

INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS APLICADOS AL ESTUDIO DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD

- Autores:** Fernanda Morillo
María Bordons
Isabel Gómez
Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC),
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Resumen** Se presentan una serie de indicadores para cuantificar la interdisciplinariedad en las publicaciones científicas y se aplican al estudio y comparación de dos disciplinas de la Química: Ciencia de Polímeros y Química Aplicada. Se muestran tres tipos de indicadores: a) indicadores basados en el Science Citation Index, elaborados a partir de la multi-asignación de revistas en más de una categoría temática; b) indicadores basados en el Chemical Abstracts, que estudian la multi-asignación de códigos temáticos a los documentos; y c) indicadores basados en el Journal Citation Reports, que analizan las citas cruzadas entre revistas de distintas categorías temáticas. Se observa convergencia entre los distintos tipos de indicadores, que muestran la mayor interdisciplinariedad de la Química Aplicada frente a la Ciencia de Polímeros.
- Palabras clave:** Indicadores bibliométricos, interdisciplinariedad, clasificaciones temáticas
- Abstract:** A series of different bibliometric indicators for measuring interdisciplinarity in scientific publications are applied in two chemical disciplines: Polymer Science and Applied Chemistry. Three types of indicators are shown: a) Science Citation Index based indicators, that consider multi-assignment of journals in subject categories; b) Chemical Abstracts based indicators, that study multi-assignment of subject codes to documents; and c) Journal Citation Reports indicators, that analyse cross-references among journals from different subject categories. Convergence between the different indicators is observed and higher interdisciplinarity is found for Applied Chemistry than for Polymer Science.
- Keywords:** Bibliometric indicators, interdisciplinarity, subject classifications

Introducción

La ciencia actual se caracteriza por una creciente interdisciplinariedad. La mayor complejidad de la investigación, con la consiguiente especialización de los investigadores, hace cada vez más necesaria la colaboración entre científicos de diversas disciplinas para abordar problemas y situaciones. Por otro lado, se reconoce que la llamada "fertilización cruzada" entre disciplinas es, sin duda, una de las principales fuentes de progreso científico. Conscientes de ello, durante los últimos años han proliferado en los países más avanzados distintas medidas de política científica orientadas a fomentar los contactos interdisciplinarios.

En este contexto, tiene especial interés el desarrollo de indicadores capaces de detectar y cuantificar la presencia de la interdisciplinariedad en la actividad científica. Este problema ha sido abordado en algunos estudios a través de encuestas o entrevistas a investigadores, a los que se les preguntaba por sus hábitos de investigación y en particular por sus posibles colaboraciones interdisciplinares.

Desde el punto de vista bibliométrico, también es posible abordar el estudio de la interdisciplinariedad a través de las publicaciones. Así lo han hecho algunos autores a través de los mapas de co-palabras (Tijssen, 1992), o mediante el estudio del flujo de citas entre disciplinas (por ej. Porter y Chubin, 1985; Cronin y Pearson, 1990). Especialmente interesante es el trabajo de Katz y Hicks (1995) orientado a identificar grupos de revistas interdisciplinares dentro de la clasificación ISI.

En este trabajo se presentan algunos indicadores bibliométricos para el estudio de la interdisciplinariedad, y se muestra su aplicación concreta al análisis de dos disciplinas del área de la Química.

Metodología

Se introducen una serie de indicadores para cuantificar la interdisciplinariedad en las publicaciones científicas. Dichos indicadores se aplican para el estudio y comparación de dos disciplinas de la Química: Ciencia de Polímeros y Química Aplicada. Los indicadores se basan en la información que proporcionan dos bases de datos: la base de datos especializada Chemical Abstracts (CA), y la base de datos multidisciplinar Science Citation Index (SCI).

1. Indicadores basados en el SCI

La base de datos SCI, producida por el Institute for Scientific Information de Filadelfia, recoge cerca de 3500 revistas científicas agrupadas en cerca de 150 disciplinas o categorías temáticas. En esta clasificación, cada revista puede aparecer asignada hasta en 4 disciplinas distintas, aunque la mayor parte de ellas pertenece a una sola disciplina. La multi-asignación de revistas en más de una categoría temática permite establecer vínculos entre las disciplinas y se asocia en este trabajo a interdisciplinariedad. Se considera que las revistas multi-asignadas deben de ser más interdisciplinares que aquéllas asignadas a una sola disciplina.

Se proponen los siguientes indicadores para el estudio de disciplinas:

1.1. *Porcentaje de revistas multi-asignadas*, es decir, porcentaje de revistas clasificadas en más de una categoría temática.

1.2. *Patrón de multi-asignación*. Este indicador se introduce para distinguir la multiasignación en disciplinas próximas (por ej. Química Analítica y Química General) de la que se produce en disciplinas más alejadas o distantes en el aspecto temático (por ej. Química e

Ingeniería). La multiasignación de revistas en varias categorías de la Química se denomina "relación interna", establece conexión entre categorías cercanas, y se le atribuye un grado pequeño de interdisciplinariedad. Se denomina "relación externa" a la que se produce por la multiasignación de revistas en alguna categoría no perteneciente a la Química, con el consiguiente vínculo entre categorías distantes y una mayor interdisciplinariedad que en el primer tipo de relación. La "relación mixta" se produce cuando una revista aparece multiasignada a varias categorías de la Química y también de otras áreas. Finalmente, se llama patrón de multiasignación de una categoría a la distribución porcentual de sus revistas multiasignadas en función de los tres tipos de relaciones: internas, externas o mixtas.

2. Indicadores basados en el Chemical Abstracts

El Chemical Abstracts (CA) asigna códigos temáticos a los documentos atendiendo a un esquema de clasificación propio que distingue 80 secciones temáticas (CA, 2000). Se asigna a cada documento un código principal de clasificación y varios secundarios opcionales. Para los efectos de este trabajo se considera la multiasignación de documentos a más de un código temático como indicador de interdisciplinariedad.

Se utilizan los siguientes indicadores:

- 2.1. Porcentaje de documentos con una sola categoría temática, como indicador de unidisciplinariedad
- 2.2. Número medio de secciones por documento
- 2.3. Porcentaje de secciones diferentes
- 2.4. Concentración/dispersión de documentos por secciones, medida a través del Índice de Pratt (Pratt, 1977). Este índice toma valores entre 0 (dispersión máxima) y 1 (concentración máxima).

3. Indicadores basados en el Journal Citation Reports

Se han elaborado una serie de indicadores basados en el Journal Citation Reports (JCR), editado anualmente por el Institute for Scientific Information de Filadelfia. Esta publicación incluye para cada revista una "Relación de Revistas que la citan" ("Citing Journal Listing"), donde se recogen las revistas citantes y el número de citas dadas, y una "Relación de Revistas citadas" ("Cited Journal Listing"), que recoge las revistas referenciadas y su frecuencia de aparición.

Se han calculado los siguientes indicadores:

- 3.1. Porcentaje de citas de categorías distintas a la propia
- 3.2. Porcentaje de referencias de categorías distintas a la propia

3.3. Concentración/dispersión de las citas/referencias por categorías temáticas, medido mediante el índice de Pratt.

Estos indicadores se han aplicado sobre los documentos publicados por una selección de revistas de Química en 1996. Para el estudio del CA se han analizado los documentos publicados en 33 revistas de Química Aplicada y 61 de Ciencia de Polímeros, revistas seleccionadas por aparecer recogidas simultáneamente en el SCI y en CA. Para el estudio del JCR, más laborioso, se ha construido una muestra de 9 revistas de Química Aplicada y 9 de Polímeros. El análisis estadístico de datos se ha realizado mediante el programa SPSS.

Resultados

1. Comparación de disciplinas o categorías temáticas

Atendiendo a los indicadores basados en multi-asignación de revistas en varias categorías temáticas del ISI, la categoría de Química Aplicada muestra mayor interdisciplinariedad que la Ciencia de Polímeros, como se muestra en la Tabla I. Química Aplicada muestra un mayor porcentaje de revistas multi-asignadas (83% vs 39%), y aunque las relaciones externas predominan en ambas categorías, adquieren mayor peso en Química Aplicada (55% vs 33%).

Tabla I. Indicadores basados en multi-asignación de revistas en varias categorías ISI.

	Química Aplicada	Ciencia de Polímeros
N. Revistas	36	69
% Rev. Multi-asig.	83,3	39,1
% Rev. Mult.	13,9	2,9
Interna		
% Rev. Mult.	55,6	33,3
Externa		
% Rev. Mult. Mixta	13,9	2,9

La tabla II muestra la descripción de las dos categorías estudiadas mediante los indicadores basados en el Chemical Abstracts.

Tabla II. Indicadores basados en el Chemical Abstracts

	Ciencia de Polímeros (n = 61)	Química Aplicada (n = 33)	Sig.
Doc.1 sección (%)	78,6±13,5 M = 80,0	66,2±19,6 M = 71,8	0,01
N.Secciones/Doc.	1,3±0,2 M = 1,2	1,5±0,4 M = 1,4	0,001

Secc.principales (%)	12,5±8,6 M = 9,7	19,1±15,0 M = 16,7	0,05
Total secciones (%)	20,7±13,4 M = 17,2	30,0±18,2 M = 29,8	0,01
Concentración total secc.	0,775±0,113 M = 0,767	0,672±0,153 M = 0,721	0,001

Nota: datos expresados como media±desviación estándar, M=mediana.

Se observa en la tabla II una mayor interdisciplinariedad para Química Aplicada, categoría que muestra un menor porcentaje de documentos con una sola sección (66% vs. 78%), un mayor número medio de secciones por documento (1,5 vs. 1,3), un mayor número de secciones principales diferentes (19% vs.12%) y un mayor porcentaje de secciones totales diferentes (30% vs. 21%).

Los indicadores basados en el JCR, que se muestran en la Tabla III, indican también la mayor interdisciplinariedad de Química Aplicada frente a Ciencia de Polímeros. En este caso el porcentaje de citas de otras categorías aparece como el indicador más sensible, obteniendo valores significativamente diferentes en las dos categorías estudiadas. Los restantes indicadores apoyan la mayor interdisciplinariedad de Química Aplicada, pero sin que las diferencias entre los valores obtenidos para una y otra categoría sean estadísticamente significativas.

Tabla III. Indicadores basados en el JCR

	Ciencia de Polímeros (n = 9)	Química Aplicada (n = 9)	Sig.
Citas de otras categorías (%)	40,9±21,6 M = 40,6	65,0±18,6 M = 61,2	0,05
Referencias de otras categorías (%)	54,5±24,1 M = 46,1	70,9±17,1 M = 73,0	NS
Concentración citas	0,724±0,154 M = 0,748	0,734±0,089 M = 0,758	NS
Concentración referencias	0,753±0,071 M = 0,757	0,678±0,133 M = 0,738	NS

Datos expresados como media±desviación estándar, M=mediana.

2. Comparación de revistas uni y multi-asignadas

Los datos mostrados hasta ahora indican que hay convergencia entre los distintos tipos de indicadores a la hora de describir disciplinas o categorías temáticas. Los tres tipos de indicadores son útiles para comparar disciplinas atendiendo a su mayor o menor grado de interdisciplinariedad. No obstante, se plantea el interrogante de su posible sensibilidad a un menor nivel de

agregación. Es decir, ¿son útiles para establecer comparaciones entre distintos tipos de revistas o incluso entre distintas revistas?

Para comprobar lo anterior, se calcularon los indicadores basados en el CA y en el JCR para los siguientes tipos de revistas: revistas uni-asignadas en ISI, revistas asignadas a 2 categorías ISI y revistas asignadas a 3 o más categorías ISI. Nuestra hipótesis de partida era obtener una mayor interdisciplinariedad, medida a través del CA y del JCR, para las revistas multi-asignadas (2 y 3 categorías) que para las asignadas a una sola categoría. Los resultados relativos a los indicadores basados en el CA se muestran en la tabla IV.

La hipótesis se cumplió para las revistas del área de Ciencia de Polímeros, cuya interdisciplinariedad, medida a través del CA y del JCR, tendió a aumentar para las revistas multi-asignadas. No obstante, las revistas de Química Aplicada mostraron la tendencia opuesta: se observó una mayor interdisciplinariedad en las revistas uni-asignadas que en las revistas multi-asignadas.

Tabla IV. Indicadores basados en el CA atendiendo a la asignación de revistas en una, dos o tres categorías ISI.

Indicadores	Ciencia de Polímeros			Química Aplicada		
	N. Categorías ISI			N. Categorías ISI		
	1 (n = 37)	2 (n = 18)	3 (n = 6)	1 (n = 3)	2 (n = 18)	3 (n = 12)
Secciones principales (%)	11,9±8,0 M = 9,7	12,2±8,3 M = 8,9	16,9±13,4 M = 11,4	45,8±24,9 M = 58,6	20,0±11,9 M = 18,4	11,2±7,7 M = 9,3
Total secciones (%)	21,1±13,3 M = 18,5	17,8±11,2 M = 13,9	26,7±19,4 M = 20,4	61,9±28,6 M = 75,9	31,4±13,9 M = 32,0	19,8±10,9 M = 17,8
Conc.total secciones	0,788±0,0 97 M = 0,767	0,771±0,1 36 M = 0,817	0,706±0,1 24 M = 0,758	0,480±0,2 09 M = 0,372	0,657±0,1 49 M = 0,694	0,743±0,1 01 M = 0,754

Datos expresados como media±desviación estándar, M=mediana.

Discusión

El desarrollo de indicadores capaces de captar la interdisciplinariedad en las publicaciones científicas tiene interés para analizar la evolución de esta característica a lo largo del tiempo, comparar su incidencia entre distintas áreas o sectores institucionales y, en último término, evaluar el resultado de las

medidas de política científica orientadas a fomentar la interdisciplinariedad en la ciencia.

En este estudio se observa convergencia entre los distintos tipos de indicadores propuestos para el estudio de la interdisciplinariedad de las disciplinas o categorías temáticas. Química Aplicada muestra mayor interdisciplinariedad que la Ciencia de Polímeros a través de la multi-asignación de revistas, los códigos temáticos del CA y los análisis basados en los patrones de referencias y citas. De entre estos indicadores, se puede destacar la mayor sensibilidad de los indicadores basados en la base de datos especializada CA.

Los resultados no son tan claros al disminuir el tamaño de la unidad de análisis. Al estudiar el grado de interdisciplinariedad de las revistas atendiendo a su nivel de multi-asignación, la hipótesis de mayor interdisciplinariedad para las revistas multi-asignadas se verifica en Ciencia de Polímeros, pero no en Química Aplicada. Creemos que la razón puede estar en el carácter horizontal de la Química Aplicada, que es en realidad una categoría interdisciplinar por definición. Atendiendo a las definiciones de las categorías del ISI, la Química Aplicada contiene revistas sobre "la aplicación de las ciencias químicas a otras ciencias, ingenierías e industria". Probablemente todas las revistas de esta categoría podrían ser multi-asignadas, y niveles tan elevados de multi-asignación tienden a ser voluntariamente evitados en el esquema de clasificación del ISI. En definitiva, la multi-asignación como indicador de interdisciplinariedad no es válida en las categorías más horizontales o generales, en las que la multiasignación está artificialmente limitada por los criterios de la propia clasificación.

En resumen, los indicadores basados en el ISI son útiles para cuantificar la interdisciplinariedad y analizar las relaciones entre disciplinas. Son indicadores especialmente adecuados para los estudios de grandes unidades, ya que se obtienen con relativa facilidad. Para el estudio de categorías o disciplinas específicas, los tres tipos de indicadores propuestos pueden utilizarse, pero la validez de los indicadores basados en el ISI está limitada en el análisis de las categorías más generales u horizontales, y la mayor sensibilidad corresponde a los extraídos de la base de datos especializada (en este caso el CA).

Agradecimientos

Este estudio ha sido posible gracias a una beca de FPI concedida a Fernanda Morillo, así como al proyecto de investigación SEC97-1375 del Plan Nacional de I+D.

Referencias

1. *Chemical Abstracts Service* (CAS)(2000). CAS, Chemical Abstracts Service Home Page. <http://www.cas.org> (07-03-2000)
2. Cronin, B.; Pearson, S. The export of ideas from information science. *Journal of Information Science*, 16 (1990), 381-391.

3. Institute for Scientific Information. *Journal Citation Reports 1996*. Philadelphia, ISI, 1997.
4. Institute for Scientific Information. *Science Citation Index scope notes*. <http://www.isinet.com/products/citations/scope/sci96b.htm>
5. Katz, J.S.; Hicks, D. The classification of interdisciplinary journals: a new approach. In: Koenig, M.E.D. and Bookstein, A. *Proceedings of the Fifth International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Learned Information, Medford, 1995. Pg. 245-254.
6. Morillo, F. *Estudio de la interdisciplinariedad en la ciencia a través de indicadores bibliométricos*. Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Getafe, 2000.
7. Porter, A.L.; Chubin, D.E. An indicator of cross-disciplinary research. *Scientometrics* 8 (1985), No.3-4, 161-176.
8. Pratt, A.D. A measure of class concentration in Bibliometrics. *Journal of the American Society of Information Science* 28 (1977), 285-292.
9. Tijssen, R.J.W. A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology: co-classification analysis of energy research. *Research Policy*, 21(1992), 27-44, .