



## Chapter 5 / Capítulo 5

*Applied bibliometrics. From data to publication (Spanish Edition)*

ISBN: 978-9915-9680-6-3

DOI: 10.62486/978-9915-9680-6-3.ch05

©2025 The authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 License.

## BIBLIOMETRIC INDICES / ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS

### 5.1. Clasificación

Los índices bibliométricos constituyen el núcleo del análisis cuantitativo en estudios de ciencia, tecnología e innovación, proporcionando medidas estandarizadas para evaluar el impacto, la productividad y la influencia de la producción científica. Su correcta clasificación e interpretación resulta fundamental para extraer conclusiones válidas y evitar los frecuentes errores derivados de aplicaciones mecánicas sin contextualización adecuada. Este capítulo presenta un marco integral para comprender la taxonomía, cálculo e interpretación de los principales indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación científica contemporánea.

**Los Indicadores de Producción Científica** cuantifican el volumen de resultados investigativos generados, ofreciendo una base inicial para evaluar la actividad científica. La métrica más elemental es el número total de publicaciones. Un recuento bajo puede ser síntoma de una productividad limitada o de una estrategia deliberada de publicar exclusivamente en revistas de alto impacto, lo que conlleva procesos de revisión más extensos. Por el contrario, un volumen elevado sugiere una alta productividad, pero también puede alertar sobre una posible fragmentación de resultados, donde los hallazgos de un solo estudio se dividen en múltiples artículos. El estándar de lo que se considera “alto” o “bajo” varía enormemente según la disciplina y la etapa de la carrera.

Para refinar la medición, el índice de productividad individual ajusta la contribución de un investigador considerando factores como su posición en la lista de autores y el tipo de contribución realizada. Un valor bajo en este índice indica una participación mayoritaria como coautor en posiciones secundarias, sugiriendo un rol de apoyo en los proyectos. Un valor alto, por el contrario, denota una autoría principal frecuente (como primer o último autor), reflejando un liderazgo intelectual sostenido. Aunque no existe un umbral universal, en muchas disciplinas un valor superior a 0,7 en escalas normalizadas se considera una contribución sustancial y liderazgo.<sup>(1)</sup>

El índice de colaboración calcula el grado de trabajo en equipo mediante el promedio de coautores por publicación. Un valor bajo, cercano a 1, es característico de campos tradicionalmente solitarios como la filosofía o las humanidades. Un valor alto, que puede superar la decena en áreas como la física de partículas o la genómica, refleja una investigación eminentemente colaborativa. La interpretación de este indicador debe considerar las normas disciplinares, ya que la autoría múltiple responde a tradiciones científicas y necesidades metodológicas profundamente diferentes entre campos de conocimiento.<sup>(2)</sup>

**Los Indicadores de Impacto Basados en Citas** evalúan la influencia e importancia relativa de las publicaciones científicas, midiendo cómo son recibidas y utilizadas por la comunidad académica a través de las referencias que reciben. El número total de citas proporciona una medida cruda del impacto acumulado. Sin embargo, su interpretación requiere una normalización temporal y disciplinar. Un valor bajo puede indicar una investigación poco influyente o altamente especializada, mientras que un valor alto sugiere contribuciones fundamentales que han resonado en el campo. No existe un estándar universal, pues un número de citas considerado bajo en inmunología podría ser excepcionalmente alto en filosofía.

El índice-h es un indicador bibliométrico que busca equilibrar la productividad de un investigador con el impacto de su trabajo. Su cálculo se realiza ordenando las publicaciones de un autor de mayor a menor número de citas recibidas. El índice-h corresponde al punto en el

que el número de orden de un artículo (h) coincide con el número de citas que ha recibido ese mismo artículo. Por ejemplo, un índice-h de 10 significa que el autor tiene 10 artículos que han sido citados al menos 10 veces cada uno.

Un valor bajo puede ser indicativo de una carrera científica incipiente o de la especialización en un área de estudio con una tasa de citación generalmente reducida. Por el contrario, un índice-h elevado suele reflejar una trayectoria consolidada y la producción constante de trabajos que han influido significativamente en su campo.

Para realizar una comparación más justa entre investigadores de distintas áreas, se utiliza el índice-h corregido por disciplina. Su cálculo se realiza en varios pasos. Primero, se identifica la disciplina principal del investigador. Luego, se obtiene el índice-h promedio de todos los investigadores en esa misma disciplina, utilizando una base de datos bibliográfica normalizada. Finalmente, se divide el índice-h individual del investigador entre este promedio de referencia. El resultado es un valor que indica si su impacto está por encima o por debajo de la media de su campo especializado.

Como referencia, Hirsch propuso que, para científicos en activo, un índice-h aproximadamente igual a los años de carrera (m) es característico de un investigador “exitoso”. Un valor alrededor de 2m correspondería a “investigadores sobresalientes”, mientras que un  $h \approx 3m$  se asociaría a “científicos verdaderamente únicos”, siempre considerando las particularidades de cada disciplina.<sup>(3)</sup>

Para complementarlo, el índice g otorga mayor peso a las publicaciones excepcionalmente citadas, siendo más sensible a la presencia de trabajos seminales dentro de la producción de un autor. Un valor del índice g que es significativamente más alto que el índice h sugiere que el investigador cuenta con uno o varios artículos altamente citados que han tenido un impacto extraordinario. Finalmente, el índice m ajusta el índice h por los años de carrera investigadora, proporcionando una medida de productividad impactante anualizada. Un valor de m superior a 1 se considera muy bueno, ya que indica que el investigador genera, en promedio, más de un artículo “h” por año.<sup>(3)</sup>

El índice m ajusta el índice h por años de carrera investigadora, donde valores bajos sugieren impacto decreciente y valores altos indican productividad sostenida.

**Los Indicadores de Colaboración Científica** analizan las redes y patrones de cooperación entre investigadores, instituciones y países, revelando las dinámicas sociales detrás de la producción de conocimiento. El índice de cooperación calcula el porcentaje de publicaciones con múltiples autores. Valores bajos pueden indicar un trabajo individualista o ser característicos de campos tradicionalmente solitarios. Por el contrario, valores altos, a menudo por encima del 80 % en ciencias experimentales, reflejan una investigación eminentemente colaborativa, propia de la ciencia moderna donde la autoría colectiva es la norma para abordar problemas complejos.

El índice de colaboración internacional mide la proporción de trabajos con coautores extranjeros. Un valor bajo es a menudo indicativo de un cierto aislamiento científico o de un enfoque de investigación con relevancia principalmente local. Un valor alto, en cambio, demuestra una activa integración en redes globales de conocimiento y suele correlacionarse con un mayor impacto. En evaluaciones institucionales, se suele aspirar a que este índice supere el 30-40 %, considerándose un valor alto por encima del 50 %. Asimismo, el índice de colaboración institucional evalúa la diversidad de afiliaciones en las publicaciones, revelando la capacidad de

establecer alianzas estratégicas más allá de la propia institución.

**Los Indicadores de Calidad de Fuentes** se concentran en evaluar el prestigio y la influencia de los canales de difusión científica, como las revistas académicas, asumiendo que la calidad del vehículo de publicación refleja, hasta cierto punto, la calidad de los artículos que contiene. El Factor de Impacto (FI), calculado anualmente en el *Journal Citation Reports*, mide la frecuencia promedio con que los artículos de una revista son citados en un período específico. Valores bajos pueden corresponder a revistas muy especializadas o de alcance regional. Valores altos, en cambio, reflejan típicamente a las revistas líderes en sus campos.

Para superar las limitaciones del FI, se han desarrollado métricas alternativas. El *SCImago Journal Rank* (SJR) incorpora el prestigio de las revistas citantes, siendo más sensible a la calidad de las citas recibidas. El *CiteScore* emplea una ventana de citación más amplia. Por su parte, el *Source Normalized Impact per Paper* (SNIP) corrige las diferencias en prácticas de citación entre disciplinas, donde valores inferiores a 1 indican un impacto por debajo del promedio de su campo y valores superiores a 1 señalan un impacto por encima de la media. Estos indicadores deben utilizarse críticamente, evitando extrapolaciones inadecuadas a nivel de artículo o investigador individual.<sup>(4)</sup>

**Los Indicadores de Influencia y Liderazgo** evalúan el papel específico y la contribución real de un investigador dentro de las redes científicas, yendo más allá de las métricas de volumen o impacto crudo. El índice h individual excluye las autocitas para medir estrictamente el impacto externo y el reconocimiento por parte de pares ajenos al círculo inmediato del investigador. Un valor bajo en este índice puede indicar una alta dependencia de las autocitas para mantener un perfil de citas, o un impacto limitado. Un valor alto, por el contrario, refleja un reconocimiento externo sólido.

El índice de liderazgo calcula la proporción de publicaciones donde el investigador aparece como autor de correspondencia o primer autor, roles que típicamente denotan una contribución intelectual principal. Valores bajos sugieren roles secundarios o de apoyo en grandes colaboraciones, mientras que valores altos indican un liderazgo activo en proyectos. En etapas avanzadas de la carrera, se espera que este índice se mantenga por encima del 0,5 para reflejar independencia investigadora. Complementariamente, el índice de originalidad mide la diversidad de las fuentes citadas, donde un valor alto refleja interdisciplinariedad. Una alternativa a este, para la diversidad de fuentes citadas (interdisciplinariedad): El Índice de Rao-Stirling es una métrica establecida para medir la diversidad e interdisciplinariedad basada en las referencias citadas.<sup>(5)</sup>

**Los Indicadores Compuestos y Normalizados** integran múltiples dimensiones de la actividad científica en medidas integrales que permiten comparaciones más justas y matizadas entre investigadores, instituciones o países, teniendo en cuenta las particularidades de cada campo. El *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) es un indicador clave que compara las citas recibidas por un conjunto de publicaciones contra el promedio mundial en sus respectivos campos específicos. Un valor de 1 representa exactamente el impacto esperado para la media mundial. Valores inferiores a 1 indican un impacto por debajo del esperado, mientras que valores superiores a 1 señalan un impacto por encima del esperado.<sup>(6)</sup>

Los indicadores de excelencia identifican el porcentaje de publicaciones de un investigador que se encuentran entre el 10 % más citado a nivel mundial en sus respectivos años y campos. Este es un umbral de alto impacto. Valores bajos, por ejemplo, inferiores al 5 %, sugieren que

las contribuciones se sitúan en el rango promedio. Por el contrario, valores altos, superiores al 10 % o especialmente al 15 %, indican una producción consistentemente influyente y de élite, demostrando una capacidad recurrente para generar investigación que define el estado del arte en su área. Estos indicadores son particularmente útiles para identificar desempeños excepcionales.<sup>(7)</sup>

Nuevos Indicadores Emergentes amplían el espectro métrico tradicional hacia dimensiones complementarias, capturando aspectos como la visibilidad inmediata, la sostenibilidad del impacto y la diversidad de la huella investigadora. El índice i10, popularizado por Google Scholar, contabiliza de forma sencilla el número de publicaciones con al menos 10 citas. Proporciona una medida inmediata de trabajos moderadamente influyentes. Un valor bajo puede indicar un predominio de publicaciones muy recientes que aún no han acumulado citas, o una especialización en campos de nicho. Un valor alto sugiere varios trabajos que han logrado una penetración significativa en la literatura.

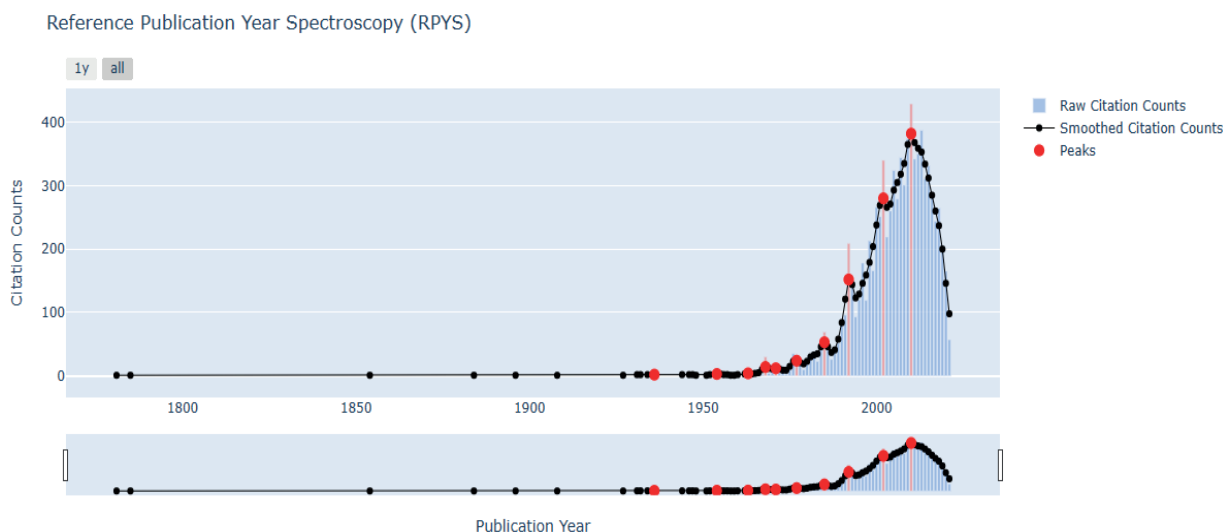
El índice de sostenibilidad de impacto evalúa la persistencia temporal de las citas recibidas, analizando la curva de decadencia de las citas a lo largo del tiempo. Valores decrecientes de forma pronunciada pueden señalar una obsolescencia temprana o que la investigación responde a tendencias pasajeras. Valores estables o de lento declive indican, en cambio, una relevancia prolongada y que las contribuciones mantienen su utilidad para la comunidad científica varios años después de su publicación, lo que es signo de un trabajo fundamental. Este índice es crucial para distinguir entre el impacto pasajero y el perdurable.

El índice de diversidad temática es otro que pertenece a este grupo de indicadores y calcula la variedad de áreas científicas en las que un investigador publica. Valores bajos reflejan una alta especialización temática, con un enfoque profundo en un campo bien definido. Valores altos indican versatilidad investigadora y una capacidad para contribuir a múltiples disciplinas, lo que puede ser una ventaja en entornos interdisciplinarios y es cada vez más valorado en la resolución de problemas complejos que requieren perspectivas integradoras. Un investigador con un perfil diversificado suele tener un índice superior a 0,5 en escalas de entropía temática.

La interpretación responsable de cualquier índice bibliométrico requiere comprender sus fundamentos metodológicos, limitaciones técnicas y contexto disciplinar específico. Ningún indicador individual captura la multidimensionalidad del impacto científico, por lo que su uso combinado y crítico resulta esencial para evaluaciones balanceadas. La transparencia en los métodos de cálculo, la selección de indicadores apropiados para cada propósito evaluativo, y la consideración de factores cualitativos complementarios constituyen principios irrenunciables en la aplicación ética de la bibliometría a la evaluación científica contemporánea. Cada índice debe entenderse como una lente particular que revela aspectos específicos del complejo fenómeno de la comunicación científica, donde su verdadero valor emerge del análisis integrado y contextualizado de múltiples perspectivas métricas.

## **5.2. Evolución Temporal de los Indicadores Bibliométricos**

La evolución temporal de los indicadores bibliométricos proporciona una perspectiva dinámica crucial para evaluar trayectorias investigadoras, trascendiendo la mera fotografía estática que ofrecen los valores puntuales. El análisis longitudinal revela patrones de desarrollo profesional, estrategias de publicación y el impacto sostenido de las contribuciones científicas. La interpretación de esta evolución varía sustancialmente según el indicador específico, requiriendo una contextualización cuidadosa dentro de la etapa de carrera del investigador y las normas de su disciplina.



**Figura 5.1.** Ejemplo de grafica de citas/publicaciones x año en una espectroscopia

En los indicadores de producción, una trayectoria ascendente en el número de publicaciones anuales sugiere una productividad en expansión, posiblemente asociada a la consolidación de un grupo de investigación o a la obtención de proyectos financiados. Por el contrario, un descenso sostenido puede indicar una transición hacia roles más administrativos, una estrategia deliberada de calidad sobre cantidad, o dificultades para mantener actividad competitiva. La evolución del índice de colaboración, cuando muestra un incremento progresivo, suele reflejar una integración creciente en redes científicas más amplias y complejas.

La trayectoria del índice  $h$  es particularmente informativa. Un crecimiento lineal o acelerado en los primeros años de carrera señala una exitosa consolidación científica. Durante la etapa de mitad de carrera, se espera un crecimiento sostenido, mientras que una estabilización en fases avanzadas puede ser natural. No obstante, un estancamiento prematuro o un descenso podrían sugerir una pérdida de relevancia científica. El índice  $m$ , al ajustar por años de actividad, permite identificar si un investigador mantiene un ritmo de producción impactante constante o si este se diluye con el tiempo.

En los indicadores de impacto, la evolución del *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) revela cómo cambia la recepción de la obra de un investigador en relación con su campo. Una tendencia alcista indica una creciente influencia y que sus trabajos recientes son recibidos con mayor interés que los anteriores. Una tendencia a la baja, especialmente si cae por debajo de 1, puede señalar que la investigación no se mantiene a la vanguardia del campo. El porcentaje de publicaciones en el top 10 % de citas debe analizarse por ventanas temporales para identificar si la excelencia se mantiene, mejora o se reduce.

La sostenibilidad del impacto se visualiza mediante la curva de citas acumuladas a lo largo del tiempo para diferentes publicaciones. Los trabajos seminales muestran una curva de crecimiento constante y pronunciada, indicando relevancia prolongada. Los trabajos de actualidad crecen rápidamente, pero pueden saturarse pronto, indicando un interés temporal. Un perfil de citas plano sugiere una influencia limitada. El análisis de la evolución de la colaboración internacional, mostrando un aumento en su proporción, apunta hacia una progresiva internacionalización del

perfil investigador, algo altamente valorado en contextos de evaluación global.

### **5.3. Combinación de Indicadores Bibliométricos con Variables Contextuales**

La potencia analítica de los indicadores bibliométricos se multiplica cuando se combinan sistemáticamente con variables contextuales. Estas integraciones trascienden la evaluación unidimensional, permitiendo diseccionar la actividad científica para responder preguntas complejas sobre equidad, movilidad, especialización y transferencia del conocimiento. Cada combinación persigue un fin analítico específico, revelando patrones estructurales y dinámicas subyacentes que de otra forma permanecerían ocultas en los promedios agregados.

La combinación del factor de impacto de la revista con la posición en la autoría y el sexo del investigador se utiliza para diagnosticar posibles sesgos de género en la comunicación científica. Esta triangulación permite investigar si existen diferencias sistemáticas en la visibilidad y el liderazgo, analizando si, por ejemplo, los autores masculinos tienden a publicar como primeros o últimos autores en revistas de mayor prestigio con más frecuencia que sus colegas femeninas. Un hallazgo recurrente en algunos campos es la sobrerrepresentación de hombres en la autoría de correspondencia, lo que señala barreras en el acceso a posiciones de liderazgo intelectual. Esta aproximación es fundamental para diseñar políticas basadas en evidencia que fomenten la equidad en la ciencia.

La relación entre el país de afiliación, el índice de colaboración internacional y el impacto normalizado (FWCI) se emplea para evaluar la posición geoestratégica de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. Un país con una alta tasa de colaboración internacional pero un FWCI moderado podría indicar una estrategia de internacionalización exitosa que, sin embargo, no se traduce aún en un liderazgo científico global, sugiriendo un papel más de participante que de impulsor. Por el contrario, una nación con un FWCI muy superior a 1 y una colaboración internacional selectiva sugiere una posición de vanguardia y autonomía científica. Esta combinación es crucial para los organismos de financiación que buscan calibrar sus políticas de cooperación internacional.

La integración de la antigüedad del investigador (años desde su primera publicación) con el índice de liderazgo y la diversidad temática permite estudiar las trayectorias profesionales y la evolución de los intereses científicos. Una antigüedad alta con un índice de liderazgo bajo puede indicar una carrera desarrollada principalmente en roles de apoyo, mientras que la misma antigüedad con una diversidad temática creciente sugiere una evolución hacia intereses interdisciplinarios. Esta combinación ayuda a las instituciones a comprender y apoyar las diferentes trayectorias y patrones de movilidad intelectual dentro de su plantilla investigadora.

La combinación del tipo de documento (artículo, revisión, patente, procedimiento de conferencia) con el índice de colaboración industrial y las citas recibidas en patentes arroja luz sobre los mecanismos de transferencia de conocimiento e innovación. Un alto porcentaje de publicaciones en procedimientos de conferencias junto con una elevada colaboración industrial sugiere una investigación orientada al desarrollo y la aplicación inmediata. En cambio, un perfil dominado por artículos de investigación básica y revisiones, incluso con alto impacto académico, puede indicar una desconexión con los sectores productivos. Esta métrica compuesta es vital para las políticas de innovación.

Cruzar los indicadores de especialización temática con la procedencia institucional (universidad, organismo público de investigación, hospital, empresa) y el índice de centralidad en redes de coautoría permite cartografiar ecosistemas de conocimiento. Una institución con un



índice de especialización alto y una centralidad baja actúa como un nodo especializado, pero potencialmente aislado. La misma institución con alta centralidad se configura como un centro de referencia obligada en ese nicho. Estas combinaciones estratégicas son indispensables para la planificación y la toma de decisiones informadas en política científica a nivel macro y meso.

## 5.4. Cálculo práctico

### 5.4.1. Con R/Bibliometrix (`biblioAnalysis()`)

El cálculo de índices bibliométricos mediante R y el paquete Bibliometrix representa una de las metodologías más robustas y completas disponibles actualmente. La función **`biblioAnalysis()`** constituye el núcleo del proceso analítico, procesando set de datos bibliográficos completos para generar un objeto que contiene más de 30 indicadores diferentes. La implementación práctica inicia con la carga del set de datos en formato marco de datos, como se vio en epígrafes anteriores, seguida de la aplicación directa de la función principal: **`results <- biblioAnalysis(dataframe)`**. Esta operación ejecuta automáticamente todos los cálculos necesarios, desde los indicadores básicos de productividad hasta métricas avanzadas de colaboración e impacto y devuelve el resultado como texto plano.

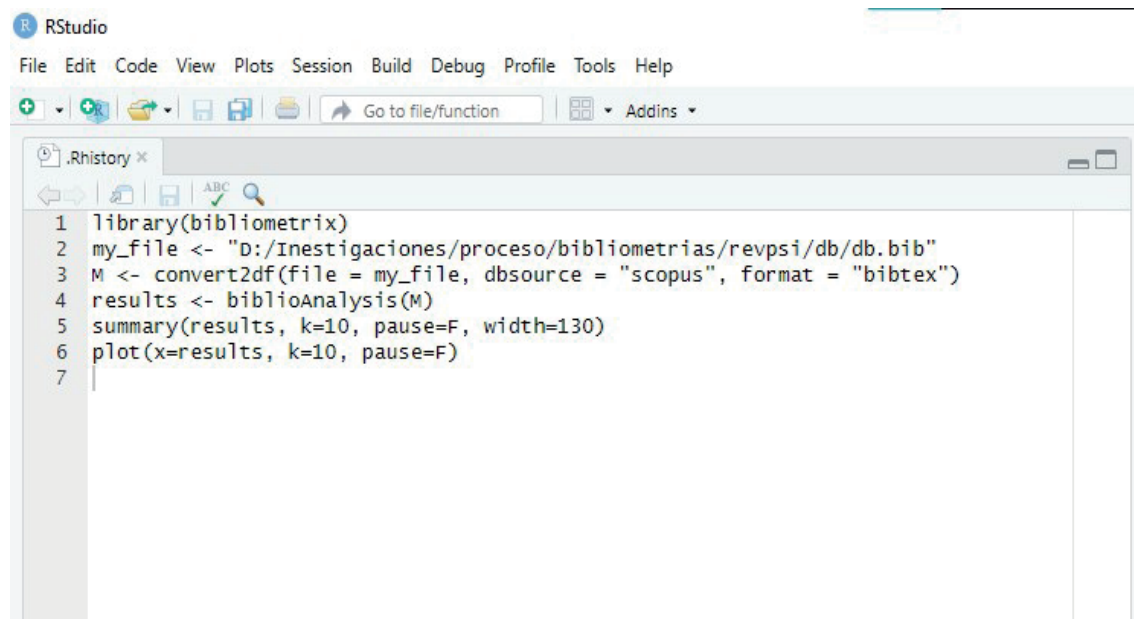


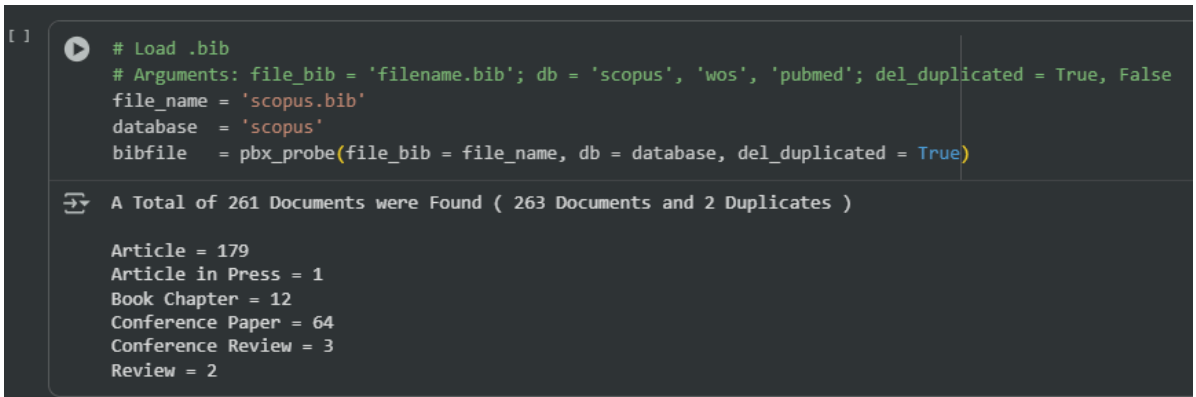
Figura 5.2. Proyecto básico en R Bibliometrix

La extracción de resultados específicos se realiza mediante funciones complementarias que acceden al objeto generado por **`biblioAnalysis()`**. Para obtener el índice *h* y variantes, se utiliza **`summary(results)$h.index`**, mientras las estadísticas de colaboración internacional se recuperan con **`summary(results)$Collaboration`**. La función **`plot(results)`** genera visualizaciones inmediatas de la distribución temporal de publicaciones y citas, las que se pueden ver en el panel de la esquina inferior derecha de R Studio.

La personalización de los cálculos en Bibliometrix permite adaptar los análisis a necesidades específicas de investigación. Mediante parámetros como **`sep = “;”`** en la función inicial, se ajustan los separadores de autores e instituciones según las características del set de datos. Para análisis comparativos entre períodos, la función **`timeslice`** divide la serie temporal en segmentos específicos, calculando indicadores evolutivos. La integración con otras librerías de R



como *igraph* enriquece las posibilidades analíticas, permitiendo calcular índices de centralidad personalizados y realizar análisis de comunidades en redes complejas de coautoría y citación.



```
[ ] # Load .bib
# Arguments: file_bib = 'filename.bib'; db = 'scopus', 'wos', 'pubmed'; del_duplicated = True, False
file_name = 'scopus.bib'
database = 'scopus'
bibfile = pbx_probe(file_bib = file_name, db = database, del_duplicated = True)

A Total of 261 Documents were Found ( 263 Documents and 2 Duplicates )

Article = 179
Article in Press = 1
Book Chapter = 12
Conference Paper = 64
Conference Review = 3
Review = 2
```

Figura 5.3. Carga del set de datos en PyBibX

El núcleo analítico de PyBibX reside en la clase **MetricsCalculator**, que implementa métodos especializados para cada categoría de indicadores. Tras cargar los datos, se instancia el calculador mediante `calculator = MetricsCalculator(parsed_data)` y se invocan métodos específicos como `calculator.h_index()` para el índice h, `calculator.g_index()` para el índice g, y `calculator.m_index()` para la versión normalizada por tiempo. Para análisis de colaboración, `calculator.collaboration_metrics()` genera indicadores de coautoría multi nivel, mientras `calculator.citation_analysis()` proporciona estadísticas detalladas sobre distribución de citas. Cada método retorna no solo el valor numérico sino también metadatos contextuales que facilitan la interpretación de resultados.

Las capacidades avanzadas de PyBibX incluyen análisis temporal mediante la función `temporal_analysis()`, que segmenta los datos por períodos definidos por el usuario y calcula la evolución de indicadores. Para identificar trabajos seminales, `burst_detection()` aplica algoritmos de detección de picos de citación. La integración con pandas permite convertir resultados en marcos de datos para análisis posteriores, mientras las utilidades de visualización nativas generan gráficos de evolución temporal y redes de colaboración. Esta combinación de capacidades métricas y de visualización posiciona a PyBibX como una herramienta particularmente versátil para investigadores que requieren análisis bibliométricos completos dentro del ecosistema Python.

En el ejemplo de código disponible en la documentación oficial de pybibx están los códigos necesarios para correr todos estos índices, por lo que como se dijo anteriormente, no será necesario ni memorizarlos ni escribirlos manualmente.

#### 5.4.2. Alternativas: Publish or Perish y Excel (fórmulas)

Para investigadores que requieren soluciones inmediatas sin programación, *Publish or Perish* constituye una alternativa. Una vez cargados los datos este mostrara en un panel derecho diferentes índices como el h, g, m, entre otros.

Aunque las hojas de cálculo en Excel inicialmente no están diseñadas para análisis bibliométrico, ofrece capacidades mediante la aplicación estratégica de fórmulas y funciones.

El cálculo del índice h puede implementarse ordenando las citas por artículo de forma descendente y aplicando la fórmula  $=MAX(FILA(A1:A100)*(A1:A100 \geq FILA(A1:A100)))$  como matriz, donde A1:A100 contiene el número de citas por publicación.

Para el índice g, la aproximación requiere  $=MAX(FILA(A1:A100)*(A1:A100^2 \geq SUMA(A1:A100)))$ , mientras el índice i10 se calcula simplemente con  $=CONTAR.SI(A1:A100;">=10")$ .

Estas implementaciones, aunque básicas, proporcionan una verificación independiente de resultados obtenidos mediante herramientas especializadas. Sin embargo, las capacidades analíticas de Excel se expanden significativamente mediante el uso combinado de funciones estadísticas y tablas dinámicas.

Para análisis de colaboración, las funciones *CONTAR.SI* y *SI* permiten calcular porcentajes de coautoría internacional e institucional mediante fórmulas como  $=CONTAR.SI(rango\_afiliaciones;"*país*")/CONTAR.A(rango\_afiliaciones)$ .

Las tablas dinámicas facilitan agregaciones por autor, institución o período temporal, mientras los gráficos integrados proveen visualizaciones inmediatas de distribuciones de citas y patrones de productividad. Para usuarios avanzados, la implementación de macros en VBA permite automatizar cálculos recurrentes y generar reportes estandarizados, transformando Excel en una herramienta bibliométrica sorprendentemente competente para proyectos de escala moderada.

## 5.5. Interpretación crítica

La interpretación de índices bibliométricos debe reconocer fundamentalmente las profundas diferencias en culturas de publicación y citación entre disciplinas académicas. En ciencias duras como física o biomedicina, los ciclos de publicación son rápidos, con alta prevalencia de autoría múltiple y tasas de citación elevadas que reflejan tanto el impacto genuino como prácticas establecidas de citación rutinaria. Un índice h de 20 en física de partículas podría considerarse moderado, mientras el mismo valor en humanidades representaría una influencia excepcional. Esta disparidad surge de diferencias estructurales: las ciencias generan más publicaciones anuales por investigador y desarrollan tradiciones de citación que priorizan la actualización constante de referencias.

Las humanidades y ciencias sociales operan bajo paradigmas radicalmente diferentes, donde los libros constituyen el formato principal de comunicación científica y los ciclos de evaluación son sustancialmente más largos. La monografía especializada, con su desarrollo argumental profundo y sostenido, raramente recibe el reconocimiento métrico proporcional a su influencia intelectual real cuando se aplican indicadores diseñados para artículos de revistas científicas.<sup>(8)</sup>

La ingeniería y tecnologías aplicadas presentan patrones híbridos donde la citación académica convive con otros indicios de impacto como patentes, desarrollos tecnológicos y transferencia al sector productivo. Un investigador en ingeniería podría tener un índice h modesto mientras genera innovaciones con significativa repercusión industrial, creando una desconexión peligrosa entre métricas académicas e impacto real. Estas disciplinas frecuentemente publican en conferencias especializadas cuyas citas no son completamente capturadas por las bases de datos bibliográficas tradicionales, subestimando sistemáticamente su impacto intelectual.

Las ciencias de la salud evidencian sesgos particulares derivados de la concentración de citas en revisiones sistemáticas y meta-análisis, que reciben desproporcionadamente más citas que

los estudios primarios. Un investigador clínico dedicado a estudios longitudinales complejos, pero con muestras limitadas podría aparecer como menos influyente que colegas que publican revisiones frecuentes, distorsionando la evaluación de contribuciones sustantivas al avance del conocimiento médico. La especialización extrema en subcampos con diferentes tamaños de comunidad académica introduce adicionales variaciones que invalidan comparaciones directas.

La evaluación interdisciplinaria representa el desafío más complejo, donde investigadores que trabajan en fronteras entre campos enfrentan doble penalización: sus publicaciones pueden ser menos citadas en cada disciplina individual mientras quedan fuera de los núcleos centrales que concentran las citas. Un neurocientífico computacional, por ejemplo, podría publicar en revistas de neurociencia y de informática, dividiendo su impacto entre dos comunidades con diferentes prácticas de citación y sin alcanzar umbrales de visibilidad crítica en ninguna por separado, a pesar de contribuciones potencialmente transformadoras en la intersección disciplinaria.

La normalización disciplinar intenta corregir estos sesgos mediante comparativas dentro de campos definidos, pero enfrenta limitaciones metodológicas significativas. Indicadores como el *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) utilizan categorías amplias que frecuentemente agrupan subdisciplinas con culturas de publicación heterogéneas. Un filósofo analítico y un historiador de la filosofía comparten categoría, pero operan en ecosistemas de citación sustancialmente diferentes, invalidando en la práctica muchas correcciones estadísticas. La solución reside en complementar las métricas cuantitativas con evaluación cualitativa contextualizada por expertos disciplinares que comprenden estas sutiles pero cruciales diferencias.

## Recapitulando

- Los índices bibliométricos son medidas cuantitativas utilizadas para evaluar la productividad, impacto e influencia científica.
- Constituyen la base para comparar autores, revistas, instituciones o países dentro de un mismo campo de conocimiento.
- Se derivan principalmente de los registros de publicaciones y citas en bases de datos como Web of Science, Scopus y Google Scholar.
- Los indicadores se agrupan en tres grandes categorías:
  - Productividad científica (cantidad de publicaciones).
  - Impacto o influencia (citaciones recibidas).
  - Colaboración y redes (coautorías, afiliaciones).
- El Factor de Impacto (FI), creado por Eugene Garfield, mide el promedio de citas que reciben los artículos de una revista en dos años.
- El *CiteScore* (Elsevier) evalúa las citas recibidas en un período de cuatro años, cubriendo más revistas que el FI.
- El *SCImago Journal Rank* (SJR) pondera las citas según la relevancia de las revistas emisoras, basado en el algoritmo PageRank.
- El *Source Normalized Impact per Paper* (SNIP) ajusta el impacto de citas según las diferencias entre disciplinas.
  - A nivel de autor, los indicadores más utilizados son el índice h y el índice g.
  - El índice h refleja el equilibrio entre productividad y citación: un autor tiene índice h si ha publicado h artículos con al menos h citas cada uno.
  - El índice g, propuesto por Egghe, da mayor peso a los artículos más citados.
  - Existen variantes como h5, hm, hg, hl o hla, aplicadas para ajustar diferencias de edad académica o coautoría.
- Para las revistas científicas, los indicadores más comunes incluyen FI, SJR,

*CiteScore*, SNIP y *Eigenfactor*.

- El *Eigenfactor* mide la importancia de una revista considerando la estructura completa de la red de citaciones.
- Los índices de colaboración se calculan mediante coautorías, redes institucionales y análisis de afiliaciones.
- En evaluación institucional o nacional se usan métricas agregadas (por ejemplo, número total de citas o publicaciones por campo).
- Los indicadores deben interpretarse en contexto, evitando comparaciones entre disciplinas con diferentes hábitos de citación.
- Se recomienda el uso de indicadores normalizados y métricas complementarias (altmétricas, descargas, visibilidad social).
- Los índices bibliométricos, aunque útiles, presentan limitaciones éticas y metodológicas cuando se usan como únicos criterios de evaluación.
- Una evaluación responsable combina indicadores cuantitativos y revisión cualitativa, conforme a la Declaración de San Francisco (DORA) y el Leiden Manifesto.

### Preguntas de autoevaluación

1. ¿Cuál es la función principal de los índices bibliométricos?
2. ¿En qué tres grandes categorías se agrupan los indicadores bibliométricos?
3. ¿Quién creó el Factor de Impacto y cuál es su principio básico?
4. ¿Qué diferencia al *CiteScore* del Factor de Impacto?
5. ¿Cómo pondera las citas el indicador SJR?
6. ¿Qué mide el índice h y cómo se interpreta su valor?
7. ¿Qué aporta el índice g respecto al índice h?
8. ¿Qué caracteriza al indicador SNIP en comparación con otros índices?
9. ¿Qué principios promueven DORA y el Leiden Manifesto en la evaluación científica?
10. ¿Por qué es necesario contextualizar los resultados de los índices bibliométricos?

### BIBLIOGRAFÍA

1. Moed HF. Citation analysis in research evaluation. Dordrecht: Springer; 2005. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3714-7>
2. Bornmann L, Daniel HD. What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. J Doc. 2008;64(1):45-80. <https://doi.org/10.1108/00220410810844150>
3. Gingras Y. Bibliometrics and research evaluation: uses and abuses. Cambridge (MA): MIT Press; 2016. ISBN 9780262337663
4. Egghe L. Theory and practice of the g-index. Scientometrics. 2006;69(1):131-52. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
5. Leydesdorff L, Bornmann L, Mutz R, Opthof T. Turning the tables on citation analysis one more time: principles for comparing sets of documents. J Informetrics. 2019;13(3):1020-30. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.05.010>

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brand A, Allen L, Altman M, Hlava M, Scott J. Beyond authorship: attribution, contribution, collaboration, and credit. Learned Publishing. 2015;28(2):151-5. <https://doi.org/10.1087/20150211>

2. Bornmann L, Bauer J. Evaluation of the highly-cited researchers' database for a country: proposals for meaningful analyses on the example of Germany. *Scientometrics*. 2015;105(3):1997-2003. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1754-3>
3. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005;102(46):16569-72. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
4. Waltman L, van Eck NJ, van Leeuwen TN, Visser MS, van Raan AFJ. Towards a new crown indicator: some theoretical considerations. *Journal of Informetrics*. 2011;5(1):37-47. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.08.001>
5. Stirling A. A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *Journal of the Royal Society Interface*. 2007;4(15):707-19. <https://doi.org/10.1098/rsif.2007.0213>
6. Purkayastha A, Palmaro E, Falk-Krzesinski HJ, Baas J. Comparison of two article-level, field-independent citation metrics: field-weighted citation impact (FWCI) and relative citation ratio (RCR). *Journal of Informetrics*. 2019;13(2):635-42. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.02.005>
7. Elsevier. SciVal metric - Pure. 2025. [https://helpcenter.pure.elsevier.com/en\\_US/metrics-in-pure/scival-metric](https://helpcenter.pure.elsevier.com/en_US/metrics-in-pure/scival-metric)
8. Kulczycki E, Engels TCE, Pölönen J, Bruun K, Dušková M, Guns R, et al. Publication patterns in the social sciences and humanities: evidence from eight European countries. *Scientometrics*. 2018;116(1):463-86. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2711-0>