://tinyurl.com/292roq5d>

Mapa superpuesto por colores (*item colors*) personalizable en el panel izquierdo de la herramienta.

2016; 2020; 2021). Curiosamente, esta área demuestra el impacto académico más bajo (figura 2d), en comparación con las demás áreas donde su influencia está más distribuida de manera equitativa. Esta tendencia muestra que las áreas de investigación más centradas en teorías y dogmas, en particular la comunicación científica, tienen un impacto académico más bajo en comparación con áreas concentradas en investigación empírica basada en datos, como los sistemas de innovación y los mapas de la ciencia.

En lo que respecta a la investigación de Loet (figura 3), no hay evidencia de períodos en los que la actividad se centre únicamente en un solo tema. Desde sus inicios, su investigación ha sido altamente diversificada. Solo en los primeros años, específicamente a finales de la década de 1990 y principios de la década de 2000, observamos la mayor parte de la producción centrada en la comunicación científica y los sistemas de innovación. Sin embargo, este período también corresponde a una menor tasa de producción, lo que potencialmente podría acentuar estas diferencias. A partir de 2005, coincidiendo con un aumento en la productividad, los temas de investigación son más diversos, abarcando temas en las cuatro áreas principales identificadas en la figura 2.

Por ejemplo, a finales de la década de 1980, las áreas de investigación más predominantes fueron la bibliometría (por ejemplo, evaluación, citas, estadística, análisis de citas y universidad), y los mapas de la ciencia (por ejemplo, ciencia y mapa). Sin embargo, en 1989, los términos del área de comunicación científica se vuelven mucho más destacados (por ejemplo, organización intelectual y copalabra). El mismo hecho ocurre en 1990 con el área de sistemas de innovación (por ejemplo, teoría de la información y predicción).

En la primera mitad de la década de 1990, gana fuerza la investigación en comunicación científica (por ejemplo, modelo, sociedad, red, conocimiento científico), y sistemas de innovación (por ejemplo, incertidumbre, teoría de la información, política y emergencia). Además, los temas dentro del campo de los mapas de la ciencia siguen siendo activos, mientras que algunos temas de bibliometría pierden prominencia. Vale la pena destacar que es durante estos años cuando se publican varios artículos sobre el modelo de triple hélice.

En la segunda mitad de la década de 1990, se produce un claro aumento en el estudio de áreas de comunicación científica (por ejemplo, modelo, red, sociedad, comunicación, teoría, copalabra, desarrollo tecnológico), y sistemas de innovación (por ejemplo, triple hélice, colaboración, tecnología, innovación, mercado, estado, conocimiento, competencia). El área de mapas de la ciencia sigue siendo activa, pero ciertos términos adquieren más relevancia (por ejemplo, algoritmo, disciplina, revista, citación agregada de revista a revista, cienciometría y bibliografía científica).

Las áreas de investigación más centradas en teorías y dogmas, en particular la comunicación científica, tienen un impacto académico más bajo en comparación con áreas concentradas en investigación empírica basada en datos, como los sistemas de innovación y los mapas de la ciencia

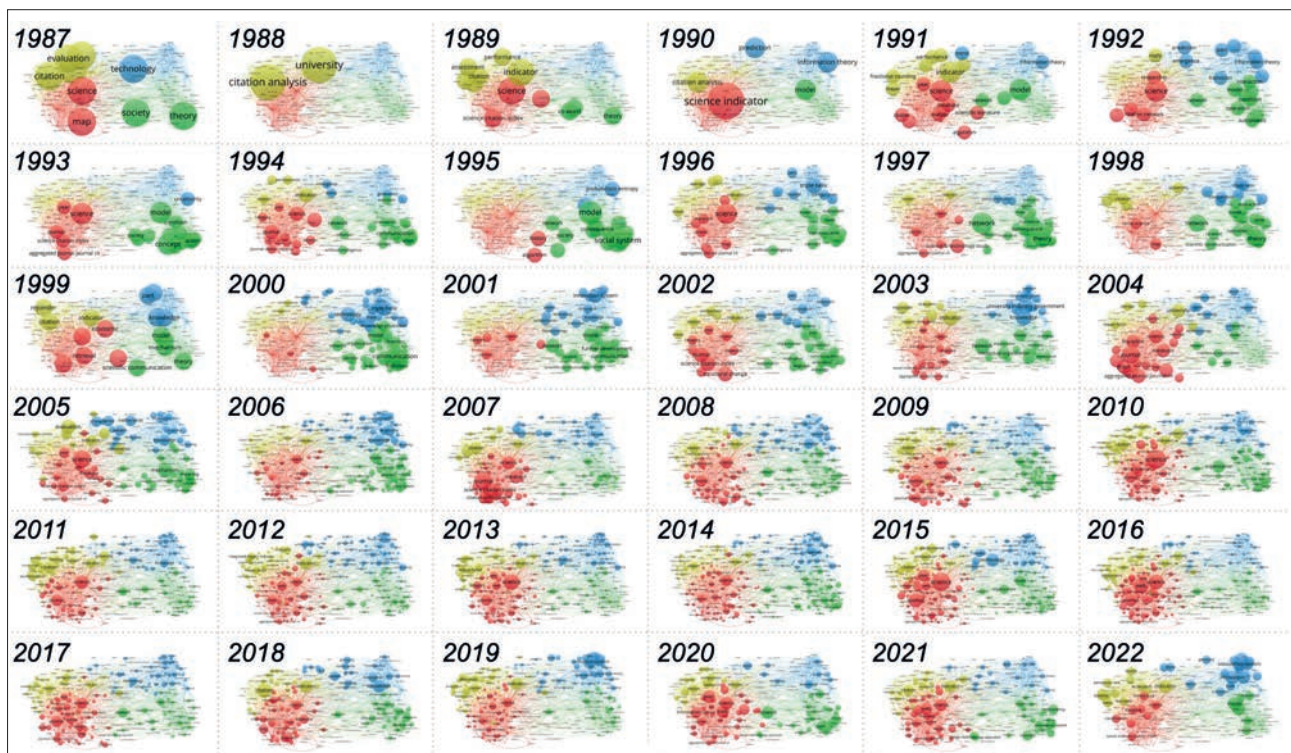


Figura 3. Mapa superpuesto de la evolución anual de los temas de investigación de Loet Leydesdorff entre 1987 y 2022.

Visualizaciones disponibles en: <https://tinyurl.com/24lnrkml>

Mapa superpuesto por tamaño (*item size*).

Durante principios de la década de 2000, las áreas de bibliometría, comunicación científica y sistemas de innovación se mantienen consistentes. Sin embargo, hay un notable aumento en los términos dentro del clúster de mapas de la ciencia entre 2003 y 2004 (por ejemplo, visualización, análisis de redes sociales, disciplina, internet, agrupación, clasificación, gráfico y superposición). Además, en este período, los términos en posiciones centrales experimentan un crecimiento, sirviendo como un enlace entre las áreas de la izquierda y la derecha (por ejemplo, red, tecnología y universidad).

A lo largo de los últimos años de la década de 2000, los temas dentro de mapas de la ciencia siguen aumentando (por ejemplo, web, revista, relación, frontera de investigación, red de citas, datos de citas, mapa, *Journal Citation Reports* y *Scopus*). La bibliometría también muestra una tendencia al alza (universidad, indicador, citas, evaluación, normalización, clasificación y conteo fraccional), mientras que las demás áreas permanecen estables.

Entre 2011 y 2015, la actividad se mantiene consistente en las cuatro áreas principales. Sin embargo, los temas dentro del campo de comunicación científica muestran una actividad reducida, mientras que los términos dentro de la bibliometría (por ejemplo, correlación, factor de impacto e indicador de impacto integrado), y mapas de la ciencia (por ejemplo, animación, *VOSviewer*, área temática, superposición e interdisciplinariedad) experimentan un aumento de actividad. Esta tendencia persiste entre 2016 y 2020, con un resurgimiento de actividad en el área de comunicación científica (por ejemplo, producción de conocimiento, organización, subsistema, coevolución), y una mayor actividad en ciertos temas de sistemas de innovación (por ejemplo, colaboración, colaboración internacional, patente, empresa y sistema nacional).

En el período de 2021 a 2022, las cuatro áreas de investigación mantienen su actividad, con un nivel homogéneo de actividad. Es evidente que la diversificación en la productividad de Loet se mantiene estable cuando su colaboración con otros autores es alta. El indicador promedio de colaboración muestra los valores más altos a partir de 2016, cuando su producción científica experimenta un declive.

3.2. Coautores

La figura 4 muestra las relaciones sociales de Loet, cómo se relaciona con los demás y cómo estos coautores pueden agruparse mediante clústeres que identifican líneas de investigación.

Loet publica con 76 coautores (figura 4). El clúster rojo comprende 45 coautores, destacando Lutz Bornmann como el colaborador más prolífico (figura 4a). Los investigadores que participan en este clúster comparten un tema común de investigación, la cienciometría. El mismo patrón se observa en los dos clústeres de mapas de la ciencia, coloreados en azul y morado, con 9 y 6 autores respectivamente. En particular, el clúster morado se enfoca en la aplicación de mapas de la ciencia con el conjunto de datos de *Scopus*, así como en atributos técnicos y teóricos del análisis de redes. Aquí, Ismael Ràfols y Wouter de Nooy emergen como principales contribuyentes, respectivamente. De manera similar, el clúster verde está dominado por Caroline Wagner. Las áreas principales dentro de este clúster de coautores giran en torno a la política científica y la colaboración internacional. Por último, el clúster amarillo muestra un número reducido de colaboradores, solo 6, que desarrollaron investigaciones en el área de los sistemas de innovación.

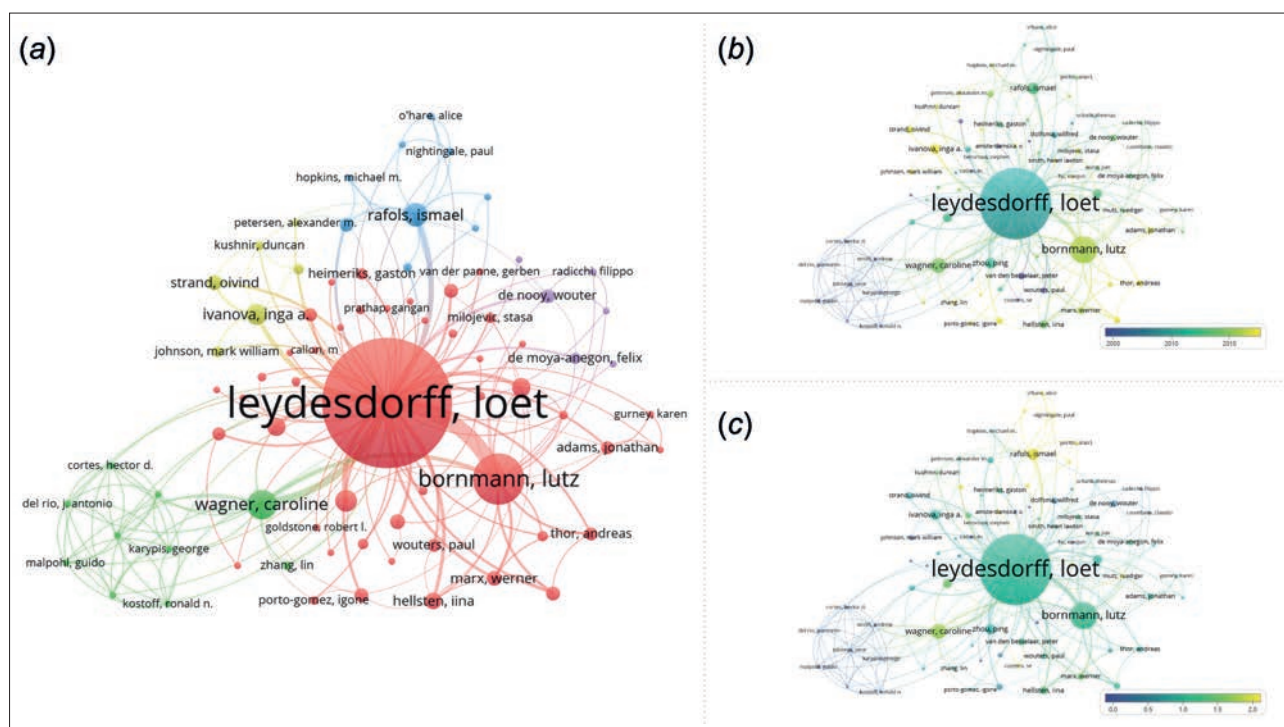


Figura 4. Coautores focales de Loet Leydesdorff: (a) mapa base de la red de coautores; (b) año medio de publicación; (c) media de citas normalizadas. Visualizaciones disponibles en: <https://tinyurl.com/29kc3yp4>
Mapa superpuesto por colores (*item colors*).

Cuando se considera el año promedio de publicación, Lutz Bornmann también es una figura destacada (figura 4b). Además de ser el colaborador más productivo, sus publicaciones también se concentran principalmente en los últimos años. Publicaron su primer artículo juntos en 2007 (Bornmann *et al.*, 2007). Juntos han publicado más de 75 trabajos en diferentes áreas de cuantimetría, como indicadores normalizados por campo o análisis de redes. Inga Ivanova es otra de las colaboradoras más activas desde 2014 (Leydesdorff; Ivanova, 2014) con 15 publicaciones en sistemas de innovación, cuya producción de publicaciones continuó hasta 2021. Como se puede observar claramente, Caroline Wagner también es otra de las principales coautoras (28 publicaciones), presentando una distribución de publicaciones muy estable a lo largo de los años (2003-2022).

Sin embargo, cabe destacar el impacto académico de las publicaciones realizadas en conjunto con Ismael Ràfols (2,23) en el clúster azul, que han generado el mayor impacto (que oscila entre 0,84 y 3,32), como se muestra en la figura 4c. Lo mismo ocurre en el clúster amarillo con Henry Etzkowitz, coautor junto a Loet de algunos artículos, que han logrado el máximo impacto promedio (2,56).

3.3. Identidad de citas de Loet

La identidad de citas muestra a aquellos de quienes Loet consume y utiliza información científica, quienes son sus referentes científicos, a quienes rinde homenaje con sus citas y cómo se relacionan entre sí.

La red de citas de Loet Leydesdorff gira principalmente en torno a tres áreas principales, con dos comunidades adicionales más pequeñas que se enfocan en temas más específicos (figura 5). El área principal abarca los estudios tradicionales de bibliometría y análisis de citas, representados por el clúster rojo. Aquí, se pueden encontrar a destacados autores en el campo como Ben R. Martin, Wolfgang Glänzel y Ronald Rousseau. Estrechamente asociado a esto está el clúster verde, que comprende los estudios más recientes en cuantimetría. Autores destacados en esta área incluyen a Lutz Bornmann, Ludo Waltman y Mike Thelwall. La tercera área significativa involucra estudios de redes, representados por el clúster azul, donde autores como Ismael Ràfols, Alan Porter y Kevin Boyack tienen un papel destacado. Es sobre el trabajo de estos autores que se fundamenta la investigación de Loet.

Sin embargo, no podemos pasar por alto el resto de los clusters, aunque sus tamaños sean considerablemente más pequeños. Por un lado, el conocimiento científico derivado del clúster morado lo ha guiado en el avance de la investigación en colaboración internacional, política pública, identificación de tendencias y delimitación de dominios de investigación. Entre estos autores, destacan Caroline Wagner, Andrés Schubert y Ronald Kostoff. Por otro lado, los autores en el clúster amarillo han sido las fuentes de conocimiento en las que Loet se ha basado para el desarrollo de investigaciones en análisis de redes sociales y modelos computacionales. Autores destacados en estos temas son Vladimir Batagelj y Stephen Borgatti.

3.4. Generadores de imagen de citas de Loet

Esta red muestra justo lo contrario a la anterior. Revela quiénes consumen y utilizan la información científica producida por Loet, cómo se relacionan y se agrupan en colegios invisibles.

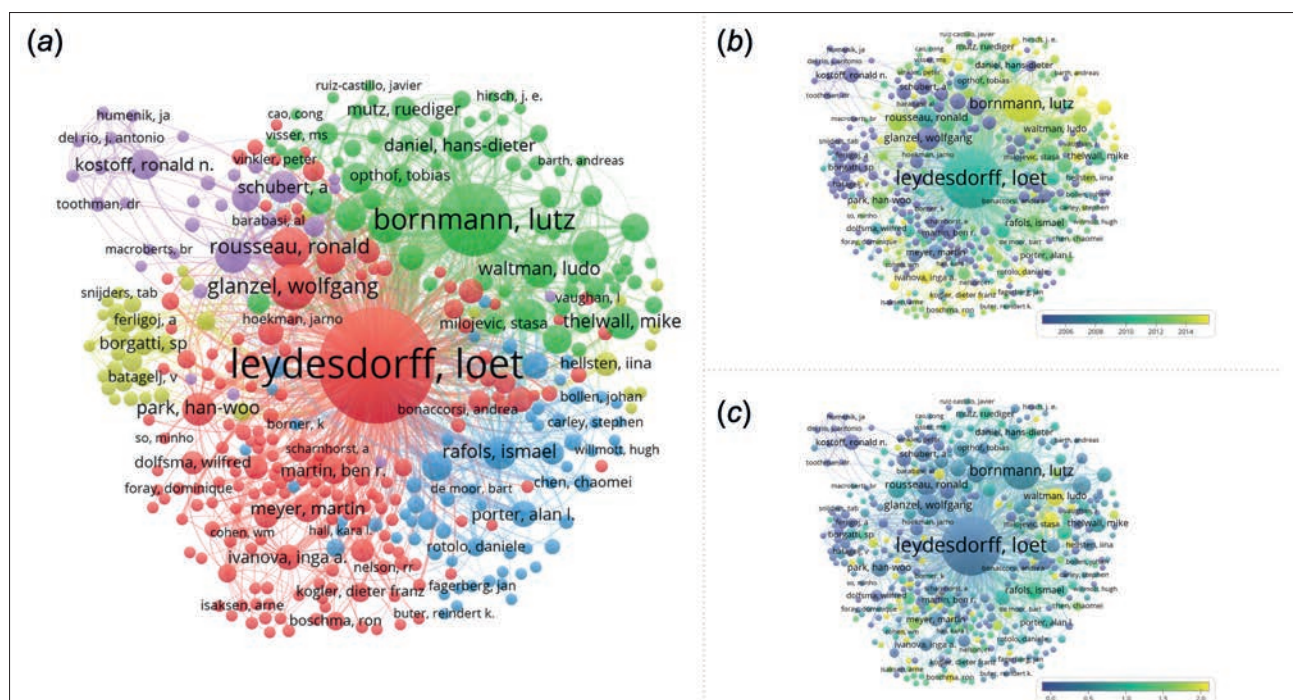


Figura 5. Identidad de citas de Loet Leydesdorff: (a) mapa base de la red de citas; (b) año medio de publicación; (c) media de citas normalizadas. Visualizaciones disponibles en: <https://tinyurl.com/26uvs7kg>
Mapa superpuesto por colores (*item colors*).

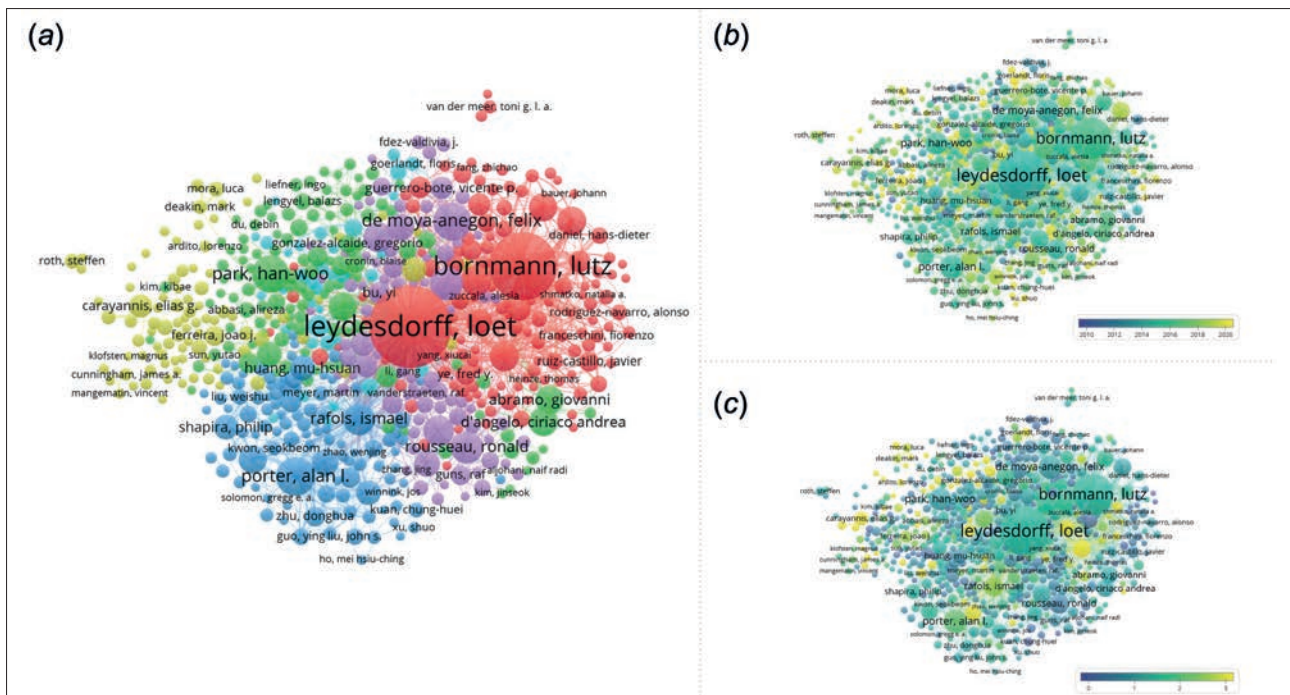


Figura 6. Generadores de imágenes de citas de Loet Leydesdorff: (a) mapa base de la red de citas; (b) año medio de publicación; (c) media de citas normalizadas.

Visualizaciones disponibles en: <https://tinyurl.com/28lzkco3>

Mapa superpuesto por colores (*item colors*).

En este caso, la red de coautores generada a partir de las referencias de las publicaciones que citan a Loet Leydesdorff (figura 6) refleja similitudes con respecto a lo visto anteriormente. Los autores de bibliometría y análisis de datos ocupan un espacio relevante (clúster rojo), en el que Loet Leydesdorff y Lutz Bornmann tienen una presencia predominante. También es notable su impacto en investigadores líderes en el campo de estudios de ciencia y tecnología, en particular en la comunicación académica, incluyendo a Félix De-Moya-Anegón, Cassidy Sugimoto y Vincent Larivière (clúster morado, parte superior), ocupando posiciones centrales. Dentro del mismo clúster más centrado en la representación del conocimiento científico (parte inferior), se muestran autores destacados como Ronald Rousseau, Wolfgang Glänzel, Ying Ding, Richard Klavans y Kevin Boyack. Es evidente la influencia que Loet tiene en el campo de la evaluación de políticas tecnológicas e identificación de tecnologías emergentes (clúster azul), con destacados autores como Alan Porter, Ismael Ràfols, Jan Youtie y Philip Shapira, entre otros. De igual manera, sus esfuerzos científicos han tenido un profundo impacto en el desarrollo de indicadores para analizar sistemas de innovación basados en el conocimiento y la colaboración científica, como lo demuestran las citas de Caroline Wagner, Han Woo Park y Giovanni Abramo.

Por último, hay dos clústeres con autores de otros dominios de conocimiento. El clúster amarillo representa la influencia en autores cuyas carreras de investigación se centran en la economía dentro de la ciencia empresarial, con un enfoque específico en el emprendimiento e innovación. El clúster más pequeño, de color azul claro, comprende a investigadores en ciencias de la computación que estudian métodos y técnicas para analizar y tomar decisiones basadas en información y conocimiento.

En términos de citas normalizadas promedio, los investigadores del clúster rojo, junto con los del clúster amarillo y azul claro, exhiben los valores más altos (figura 6c). En contraste, el año promedio de publicación de las publicaciones que citaron la producción de Loet, muestra homogeneidad entre los diferentes clústeres que componen la red (figura 6b). La sociología ha sido el eje fundamental de la investigación de Loet, actuando como un puente de conexión entre su investigación sobre sistemas de innovación y modelos, y las áreas de cienciometría y análisis de redes sociales. Esto demuestra la heterogeneidad y trascendencia del alcance de la red, ya que Loet recibe citas de diversos dominios de conocimiento. Además, esto enfatiza cómo su investigación abarca múltiples áreas de conocimiento, y cómo sus perspectivas interdisciplinarias ejercen una influencia significativa dentro de la comunidad científica.

4. Limitaciones

Distinguimos tres períodos diferentes basados en la identificación de los principales temas de investigación y el número de coautores a nivel internacional como punto de partida para analizar la obra de Loet. Sin embargo, ninguno de los criterios seleccionados nos permite determinar estos períodos con exactitud. De hecho, intentamos utilizar la evolución de los temas sobre los cuales

Es notable el impacto de Leydesdorff en investigadores líderes en el campo de estudios de ciencia y tecnología, en particular en la comunicación académica, incluyendo a Félix De-Moya-Anegón, Cassidy Sugimoto y Vincent Larivière

Loet ha publicado a lo largo de su carrera. Sin embargo, no se pueden discernir períodos distintos en su producción basándonos en este análisis (figura 7). Otras aproximaciones podrían aplicarse en futuras investigaciones para explorar la posibilidad de establecer estos períodos de manera más robusta (Glänzel; Abdulhayoğlu, 2018).

Desde un punto de vista bibliométrico, los CAMEOs nos permiten ver cómo un autor focal, en este caso Loet, actúa y se desenvuelve en diferentes escenarios. Es cierto que estos CAMEOs se basan en información extraída de *Web of Science*. Aunque el número de publicaciones no difiere significativamente de las obtenidas en *Scopus* (tres documentos más), es posible enriquecer algunos CAMEOs utilizando otras fuentes como *Dimensions*, *OpenAlex* o *Google Scholar*. Sin embargo, dependiendo de la fuente de datos utilizada, los CAMEOs basados en citas serían muy diferentes, reducidos o incluso inexistentes. Por otro lado, justificamos la ausencia del CAMEO de imagen de citas porque se basa en el mapa de cocitas basado en Loet Leydesdorff como focal, y la información proporcionada coincide en gran medida con los mapas de coautoría y citas.

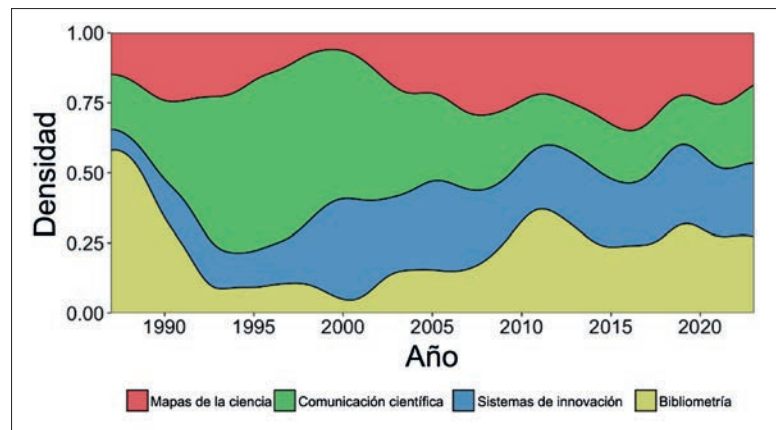


Figura 7. Evolución anual de los temas publicados por Loet Leydesdorff por ámbito.

5. Conclusiones

Esto es un tributo a Loet Leydesdorff. Utilizando mapas de superposición, una técnica de visualización desarrollada por él, y CAMEOs, mostramos cómo él actúa e interactúa en diferentes escenarios con la ciencia, y con sus diferentes actores.

Loet siempre ha sido un personaje. Su carrera investigadora se ha caracterizado por un alto número de trabajos en solitario, colaboración internacional y diversidad temática. Solo al principio se observa un mayor enfoque en la comunicación científica y los sistemas de innovación, pero con el tiempo, a medida que aumenta su productividad y colaboración científica, sus temas de investigación se diversifican, abarcando cuatro temas principales: comunicación científica, sistemas de innovación, bibliometría y mapeo científico.

Desde el punto de vista de la colaboración científica, Loet es muy amigo de sus amigos. A pesar de su gran productividad científica, se ha destacado por trabajar en solitario y mantener un pequeño núcleo de colaboradores a lo largo de su vida investigadora. Destacan Lutz Bornmann, Caroline Wagner e Ismael Ràfols, este último con quien desarrolló los mapas superpuestos. El CAMEO de identidad de citas revela los autores en quienes Loet se inspira para su investigación. En nuestro campo, son especialmente notables Ben R. Martin, Wolfgang Glänzel y Ronald Rousseau, preocupados por el análisis de citas; Lutz Bornmann, Ludo Waltman y Mike Thelwall, con los estudios más recientes en cienciometría; e Ismael Ràfols, Alan Porter y Kevin Boyack, con los mapas de la ciencia. El CAMEO de creadores de imágenes de citas muestra a los autores que consumen la bibliografía científica de Loet para generar nuevos conocimientos. Curiosamente, aunque este CAMEO sería el antagonista del anterior, sus resultados son muy similares. En otras palabras, los autores que se inspiran en Loet y lo utilizan como referencia en su investigación, son los mismos que él usa para hacer lo mismo. Podemos decir que hay un proceso de retroalimentación muy fuerte entre sus coautores, aquellos a quienes cita, y aquellos que lo citan, destacando nuevamente a Lutz Bornmann, Caroline Wagner, Alan Porter e Ismael Ràfols.

“ A medida que aumenta su productividad y colaboración científica, los temas de investigación se diversifican, siendo los principales: comunicación científica, sistemas de innovación, bibliometría y mapeo científico ”

En los próximos años, cuando asistamos a un congreso o una reunión bibliométrica, extrañaremos que al final de cualquier comunicación, el presidente diga: ¿preguntas, comentarios... Loet?

Sit tibi terra levis, Loet.

6. Nota

1. Se ha omitido el único artículo de 2023, que es una carta redactada por el *Distinguished Reviewers Board* de *Scientometrics*, ya que distorsiona la imagen de la producción de ese año (Abramo et al., 2023).

7. Referencias

Abramo, Giovanni; Aguillo, Isidro F.; Aksnes, Dag W.; Boyack, Kevin; Burrell, Quentin L.; Campanario, Juan-Miguel; Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Costas, Rodrigo; D'Angelo, Ciriaco-Andrea; Harzing, Anne-Wil; Jamali, Hamid R.; Larivière, Vincent; Leydesdorff, Loet; Luwel, Marc; Martin, Ben; Mayr, Philipp; McCain, Katherine W.; Peters, Isabella; Ràfols, Ismael;... Waltman, Ludo (2023). “Retraction of Predatory publishing in Scopus: Evidence on cross-country differences lacks justification”. *Scientometrics*, v. 128, n. 2, pp. 1459-1461. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04565-6>

- Amsterdamska, Olga; Leydesdorff, Loet** (1989). "Citations: Indicators of significance?". *Scientometrics*, v. 15, pp. 449–471. <https://doi.org/10.1007/BF02017065>
- Bornmann, Lutz; Leydesdorff, Loet; Marx, Werner** (2007). "Citation environment of *Angewandte Chemie*". *Chimia*, v. 61, n. 3, pp. 104–109.
- Etzkowitz, Henry; Leydesdorff, Loet** (1995). "The Triple Helix - University-Industry-Government relations: A laboratory for knowledge based economic development". *EASST review*, v. 14, n. 1, pp. 14–19.
- Glänzel, Wolfgang; Abdulhayoğlu, Mehmet-Ali** (2018). "Garfield number: On some characteristics of Eugene Garfield's first and second order co-authorship networks". *Scientometrics*, v. 114, n. 2, pp. 533-544. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2623-4>
- Leydesdorff, Loet** (1987). "Various methods for the mapping of science". *Scientometrics*, v. 11, n. 5-6, pp. 295–324. <https://doi.org/10.1007/bf02279351>
- Leydesdorff, Loet** (1994a). "The evolution of communication". *International journal systems research and information science*, v. 6, pp. 219–230.
- Leydesdorff, Loet** (1994b). "Uncertainty and the communication of time". *Systems research*, v. 11, n. 4, pp. 31–51.
- Leydesdorff, Loet** (1990). "The prediction of science indicators using information theory". *Scientometrics*, v. 19, n. 3-4, pp. 297–324. <https://doi.org/10.1007/bf02095353>
- Leydesdorff, Loet** (2000). "Luhmann, Habermas and the theory of communication". *Systems research and behavioral science: The official journal of the International Federation for Systems Research*, v. 17, n. 3, pp. 273–288. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1743\(200005/06\)17:3<273::AID-SRES329>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1743(200005/06)17:3<273::AID-SRES329>3.0.CO;2-R)
- Leydesdorff, Loet** (2001). *A sociological theory of communication: The self-organization of the knowledge-based society*. Universal Publishers.
- Leydesdorff, Loet** (2003). "The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics". *Scientometrics*, v. 58, n. 2, pp. 445–467. <https://doi.org/10.1023/a:1026253130577>
- Leydesdorff, Loet** (2007a). "Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 58, n. 4, pp. 1303–1319. <https://doi.org/10.1002/asi.20614>
- Leydesdorff, Loet** (2007b). "Scientific communication and cognitive codification: Social systems theory and the sociology of scientific knowledge". *European journal of social theory*, v. 10, n. 3, pp. 375–388. <https://doi.org/10.1177/136843100708070>
- Leydesdorff, Loet** (2010). "The communication of meaning and the structuration of expectations: Giddens' 'structuration theory' and Luhmann's 'self-organization'". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 10, pp. 2138–2150. <https://doi.org/10.1002/asi.21381>
- Leydesdorff, Loet** (2013). "Sociological and communication-theoretical perspectives on the commercialization of the sciences". *Science & education*, n. 22, pp. 2511-2527. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9458-4>
- Leydesdorff, Loet** (2016). "Information, meaning, and intellectual organization in networks of inter-human communication". In: Sugimoto, Cassidy (ed.). *Theories of informetrics and scholarly communication*. De Gruyter, pp. 280–303. <https://doi.org/10.1515/9783110308464>
- Leydesdorff, Loet** (2020). "The differentia specifica of interhuman communications: Luhmann and the sociological reflection of information theory". In: M. Burgin; G. Dodig-Crnkovic (eds.), *Theoretical information studies: Information in the world*, pp. 457-469. World Scientific.
- Leydesdorff, Loet** (2021). *The evolutionary dynamics of discursive knowledge. Qualitative and quantitative analysis of scientific and scholarly communication*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59951-5_3
- 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, pp. 1442–1458. <https://doi.org/10.1002/asi.22666>

- Leydesdorff, Loet; Carley, Stephen; Ràfols, Ismael** (2013). "Global maps of science based on the new Web-of-Science categories". *Scientometrics*, v. 94, n. 2, pp. 589–593.
<https://doi.org/10.1007/s11192-012-0784-8>
- 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, pp. 348–362.
<https://doi.org/10.1002/asi>
- Leydesdorff, Loet; Ràfols, Ismael** (2012). "Interactive overlays: A new method for generating global journal maps from Web-of-Science data". *Journal of informetrics*, v. 6, n. 2, pp. 318–332.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.11.003>
- Leydesdorff, Loet; Ràfols, Ismael; Chen, Chaomei** (2013). "Interactive overlays of journals and the measurement of interdisciplinarity on the basis of aggregated journal-journal citations". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 64, n. 12, pp. 2573–2586.
<https://doi.org/10.1002/asi.22946>
- Leydesdorff, Loet; Ivanova, Inga A.** (2014). "Mutual redundancies in interhuman communication systems: Steps toward a calculus of processing meaning". *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 65, n. 2, pp. 386–399.
<https://doi.org/10.1002/asi.22973>
- Li, Lin Z.; Leydesdorff, Loet; Nioka, Shoko; Sun, Nannan; Garfield, Eugene** (2014). "Citation analysis of the scientific publications of Britton chance in ISI citation indexes". *Journal of innovative optical health sciences*, v. 07, n. 02, 1430003.
<https://doi.org/10.1142/S1793545814300031>
- Muñoz-Écija, Teresa; Vargas-Quesada, Benjamín; Chinchilla Rodríguez, Zaida** (2022). "Unveiling cognitive structure and comparative advantages of countries in knowledge domains". *Journal of information science*, Online first.
<https://doi.org/10.1177/01655515221084607>
- Muñoz-Écija, Teresa; Vargas-Quesada, Benjamín; Chinchilla Rodríguez, Zaida** (2019). "Coping with methods for delineating emerging fields: Nanoscience and nanotechnology as a case study". *Journal of informetrics*, v. 13, n. 4.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.100976>
- 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, pp. 1871–1887.
<https://doi.org/10.1002/asi.21368>
- Rotolo, Daniele; Ràfols, Ismael; Hopkins, Michael M.; Leydesdorff, Loet** (2017). "Strategic intelligence on emerging technologies: scientometric overlay mapping". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 68, n. 1, pp. 214–233.
<https://doi.org/10.1002/asi.23631>
- Van-Eck, Nees-Jan; Waltman, Ludo** (2010). "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping". *Scientometrics*, v. 84, n. 2, pp. 523–538.
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vargas-Quesada, Benjamín; Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Rodríguez, Noel** (2017). "Identification and visualization of the intellectual structure in graphene research". *Frontiers in research metrics and analytics*, v. 2 (October).
<https://doi.org/10.3389/frma.2017.00007>
- Vargas-Quesada, Benjamín; Zarco, C.; Cerdón, O.** (2021). "Mapping the situation of educational technologies in the Spanish university system using social network analysis and visualization". *International journal of interactive multimedia and artificial intelligence*, v. 8, n. 2.
<https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.09.004>
- Wagner, Caroline S.; Leydesdorff, Loet** (2005). "Mapping the network of global science: comparing international co-authorships from 1990 to 2000". *International journal of technology and globalisation*, v. 1, n. 2, pp. 185–208.
<https://doi.org/10.1504/IJTG.2005.007050>
- White, Howard D.** (2001). "Author-centered bibliometrics through CAMEOs: Characterizations automatically made and edited online". *Scientometrics*, v. 51, n. 3, pp. 607–637.
<https://doi.org/10.1023/A:1019607522125>
- Zhou, Ping; Leydesdorff, Loet** (2006). "The emergence of China as a leading nation in science". *Research policy*, v. 35, n. 1, pp. 83–104.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733305001794>