Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica de Cataluña (Scopus, 2003-2008)

Dirección:

Félix de Moya Anegón[1], Begoña Gros[3]

Coordinación:

Carlos Olmeda Gómez[2] , Pablo Lara-Navarra[3]

Equipo de Investigación SCImago Research Group:

Zaida Chinchilla Rodríguez[1]

Elena Corera Álvarez[1]

Antonio Perianes Rodríguez[2]

[1]CSIC, Instituto de Políticas y Bienes Públicos, Centro de Ciencias Humanas y Sociales

[2]Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad Carlos III de Madrid

[3]Vicerrectorat de Investigación e Innovación. ElearnCenter. Universitat Oberta de Catalunya

www.scimago.es

Noviembre 2010

Tabla de Contenido

Introducción 4
1. Indicadores de rendimiento y marco de referencia 7
1.1 Fuente de información 8
1.2 Metodología 12
Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica 13
Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica 15
Indicadores para la Dimensión Estructural y de Relaciones de Producción Científica 19
Representaciones multivariadas 19
Indicadores de Colaboración Científica 20
1.3 Limitaciones del Estudio 22
2. Producción Científica de Cataluña 24
2.1 Perfiles de publicación en áreas de investigación 32
2.2 Perfil Temático 47
2.3 Visibilidad de la Producción Científica de Cataluña. Áreas. 48
3. Colaboración Científica de Cataluña 58
4. Principales Áreas Temáticas de Cataluña 66
5. Perfiles temáticos 83
6. Rankings institucionales 85
Bibliografía 93
Anexo 1. Áreas Temáticas Scopus 96
Anexo 2. Área de Medicina. Visibilidad y Actividad. Todas las categorías. 97

Índice de Tablas

Tabla 1. Listado de indicadores.....12
Tabla 2. Indicadores básicos de la producción científica de Cataluña. 2003-2008.....23
Tabla 3. Producción científica absoluta por CC.AA. 2003-2008.....24
Tabla 4. Producción absoluta según tipo documental. 2003-2008.....30
Tabla 5. Producción absoluta según tipo documental. Áreas temáticas. 2003-2008.....31
Tabla 6. Representatividad de la producción en los dominios de referencia. Áreas temáticas. 2003-2008.....39
Tabla 7. Distribución de la producción de Cataluña. Categorías Scopus (>1000 doc). 2003-2008.....40
Tabla 8. Listado ordenado de Comunidades Autónomas españolas según número absoluto de citas recibidas por su producción. 2003-2008.....50
Tabla 9. Distribución por cuartiles de los trabajos de Cataluña. 2003-2008.....52
Tabla 10. Potencial investigador de la producción científica absoluta por instituciones. 2003-2008.....53
Tabla 11. Producción por tipos de colaboración en Cataluña. Áreas temáticas. 2003-2008.....62
Tabla 12. Países colaboradores y citas recibidas por Cataluña. 2003-2008.....63
Tabla 13. Países colaboradores y citas por documentos. Cataluña. 2003-2008.....64
Tabla 14. Colaboración autonómica y citación observada. Cataluña 2003-2008.....66
Tabla 15. Colaboración autonómica y citas por documentos recibidas por Cataluña. 2003-2008.....66
Tabla 16. Producción de Cataluña. Instituciones (>600 doc.) 2003-2008.....86
Tabla 17. Principales indicadores Institutos de Investigación Cataluña. 2003-2008.....88
Tabla 18. Principales indicadores Universidades Cataluña. 2003-2008.....89
Tabla 19. Principales indicadores Sector Sanitario Cataluña. 2003-2008.....90
Tabla 20. Principales indicadores Empresas Cataluña. 2003-2008.....91

Introducción

Los investigadores y los gobiernos de los países industrializados han venido midiendo la ciencia y la tecnología desde hace más de 50 años. Los indicadores que se usan se derivan de dos fuentes. En primer lugar, de la información cuantitativa sobre ciencia y tecnología que en gran parte descansa en el trabajo de instituciones gubernamentales como la *National Science Foundation* (NSF), y de organismos intergubernamentales como la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE). Desde entonces se han convertido en instrumentos centrales en los estudios sobre la ciencia, sean éstos con enfoques económicos, políticos o sociológicos, así como en la planificación, diseño y evaluación de las políticas científicas.

Los indicadores miden dimensiones de un fenómeno y de ese modo permiten realizar seguimientos de los cambios que se producen en la sociedad y así, advertirlos, prevenirlos o encauzarlos. Los indicadores son datos estadísticos que deben ser calculados de forma periódica, es decir deben ser recurrentes, si no, no podrían ser medidos los cambios. Además los indicadores deben aparecer, normalmente, como una colección de estadísticas: una sola estadística no puede ser nunca un indicador fiable. Por último, un indicador descansa en un modelo: un indicador se idea y se reserva para medir de forma adecuada algo que se quiere comprobar a partir de supuestos, hipótesis o teorías; los propios datos subrayan los supuestos, las hipótesis o las teorías que realmente permanecen implícitos (Holton, 1978). En consecuencia, los indicadores ayudan a tener evidencias de un aspecto destacado de un determinado proceso, frecuentemente como *inputs* en fórmulas diseñadas para generar resultados acerca de un proceso.

La racionalidad del enfoque bibliométrico para medir los resultados de investigación y el rendimiento que se presenta en este informe, es como sigue. El progreso científico se puede definir como un crecimiento sustancial

acerca de algo. Se puede distinguir entre conocimiento básico (comprensión) y conocimiento aplicado (uso). Ambos tipos de conocimiento pueden ser tácitos (artesanales) o codificados (registrados, archivados y públicamente accesibles). Desde el siglo XVII los científicos se han comunicado y han codificado sus ideas y sus resultados de investigación de un modo organizado y bien definido. De forma particular, ha sido el fenómeno de la aparición y desarrollo de los artículos científicos agrupados en forma de revistas internacionales. En consecuencia, la comunicación, es decir el intercambio de ideas y de resultados de investigación es un comportamiento implícito en las conductas de los científicos. Las publicaciones no son el único elemento de este proceso de intercambio de conocimiento, pero sin duda, son muy importantes, quizás esenciales (Cole et al., 1978).

Cada año se publican en el mundo millones de artículos que se añaden al archivo mundial. Este número, conjuntamente con los números que se corresponden con los subconjuntos de campos científicos y de instituciones, es lo suficientemente elevado para que los análisis cuantitativos permitan encontrar resultados estadísticamente significativos (Braun, et al., 1995). Las publicaciones ofrecen unos elementos "claves" para medir aspectos importantes de la ciencia: autores personales, direcciones institucionales, títulos de revistas, que indica no sólo el país origen de la publicación, sino también el campo de investigación y su estatus, citas y conceptos en forma de palabras claves (Lewison, 2002). Aunque imperfecta, las publicaciones científicas constituyen los bloques con los que se "construye" la ciencia, además de una fuente inestimable de datos. En consecuencia, los trabajos bibliométricos se basan en una idea central: los científicos que tienen algo que aportar, publican sus resultados de forma abierta en publicaciones periódicas o revistas de carácter internacional, integrando un corpus o archivo de carácter permanente. La práctica consolidada de este estilo de conducta de comunicación, demuestra, en particular en el caso de los investigadores de ciencias naturales y de disciplinas biomédicas, que lo hacen tratando de publicar en las "mejores revistas" o quizás en "la mejor revista" de su especialidad. De forma similar, estas prácticas se han difundido en las ciencias sociales y del comportamiento, así como en la

ingeniería y, en mucha menor medida, en las humanidades (Garfield, 1979; Moed at al., 2002; van Leeuwen, 2006).

Los trabajos que tienen importancia, suelen provocar reacciones entre los colegas. Tratan de ganarse el favor y el reconocimiento de quienes integran el "colegio invisible", y donde se discuten los resultados. A menudo, son los miembros de ese colegio invisible quienes, con anterioridad, han comentado y evaluado el trabajo que se les presenta, en virtud de su pertenencia a los comités de evaluadores de los consejos editoriales de las revistas científicas. El proceso de citación es complejo (Nicolaisen, 2004) y con seguridad los análisis de citas no proporcionan el instrumento ideal para supervisar el grado de rendimiento científico institucional o individual. Sin embargo, es un procedimiento, formal, abierto, fundado con criterios académicos, que actúa como suplemento de los juicios expertos y de antecedentes sobre la unidad o individuo objeto de evaluación. Además, se lleva a cabo en un contexto político claro para todos aquellos que participan en el proceso de evaluación, estimula la producción de trabajos con criterios de calidad y simultáneamente, aclara el modo en el que los investigadores o las unidades administrativas son juzgadas (Moed, 2005).

Una pregunta surge cuando se analiza el rendimiento en las actividades de investigación con el uso de indicadores bibliométricos. ¿Por qué no usar en los análisis las colecciones de revistas nacionales no recogidas en bases internacionales? Aunque más adelante se hará justificación y descripción de la fuente de información empleada en este informe, sirva la pregunta para hacer explícitos los considerandos de los autores en este momento. A nuestro juicio, el parámetro más crucial en el proceso de comprensión y evaluación de la investigación, es la *influencia científica internacional*. Estimamos que la influencia internacional es una parte importante, un aspecto medible de la calidad científica. En esta perspectiva de medir la influencia internacional de los trabajos de un autor, una institución, o una nación, los procedimientos bibliométricos pueden desarrollarse con intención de evaluar el rendimiento de la investigación, en particular en

aquellos campos relacionados con las ciencias biomédicas, ciencias naturales y en campos de investigación aplicada.

1. Indicadores de rendimiento y marco de referencia

Las políticas de ciencia y de innovación precisan de datos estadísticos para el seguimiento, y evaluación del estado de los sistemas de Investigación y Desarrollo, pero también por motivos de responsabilidad pública y en este sentido se precisa identificar y realizar el seguimiento de los cambios estructurales y las tendencias en el rendimiento científico, no sólo desde una perspectiva nacional, sino de forma obligada, en un marco que permita compararse en un contexto Europeo o global. La ejecución de las políticas públicas se realiza cada vez más en un marco basado en evidencias, alimentado por panorámicas sistemáticas y apoyada por fuentes de información confiables y con la generación de indicadores cuantitativos reconocidos internacionalmente.

El grupo SCImago (www.scimago.es), desde los inicios de la última década del siglo pasado, lleva siendo una de esas fuentes principales de información estadística (http://www.scimago.es/publications.php?type=reports). El enfoque principal de este informe se centra en el sistema de base de Cataluña y su relación con España y el mundo. En líneas con otros trabajos, el estudio de indicadores bibliométricos de Cataluña 2003-2008, permite un recorrido sobre los resultados de investigación producidos en Cataluña basándose en indicadores del rendimiento dentro de una perspectiva internacional comparada. Los cinco capítulos analíticos contienen: (i) un conjunto de macro análisis basado en comparaciones nacionales con otras Comunidades Autónomas, (ii) análisis sobre el rendimiento según categorías temáticas y de forma comparada con España y el mundo, y (iii) aportaciones para un análisis en niveles micro. Los análisis comprenden la producción de todo tipo de instituciones agrupadas en sectores universitarios, sanitario, entes públicos de investigación y entidades privadas. Los datos bibliométricos, extraídos a partir de análisis estadísticos de la literatura científica producida en forma de revistas, son generados por SCImago a partir de la base de datos de

publicaciones científicas *Scopus* de Elsevier y describen resultados clave del sistema de investigación de Cataluña. El marco de referencia mundial, lo constituyen los 233 países que cuentan con producción científica contenida en la base *Scopus*.

1.1 Fuente de información

Tradicionalmente la fuente de información utilizada en estudios similares (Moya-Anegón F, 2004) ha sido el conjunto de bases de datos recogidas en *Web of Science* (WoS) de *Thomson Reuters*. Entre las principales ventajas que ofrece su uso se encuentran su carácter multidisciplinar e internacional, por un lado, y la gratuidad de su acceso gracias al contrato suscrito por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) y ofrecido como servicio público a todas las instituciones públicas de investigación nacionales desde enero de 2004, por otro (FECYT, 2004).

Estas bases de datos recogen información de 9000 de las principales revistas científicas, y se han constituido en la herramienta de referencia mundial para la recuperación de información y para los estudios de evaluación de la ciencia. Los gobiernos de algunos países, entre ellos España, han demostrado su interés expreso en esta herramienta a través de medidas evaluativas (Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora, 2007), enfatizando la necesidad de publicar en revistas recogidas en estas bases de datos, y en especial, en las que tienen factor de impacto y están cubiertas por el *Journal Citation Report* (JCR, 2007).

Sin embargo, la aparición en el mercado de nuevas herramientas y proyectos permite realizar un análisis más exhaustivo de los resultados de la actividad científica internacional. Sirvan como ejemplo la aparición en noviembre de 2004 de la base de datos *Scopus* desarrollada por *Elsevier*, o el portal *SCImago Country & Journal Rank* (SJR, 2007; www.scimagojr.com) en noviembre de 2007, permitiendo en la actualidad complementar y ampliar los análisis obtenidos a partir de los productos de *Thomson Reuters,* o

motores de búsqueda específicos sobre literaturas científicas como *Google Scholar*, *Citeseer o Scirus.*

En la literatura ya aparecen trabajos que caracterizan y analizan la nueva base de datos (Codina L, 2005), (Fingerman S, 2005), (Jacso P, 2005), (La Guardia C, 2005), así como estudios comparativos entre *Scopus* y *WoS* en los que se tienen en cuenta aspectos como la cobertura, la accesibilidad y usabilidad del interfaz, el precio, etc. (Deis LF y Goodman D, 2007), (Fingerman S, 2006). También se han publicado trabajos comparando ambos productos con *Google Scholar* (Bakkalbasi N et al., 2006), (Bosman J et al., 2006). La aparición de *Scopus* la ha convertido en una auténtica alternativa al *WoS* (Pickering B, 2004), (Roth DL, 2005), y su incorporación al mercado ha roto un monopolio de más de cuarenta años, ofreciendo servicios similares y de valor añadido, además de una mayor cobertura en títulos de revistas.

Las razones del uso de esta nueva base de datos tienen que ver con la mayor cobertura de la fuente (más de 15000 revistas), que supone una mejor representación de la ciencia española en el nivel internacional y por extensión, de la producción científica de Cataluña (*Scopus*, 2007).

Por lo que respecta a la cobertura temática, *Elsevier* ha hecho especial hincapié en las áreas de Ciencias, Tecnología y Medicina, y en Ciencias Sociales en las áreas de Psicología, Sociología y Economía. Excepto para el caso de Lengua, Literatura, Filosofía y Teología, *Scopus* presenta una mejor cobertura que *WoS* (Bosman J et al., 2006). Por tanto, nos encontramos ante una herramienta multidisciplinar, internacional y con una fuerte orientación tecnológica (Moya-Anegón F et al., 2007), lo que permite ampliar estudios anteriores en los que la cobertura temática en este sentido se erigía como una limitación.

Por otra parte, el universo de citación de esta fuente es mucho mayor debido a la mayor presencia de documentos citables. Sin embargo, se ha de puntualizar que aunque *Scopus* presenta su volumen como una fortaleza, no

es hasta mediados de la década de los años 90 del siglo pasado cuando esta mayor magnitud se traslada a la citación.

A las características específicas de *Scopus* como fuente de información se suma la aparición de una nueva herramienta en línea de acceso abierto. El *SCImago Journal & Country Rank* (SJR, 2007). Se trata de un sistema de información científica basado en los contenidos de *Scopus* entre 1996 y 2008 de acceso abierto que facilita la generación de listados ordenados de revistas y países, convirtiéndose en un recurso dirigido a la evaluación de la ciencia a nivel mundial. La posibilidad de acceder gratuitamente a los indicadores de referencia tanto en el nivel mundial, regional y nacional, le hacen óptimo para su uso como referente en el contexto internacional. Es de especial utilidad para lograr uno de los objetivos propuestos en este trabajo: situar a Cataluña en el contexto mundial, en relación con los principales productores de conocimiento internacionales.

Actualmente, el ranking presenta datos de países y revistas, pudiéndose realizar selecciones específicas por grandes campos de conocimiento (27), categorías temáticas (295), regiones (10), países (229), revistas (16033) y años (entre 1996 y 2008).

SCImago Journal & Country Rank permite, además, la ordenación del ranking según diversos indicadores: documentos totales y citables, citas totales, citas por documento, SJR, con la posibilidad de establecer un umbral mínimo para cada uno de ellos. El SJR es un indicador basado en el algoritmo *PageRank*, que pondera las citas en función de las recibidas por la publicación citante (Brin S y Page L, 1998). Es la alternativa *Scopus* al factor de impacto de *WoS* (González-Pereira, et al., 2010).

La herramienta ofrece una serie de funcionalidades de valor añadido que permiten desde la comparación de países y revistas en cada uno de los indicadores suministrados por el portal (*Compare function*), hasta la generación de mapas tanto de conocimiento, a partir de análisis de

cocitación de categorías temáticas, como de posicionamiento, a partir de una serie de indicadores seleccionados por el usuario (*Map Generador*).

Los mapas de conocimiento permiten la elección del país y del período, tanto en las grandes áreas temáticas como en las categorías. El usuario puede acceder a cada uno de los nodos para generar un informe sobre el área o la categoría seleccionada. Los mapas de posicionamiento son gráficos de burbujas que muestran la ubicación de los países en función de los indicadores y ejes seleccionados por el usuario. Estos gráficos bivariables también permiten conocer la posición de las categorías con mayor producción en el área.

La información suministrada es similar a la ofrecida en los *Essential Science Indicators* nacionales del *Web of Science*. La principal diferencia radica en la agregación de indicadores sobre producción primaria, auto-citación y h-*index*, a los ya tradicionales (documentos, citas y citas por documento). Además, cualquier usuario puede acceder a la herramienta y replicarlos en cualquier momento, teniendo la posibilidad de compararlos con una región o un conjunto de países en el período deseado.

Asimismo, se han empleado los datos del *SCImago Institutions Rankings* (SIR, 2009; www.scimagoir.com), proyecto en curso del *SCImago Research Group* dirigido a la evaluación de la investigación institucional.

Esta herramienta maneja datos de más de 2000 de las mejores instituciones de investigación de todo el mundo, con al menos 100 documentos en 2008, representando a los cinco continentes a través de más de 80 países. SIR presenta datos institucionales pormenorizados (producción, visibilidad, colaboración, revistas, autores y estructura disciplinar), permitiendo la realización de selecciones específicas por áreas de conocimiento, categorías temáticas, países de publicación y citación, y cuartiles de las revistas editoras entre 2003 y 2008.

SCImago Institutions Rankings permite, además, la personalización por parte del usuario de listados ordenados según diversos indicadores: producción absoluta, citas totales, citas por documento, porcentaje de documentos citados, colaboración internacional, SJR normalizado, potencial investigador o citación normalizada.

La herramienta también permite la comparación de distintos tipos de indicadores mediante representaciones multivariadas, la generación de mapas de cocitación anuales de áreas y categorías, la obtención de perfiles temáticos anuales por áreas de conocimiento, o la visualización de mapas de geocitación.

1.2 Metodología

Este estudio emplea una serie de indicadores bibliométricos agrupados en tres grandes bloques, tal como se recoge en la tabla 1.

Tabla 1. Listado de indicadores

Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Investigadora	
Ndoc	**Número de documentos de cualquier tipo**
% Ndoc	**Porcentaje de documentos de cualquier tipo**
TC	**Tasa de Crecimiento**
IActividad	**Índice de Actividad**
Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Investigadora	
Ncit	**Número de citas recibidas por cualquier tipo de documento**
Ndoc-cit	**Número de documentos con al menos una cita**
%Ndoc-cit	**Porcentaje de documentos citados**
Cpd	**Ratio de citas por documento**
ASSJR	**SCImago Journal Rank Medio Normalizado**
PI	**Potencial Investigador**
IA	**Índice de Atracción**
Cit-Norm	**Citación Normalizada**
Indicadores de Colaboración	
Ndoc col	**Trabajos en colaboración**
% Ndoc col	**Porcentaje de documentos en colaboración respecto a la producción total**
Índice de Coautoría	**Número de autores por documento**

Tasas de colaboración	**Sin colaboración, colaboración nacional y colaboración internacional**
VtC	**Visibilidad según tipos de colaboración**
% Ndoc internacional	**Porcentaje de trabajos con colaboración internacional por países**

A continuación se describen sucintamente cada una de las dimensiones analizadas y los indicadores agrupados según el tipo de información proporcionada, así como los objetivos que persiguen y su forma de cálculo.

Indicadores para la Dimensión Cuantitativa de la Producción Científica

En este apartado dedicado al análisis de los aspectos cuantitativos de la producción científica, se emplearán un conjunto de indicadores basados en recuentos de publicaciones. Se parte, pues, del principio de que en circunstancia equivalentes, un mayor número de trabajos publicados implica una mayor cantidad de resultados científicos obtenidos (*outputs*). Este tipo de indicadores se utilizan con el fin de caracterizar la dimensión cuantitativa desde una triple perspectiva. En primer lugar, tratan de medir la cantidad de conocimiento generado a partir del recuento de publicaciones y su aportación porcentual al total de trabajos producidos en Cataluña. En segundo lugar, describen la evolución de la investigación a lo largo del tiempo, tratando de establecer los períodos clave de la Comunidad Autónoma. Por último, valoran la actividad en las distintas áreas temáticas, dando cuenta del volumen y de la especialización temática institucional.

Indicador Ndoc (producción total): señala el número de documentos de cualquier tipo en los que interviene al menos un autor que trabaje en una institución catalana. La segregación por áreas temáticas de la producción total impide la realización de comparaciones, por cuanto tanto los entornos como las propias características de los ciclos productivos de cada disciplina afectan de forma considerable en los resultados finales. La identificación de los autores se realiza mediante la comprobación sistemática de su pertenencia a alguna de las instituciones de investigación radicadas en Cataluña través de la filiación institucional recogida en el campo correspondiente del registro de la base de datos de *Scopus*. La información

recogida en este campo presenta la peculiaridad de no ser única, es decir, cabe la posibilidad de existir más de una ocurrencia, esto es, pueden existir *m* autores con *n* direcciones donde *m>=n*, desconociéndose el centro de trabajo de los autores. Ante la imposibilidad inherente a este tipo de trabajos de investigación de determinar la parte proporcional del trabajo que correspondería a cada autor, y por ende a cada centro, se ha optado por el empleo de recuentos completos de autoría. De esta forma, en ocasiones, los totales absolutos o porcentuales no cuadran con la tabla completa, ya que se producen solapamientos que no son computados en los totales.

$$Ndoc = doc_1 + doc_x + K + doc_n$$

Indicador %Ndoc: presenta el porcentaje de trabajos respecto al total de documentos diferentes del nivel señalado. Permite estimar el grado de participación de una institución, comunidad, disciplina o cualquier otro nivel de agregación en el conjunto de la producción que se considere. Ha sido calculado sólo para comparaciones generales, con el fin de observar la presencia de la producción institucional. La comparación entre los porcentajes de distintas áreas temáticas no es indicativa de la contribución o peso real en el dominio considerado (nacional, regional, institucional o sectorial).

$$\%Ndoc = \frac{Ndoc}{\sum Ndoc} \times 100$$

Indicador Tasa de crecimiento: la TC muestra el aumento productivo que el dominio (departamento/institución) realiza respecto al año anterior. Es, por tanto, la diferencia porcentual del número de trabajos en relación con el período anterior. Su cálculo anual permite calibrar la evolución del agregado a lo largo del período analizado.

$$TC_n = \frac{Ndoc_n - Ndoc_{n-1}}{Ndoc_{n-1}} \times 100$$

Índice de Actividad (*Activity Index*): refleja la actividad relativa en un área temática determinada a través del nivel de especialización, entendida como el esfuerzo relativo que la comunidad desarrolla en una disciplina concreta.

$$Activity\ Index_{clase} = \frac{Ndoc_{clase1(Cataluña)} \Big/ Ndoc_{\sum clases(Cataluña)}}{Ndoc_{clase1(dominio)} \Big/ Ndoc_{\sum clases(dominio)}}$$

Indicadores para la Dimensión Cualitativa de la Producción Científica

La elección de una batería de indicadores bibliométricos que proporcionen una visión que nos permita una aproximación a la "calidad" asociada a la producción científica de Cataluña, nos lleva a tener presente que nuestro propósito es ofrecer información válida y útil a los responsables de política científica. Por tanto, es preciso elegir un aspecto de la calidad con una significación práctica y que, simultáneamente, pueda cumplir los requisitos necesarios para evitar la arbitrariedad, además de ofrecer información equiparable entre grandes cantidades de datos. En el terreno de la política científica es muy bien valorada la capacidad de elaboración de análisis cualitativos que permitan fundamentar la toma de decisiones a partir de una serie de indicadores, que ayudan a describir los rasgos fundamentales del sistema objeto de evaluación. Los responsables de la política científica se interesan por los indicadores de calidad, fundamentalmente desde la perspectiva estratégica y por eso necesitan una valoración relativa más que absoluta que les permita comparar entre sistemas o conocer la evolución de uno concreto.

Se entiende por *calidad-visibilidad*, el impacto de cada publicación medido a partir del número real de citas recibidas por un trabajo. De esta forma, se analiza la repercusión que la difusión del conocimiento científico logra en la comunidad científica en todos los niveles de agregación posibles y cuya unidad de análisis es la cita bibliográfica.

Al igual que en el bloque anterior se recogen indicadores de volumen, en tanto en cuanto el número de documentos da cuenta de la cantidad de conocimiento generado, y el número de citas recibidas de la cantidad de conocimiento transferido y utilizado. En principio, la cuestión del tamaño en un bloque incidirá en el otro y será un indicador de la capacidad investigadora del agregado a estudiar. Lo que se espera es que una mayor producción se corresponda con una mayor visibilidad, dando cuenta de los recursos tanto económicos como intelectuales involucrados en la actividad investigadora de la comunidad.

Ncit: número de citas recibidas por el agregado. Este indicador absoluto decrece a medida que se aproxima al presente, sirviendo de ejemplo para el proceso de uso y consumo de la información. La inclinación de la curva descendente dependerá en gran medida de los hábitos de publicación del área. Su utilidad informativa aumentará si se relativiza y/o compara con otros indicadores y dominios.

$$Ncit = ncit_1 + ncit_2 + \cdots ncit_n$$

Ndoc cit: es el número de documentos de cualquier tipo que reciben al menos una cita durante el período analizado. Aunque se trata de un indicador simple, es muy informativo ya que un elevado porcentaje de producción jamás se cita, y este indicador permite cuantificar las fortalezas o debilidades de los agregados en la transferencia del conocimiento.

%Ndoc cit: representa porcentualmente el número de documentos citados sobre el total de los producidos. Estima el grado de visibilidad alcanzado por el agregado objeto de estudio.

$$\%Ndoc\ cit = \frac{Ndoc\ cit}{Ndoc} \times 100$$

Cpd (citas por documento): es el promedio de citas recibidas por el total de la producción científica. Es un indicador importante capaz de relativizar los

tamaños ponderando las dos dimensiones: cantidad y visibilidad. No está exento del sesgo propio de los hábitos de publicación y citación de las distintas áreas temáticas, pero al igual que el Ndoc cit es extremadamente informativo.

$$Cpd = \frac{Ncit}{Ndoc}$$

***SCImago Journal Rank* medio normalizado (ASSJR):** es el promedio del SJR normalizado. Si un trabajo presenta varios SSJR, como consecuencia de su adscripción a diferentes categorías, se empleará el mayor de los valores (SJR, 2007).

Indicador Potencial Investigador (PI): para establecer las fortalezas o debilidades de un agregado a partir del indicador de visibilidad que posean los distintos documentos producidos por él se calcula el Potencial Investigador (Moya Anegón, F. de dir., Chinchilla Rodríguez, Z. coord., Corera Álvarez, E., Herrero Solana, V., Muñoz Fernández, F. J., Navarrete Cortés, J. y Vargas Quesada, B., 2004). Este indicador pondera el valor del SJR en función del número de documentos considerados para el dominio analizado. En definitiva, establece una relación entre la visibilidad de los trabajos y el número de ellos publicados durante el período por la institución:

$$PI = \sum (Ndocc \times ASSJR)$$

Índice de Atracción (IA): al igual que sucede en el análisis de la dimensión cuantitativa, es necesario calcular el índice de especialización para conocer el grado de actividad de un agregado, en la dimensión cualitativa. Para ello se emplea el índice de atracción, encargado de caracterizar la visibilidad relativa a partir del número de citas que atrae. Su definición implica la existencia de agregados que superen las medias de referencia a expensas de no alcanzarlas en otros. Un valor de IA igual a 1 indica que las citas recibidas por un agregado se corresponden con la media regional, nacional o mundial,

dependiendo del dominio comparativo empleado. Un valor de IA mayor que 1 representa un valor añadido, una *fortaleza* para el agregado ya que supera los dominios de referencia. Un valor menor que uno supone un incentivo de mejora para el agregado.

$$Atraction\ Index_{clase} = \frac{Ncit_{clase1(Cataluña)} \Big/ Ncit_{\sum clases(Cataluña)}}{Ncit_{clase1(dominio)} \Big/ Ncit_{\sum clases(dominio)}}$$

Citación Normalizada (Cit Norm): conocido también como *crown indicator*, este indicador compara el número medio de citas de las publicaciones de un agregado, en este caso la producción producida en Cataluña , con el número medio de citas de la producción mundial en un mismo período y área temática. Se calcula a partir del *item oriented field normalized citation score average* del *Karolinska Institutet* de Suecia, fórmula que permite la normalización de los valores de citación para artículos individuales:

$$[\bar{c}]_f = \frac{\sum_{i=1}^{P} c_i}{\sum_{i=1}^{P} [\bar{\mu}_f]_i}$$

Donde: *P* es el número de publicaciones, c_i es el número de citas de la publicación *i*, y $[\bar{\mu}_f]_i$ es el valor medio de citas de las publicaciones del mismo tipo, publicadas el mismo año y en el mismo campo científico que el del artículo *i* (Rehn C et al., 2007), (Rehn C y Kronman U, 2008).

Los valores de este indicador se presentan como números decimales, y relacionan el resultado respecto a la media mundial normalizada, igual a 1. Por ejemplo, un valor de citación normalizada de 0.8 supondrá que la institución es citada un 20% menos que la media mundial; análogamente, una citación normalizada de 1.3 indicará que la producción de la institución es citada un 30% más que el promedio mundial.

Indicadores para la Dimensión Estructural y de Relaciones de la Producción Científica

La obtención de información para la elaboración de una imagen que muestre la estructura y relaciones producidas de forma consciente por parte de los agentes productores de la literatura científica analizada, así como las establecidas a partir de contenidos temáticos de las publicaciones, ha sido siempre realizada mediante análisis bibliométricos basados en el principio de co-ocurrencia. Cuando este principio es aplicado a los agentes productores, en cualquiera de sus niveles o unidades, proporciona un conjunto de indicadores capaces de medir la colaboración. Cuando es referido a elementos de la publicación que caractericen de algún modo sus contenidos informativos, hablamos de indicadores capaces de establecer las relaciones estructurales temáticas. En este apartado, los indicadores elaborados para el estudio de la dimensión estructural y relacional se han subdividido en representaciones multivariadas e indicadores de colaboración científica.

Representaciones multivariadas

Dado que los análisis de la producción científica adquieren mayor valor cuando permiten la realización de comparaciones, este apartado trata de posicionar a cada agregado en relación con los dominios geográficos de referencia. Esa posición relativa al dominio geográfico se puede analizar desde el punto de vista cuantitativo (producción) y cualitativo (impacto). Por un lado, el número de publicaciones de un departamento y su contribución al total regional, nacional o internacional y, por otro lado, el impacto y la visibilidad de su producción, preferiblemente desagregada por áreas temáticas. Uno de los objetivos de los responsables de la evaluación de la investigación es la identificación de las zonas más punteras de las disciplinas científicas, es decir, determinar cuáles son las fortalezas y debilidades de cada una de las comunidades, para su posterior fomento o incentivación en el caso de las debilidades o para su consolidación y proyección internacional, en el caso de las fortalezas.

Las variables proyectadas puede ser: producción absoluta (tamaño de la esfera), índice de atracción, índice de actividad o especialización temática, citas por documento, citación normalizada, etc. El gráfico mostrará cuatro cuadrantes. Independientemente de las variables que se representen, el objetivo final es posicionar los agregados según su relevancia científica, para detectar las fortalezas (cuadrante superior derecho) y debilidades investigadoras (cuadrante inferior izquierdo). En su caso, el cuadrante superior derecho mostrará los agregados con una mayor relevancia y/o excelencia científica ya que en ellos concurren combinaciones por encima de la media del dominio (geográfico o científico). A ello incorporan, como ya se ha indicado, la producción absoluta, ya que no es equiparable la posición de una pequeña cantidad de documentos en un área relevante que una gran cantidad de trabajos. Por el contrario, en el cuadrante inferior izquierdo se situarán los agregados que no logren superar las medias del dominio.

Indicadores de Colaboración Científica

Este apartado se centra en el análisis de la coautoría a partir del número de autores firmantes por documento para conocer el grado de colaboración entre científicos. En cuanto al nivel geográfico de colaboración se han establecido diferentes tasas que van desde el ámbito regional al internacional, a partir de las cuales analizar las distintas perspectivas de asociación institucional, regional y por países. En el caso institucional, se calcula el porcentaje de documentos en los que sólo aparece la institución firmante (*Sin Colaboración*), independientemente de que participen en él distintos grupos de investigación o departamentos de la misma entidad. *Colaboración Nacional* para la asociación con al menos otra institución diferente de la Universidad, *Colaboración Nacional e Internacional* para aquellos documentos firmados por instituciones de dos o más comunidades autónomas y alguna institución extranjera, y finalmente se ha calculado la tasa de *Colaboración Internacional* donde aparecen investigadores que trabajan en instituciones catalanas firmando exclusivamente con científicos de instituciones extranjeras. Con estos indicadores también es posible conocer los patrones de colaboración de las diferentes disciplinas temáticas,

y con ello obtener el nivel de integración en la producción mundial de la institución.

Índice de Coautoría: la colaboración entre los autores es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que puede ser el reflejo de la tendencia de los grupos de investigación a aumentar la eficiencia de sus recursos, incrementando la cantidad y calidad de los documentos que publican mediante la búsqueda de una colaboración más intensa con otros científicos. Hay trabajos que asocian un mayor índice de coautoría con un mayor impacto y calidad de los trabajos, y con una mayor productividad de los autores. También se ha encontrado una mayor productividad y visibilidad de los científicos españoles cuando trabajan en colaboración (Bordons M et al., 1996) así como un aumento de ésta cuando publican sus trabajos en revistas internacionales de mayor prestigio. Por todo ello, los grupos de investigación de la mayoría de las disciplinas científicas tienden a aumentar el número de sus componentes.

Tasas de Colaboración Institucional: este indicador analiza el número de co-publicaciones. Es un parámetro útil para establecer la capacidad de los investigadores catalanes a la hora de materializar vínculos y analizarlos posteriormente desde una perspectiva temporal. Es preciso recordar que este tipo de indicadores se centran exclusivamente en aquellas colaboraciones exitosas, es decir, las que han producido resultados publicados. El aumento de la colaboración es uno de los fenómenos más visibles de entre los que han conformado la transformación que la ciencia ha experimentado a lo largo de la historia. Desde los estudios de Price hasta nuestros días, la colaboración científica se ha convertido en la norma y no en la excepción (Katz, J. S. y Martin, B. R. 1997); sin embargo, esta afirmación está condicionada por factores tales como la disciplina analizada e incluso por variaciones que pueden darse entre las especialidades de un área temática específica. La tasa de colaboración es el porcentaje de documentos firmados por más de un agregado. Este indicador se ha subdividido en:

- ***Documentos sin colaboración:*** bajo esta etiqueta aparecen los documentos en los que sólo aparece una institución española. Las publicaciones firmadas por dos o más científicos del mismo grupo de investigación, o autores de dos o más departamentos de la misma organización se computan en este bloque.
- ***Colaboración nacional neta:*** los documentos que estén firmados por más de una institución española.
- ***Colaboración nacional:*** los documentos en los que participa más de una institución española, independientemente de que participen además otras instituciones extranjeras.
- ***Colaboración internacional:*** los documentos firmados por más de un país. En estos dos últimos bloques existe solapamiento ya que puede haber documentos firmados por dos o más instituciones españolas y una o más extranjeras. En este caso los documentos se computan en los dos tipos.

Índice de Visibilidad según Tipo de Colaboración (VtC): es la aportación en términos de visibilidad del número de publicaciones y el rango de las autorías. Se calcula a partir de Ndoc-Col (Documentos en colaboración) y de Cpd (Citas por Documento).

% Colaboración internacional: es el porcentaje de co-publicaciones con los distintos países colaboradores. Con este indicador se aprecia el incremento o decremento de la producción en el período estudiado y la aparición o desaparición de países colaboradores.

1.3 Limitaciones del Estudio

Este trabajo se centra exclusivamente en los output obtenidos a partir de las investigaciones científicas publicadas, es decir, sólo analiza aquellos resultados que utilizan las revistas científicas como vehículo de comunicación, y en particular, las publicaciones recogidas en la base de datos *Scopus* de Elsevier, por ser el principal producto de la labor científica y

ser común a la mayor parte de las disciplinas. Quedan por tanto excluidos otros resultados propios de la investigación y la innovación tecnológica.

La evaluación exclusiva de los resultados publicados en canales formales internacionales es una limitación inherente a los indicadores bibliométricos, puesto que estos descartan cualquier otra forma de expresión científica. Sin embargo, los teóricos de la Bibliometría apuntan a que la literatura internacional es una muestra suficientemente significativa, ya que la mayor parte de lo que circula en circuitos informales termina publicándose en canales formales y, aunque esto no sucede siempre, la confirman como un ejemplo representativo de la actividad científica de ámbito internacional.

Estos métodos de evaluación basados en producción científica pueden acarrear consecuencias negativas capaces de pervertir el sistema de generación del conocimiento (Moed HF, 2008). Es la denominada reflexividad de los indicadores cienciométricos, que puede inducir cambios en las pautas de comunicación científica, o lo que es lo mismo, el desarrollo por parte de los agregados interesados de conductas que se adaptan a los requerimientos de la evaluación, subvirtiendo en ocasiones las buenas prácticas científicas e investigadoras.

Pese a todo, la evaluación a través de indicadores bibliométricos es tremendamente útil. Disponer de indicadores, estudiar sus sesgos y minimizar sus efectos negativos, debe ser una constante. La mayor parte de los problemas pueden ser minimizados utilizando una gran variedad de indicadores y éstos, a su vez, deben ser complementados y contrastados con otro tipo de análisis y perspectivas, como el sistema de revisión por expertos, los retornos económicos generados por la investigación o la capacidad tecnológica adquirida entre otros.

2. Producción Científica de Cataluña

Las instituciones de investigación de Cataluña son muy productivas en ciencia base, a juzgar por los indicadores bibliométricos que se derivan de los análisis estadísticos de la literatura científica (**Tabla 2**).

Tabla 2. Indicadores básicos de la producción científica de Cataluña. 2003-2008

Año	Ndoc	Citas	Citas x doc	% Doc cit	Col Internal	ASSJR	PI	Cit Norm	Q1
2003	8269	122893	14,86	81,65	33,72	0,98	7530,6	1,34	54,52
2004	10029	111700	11,14	75,04	33,18	0,96	8513,77	1,29	48,66
2005	11121	101378	9,12	72,17	34,84	0,95	9399,83	1,38	48,14
2006	12209	85459	7	71,91	37,9	0,97	11065,73	1,39	49,91
2007	13319	57500	4,32	64,33	38,7	0,97	11988,35	1,5	49,84
2008	14781	23436	1,59	43,65	41,71	0,99	13364,4	1,4	51,99
Total 03-08	69728	502366	7,2	66,12	37,2	0,97	61862,7	1,4	50,42

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Los investigadores que trabajan en Cataluña están entre quienes más contribuyen a la ciencia internacional en España, tal y como queda reflejado en las revistas internacionales científicas y técnicas arbitradas. El total de la producción alcanza los 15.000 trabajos en 2008, obteniendo un 66,12% de sus trabajos citación en el período.

Tabla 3. Producción científica absoluta por CC.AA. 2003-2008

	Region	Country	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
1	Madrid		11582	12638	14766	16737	18208	19724	93655
2	Catalonia		8269	10029	11121	12209	13319	14781	69728
3	Andalucia		5002	5533	6147	7143	7566	8175	39566
4	Valencia		3938	4414	4926	5756	6314	6757	32105
5	Galicia		2276	2379	2660	3087	3217	3540	17159
6	Castilla y Leon		1783	2010	2168	2447	2605	2841	13854
7	Pais Vasco		1442	1590	1758	2115	2276	2539	11720
8	Aragon		1173	1309	1475	1779	1874	2094	9704
9	Canarias		1107	1266	1319	1633	1621	1741	8687
10	Asturias		1134	1225	1240	1481	1592	1863	8535
11	Murcia		882	961	1215	1300	1472	1607	7437
12	Navarra		884	997	1102	1167	1371	1373	6894
13	Castilla-La Mancha		644	784	917	1110	1380	1396	6231
14	Cantabria		500	588	691	775	866	1030	4450
15	Extremadura		451	555	608	685	759	738	3796
16	Baleares		455	526	593	655	648	769	3646
17	La Rioja		115	126	137	175	175	178	906

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

De las diez y siete Comunidades Autónomas, Cataluña ocupa el segundo

puesto por producción y contribuye en el período al 26,6% del total de la producción española entre 2003-2008, por delante de Valencia, Andalucía y el País Vasco como puede apreciarse en la tabla ordenada por producción absoluta (**Tabla 3**).

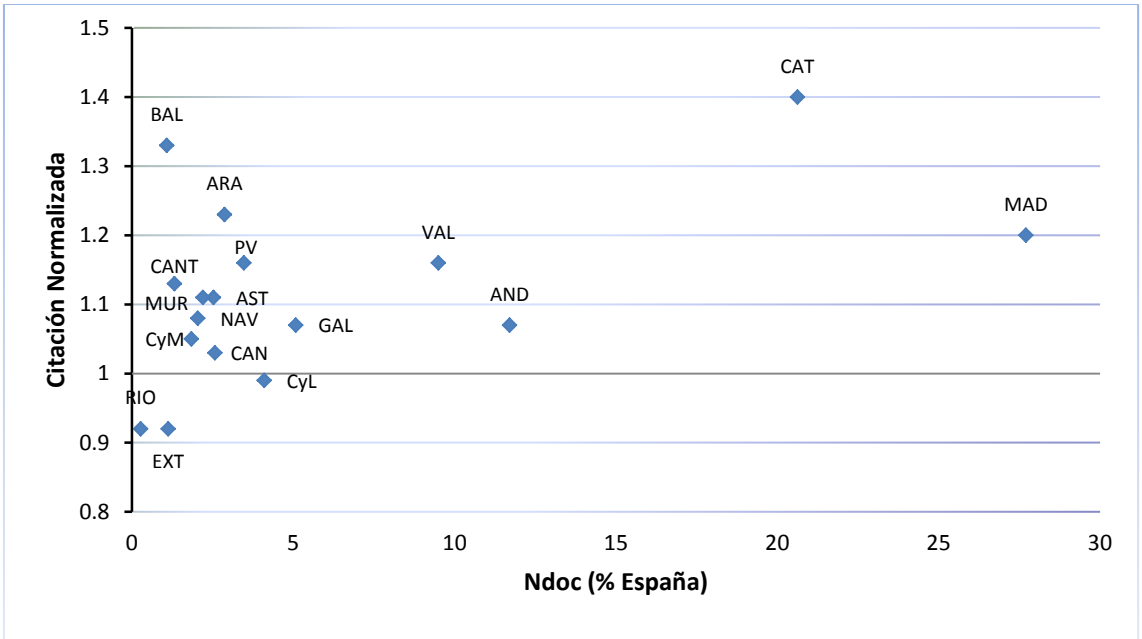


Fig. 1 Distribución de CC.AA. según producción relativa a España y citación normalizada. 2003-2008. Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La ciencia producida en Cataluña, sin embargo es la de más alta calidad respecto de la que se produce en otras Comunidades Autónomas a juzgar por el impacto que reciben sus publicaciones dentro de la literatura científica y técnica internacional. Aunque ocupa la sexta posición por el porcentaje de documentos que reciben citas, estando Baleares, Madrid, Galicia, Andalucía y Asturias por delante, sin embargo es la producción que recibe el mayor número de citas por documentos de toda España (7,2) y ocupa el primer lugar también si se mide el impacto por el valor de la citación normalizada relativa a España: su producción recibe un 40% más de citas que la media nacional (**Fig. 1**)

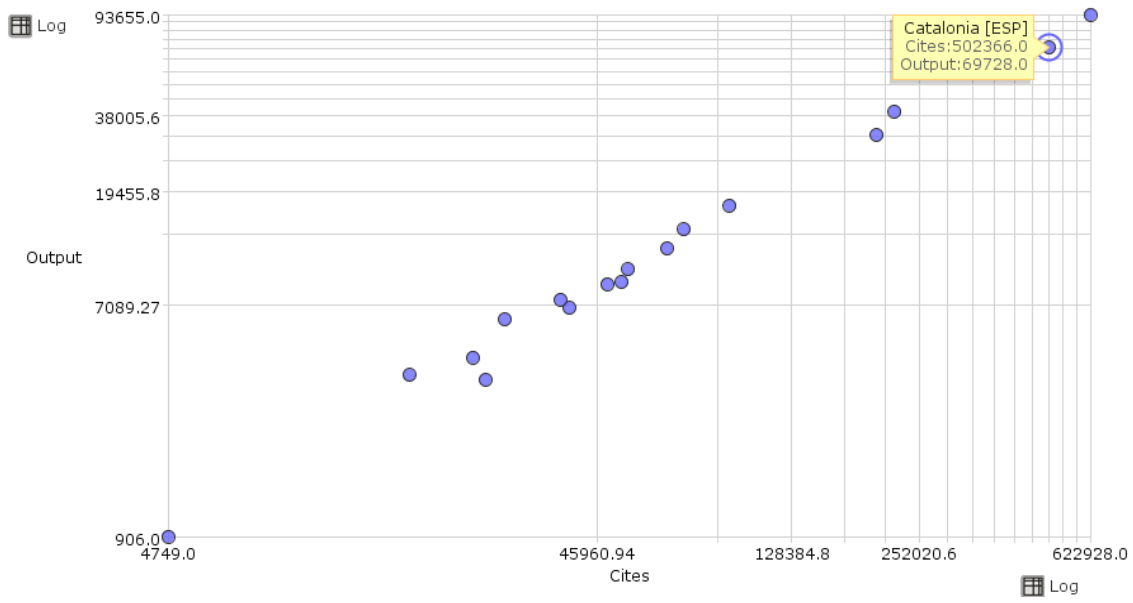


Fig. 2 Distribución de CCAA por producción y citación observada. 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Lógicamente al ocupar el segundo lugar por producción, no ocupa el primero por el número absoluto de citas, al ser éste último un indicador dependiente del volumen de trabajos que se publica (**Fig.2**). Sin embargo, cuando se ponen en relación un indicador que es independiente del tamaño y del perfil de investigación que tengan las distintas Comunidades Autónomas, como es la citación normalizada, la producción de Cataluña queda en el primer lugar (**Fig. 3**). En resumen, la producción catalana es la más visible y la de mayor calidad de toda España atendiendo a este indicador (**Fig. 4**).

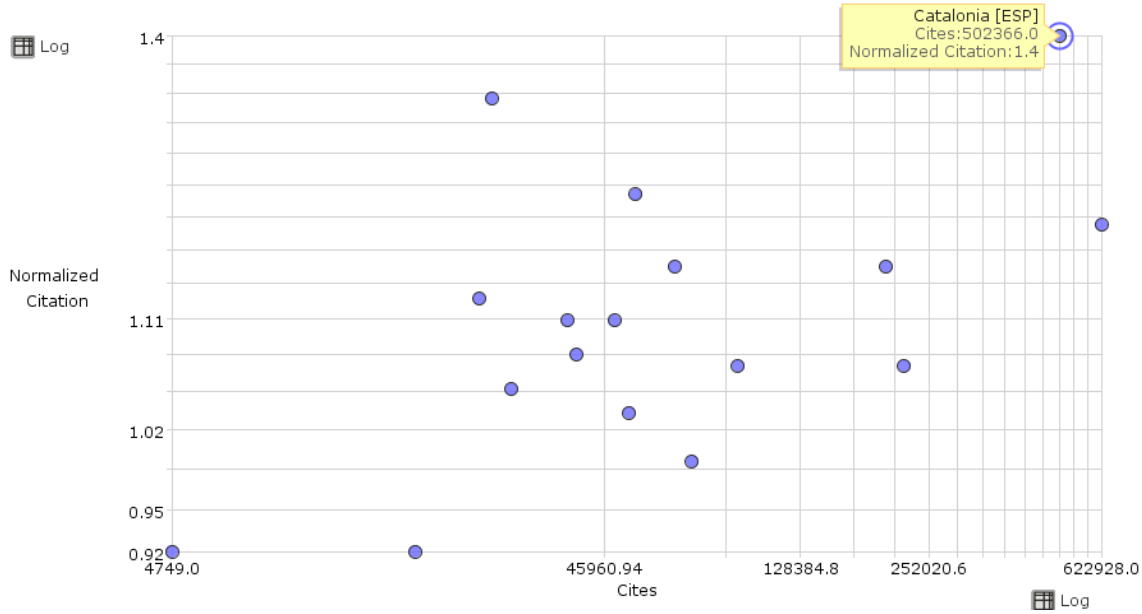


Fig. 3 Distribución de CCAA según citación normalizada y citación observada. 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

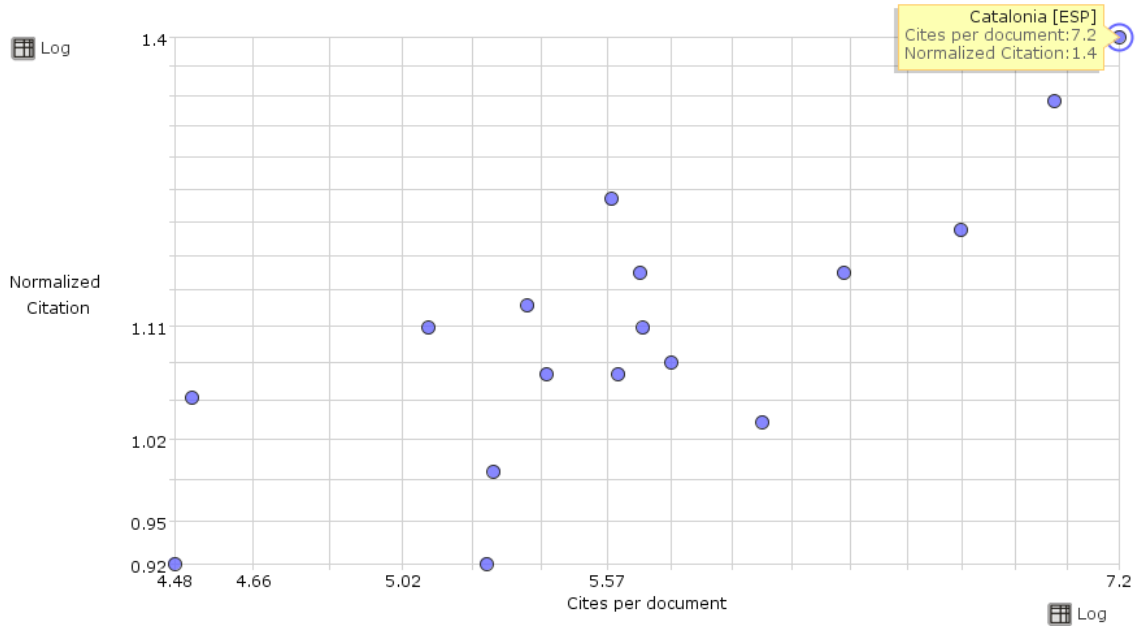


Fig. 4 Distribución de CCAA según citas por documento y citación normalizada. 2003-2009.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Las tasas de crecimiento cuantifican el progreso o retraso que experimenta un país en un determinado aspecto y en un período determinado. En nuestro estas tasas permiten realizar matizaciones sobre la posición de Cataluña respecto a España y Cataluña. En efecto, la producción catalana sigue una tendencia de evolución respecto de la producción científica similar a la española y a la del Mundo (**Fig.5**). En dos años, 2005 y 2006, las tasas interanuales están por debajo de las del conjunto de España, pero a partir

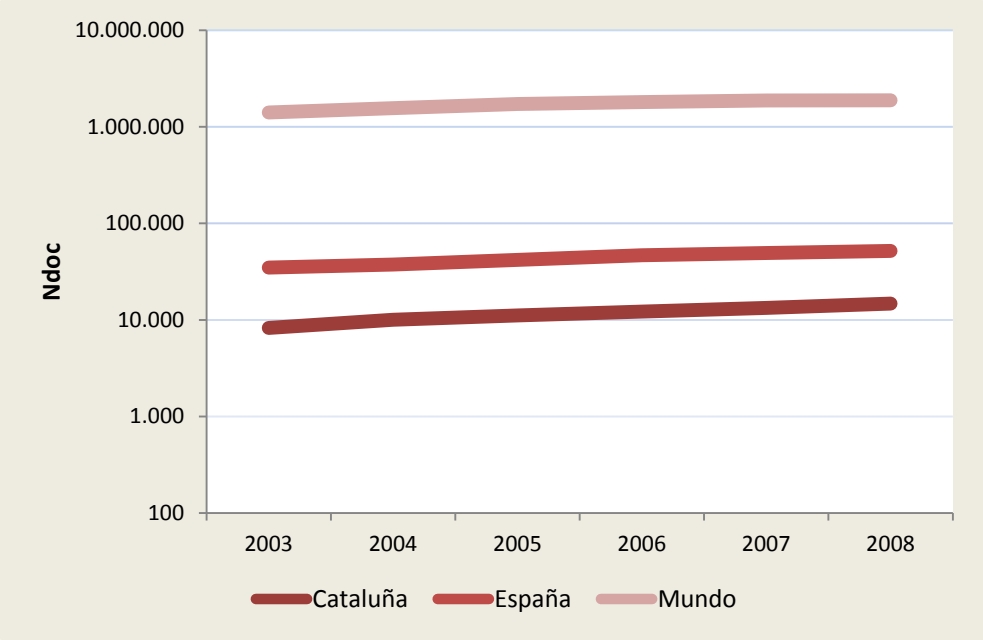


Fig. 5 Evolución de la producción absoluta. Mundo, España, Cataluña. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

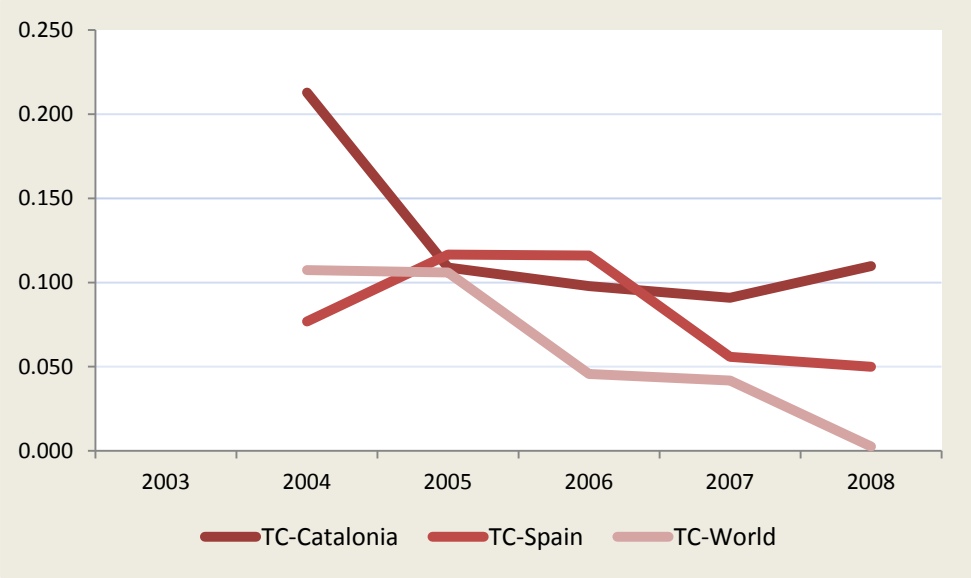


Fig. 6 Tasa interanual de crecimiento de la producción: Cataluña, España, Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

de 2007 el diferencial de Cataluña respecto a España se incrementa con valores positivos, 0,035 y 0,060 respectivamente, a favor de la primera (**Fig. 6**).

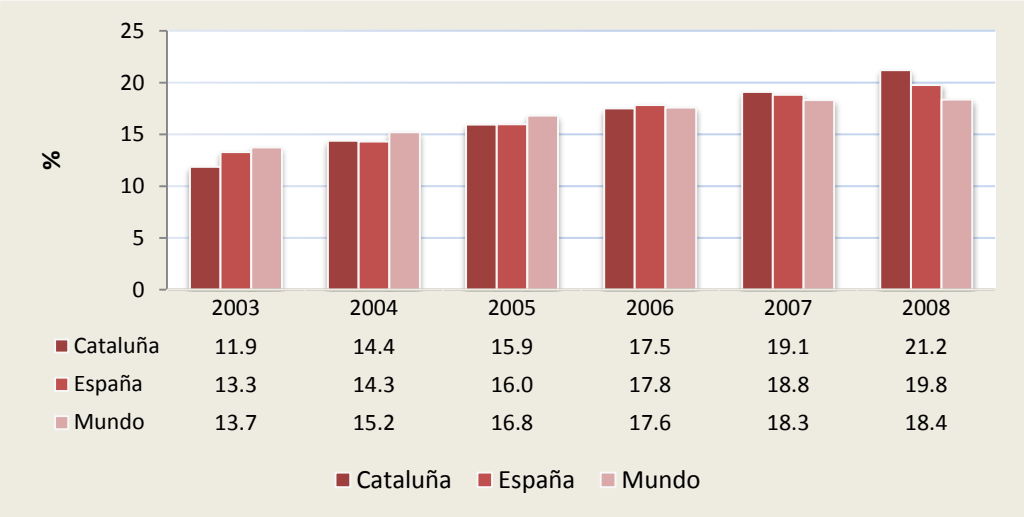


Fig. 7 Evolución de la producción absoluta anual, Cataluña, España, Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

De este modo, el ritmo de crecimiento de la producción en Cataluña se ha incrementado en los últimos años, apuntándose, quizás, un cambio de tendencia para próximos años. Si en 2003, la producción catalana sólo suponía el 11,9% del total del período, en 2008 este porcentaje es ya del 21,2% (**Fig.7**), frente al 19,8% de España o el 18,4 del mundo. El ritmo de

crecimiento es superior, por tanto al de los dos agregados de referencia. De hecho, el porcentaje de participación de la producción catalana respecto de España ha crecido en el sexenio al igual que respecto del mundo, en un

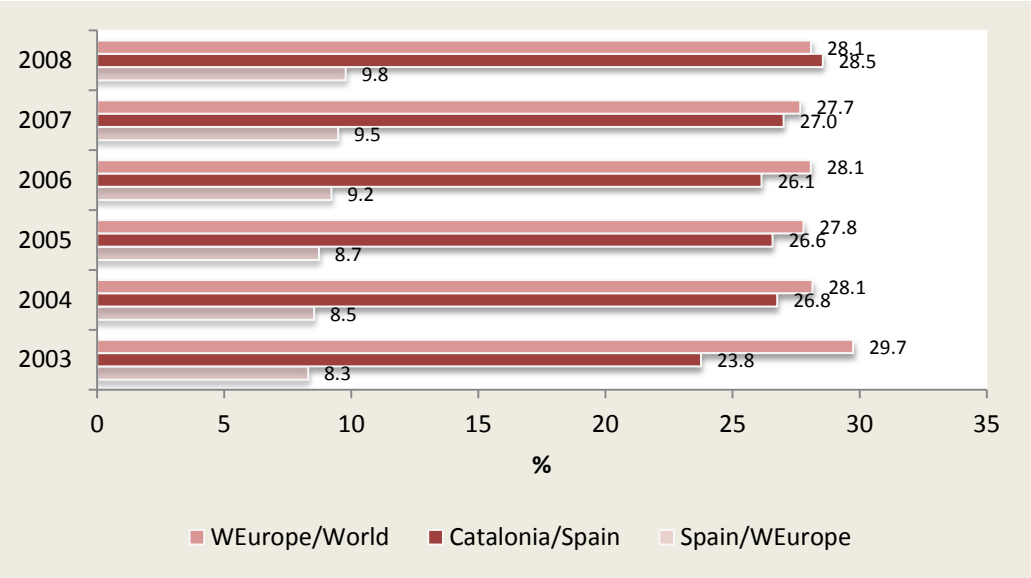


Fig. 8 Producción relativa al dominio geográfico de referencia. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

contexto en el que la producción de los países de la Europa Occidental disminuye respecto de la del mundo, mientras que crece gradualmente la española respecto de la europea (**Fig. 8 y 9**)

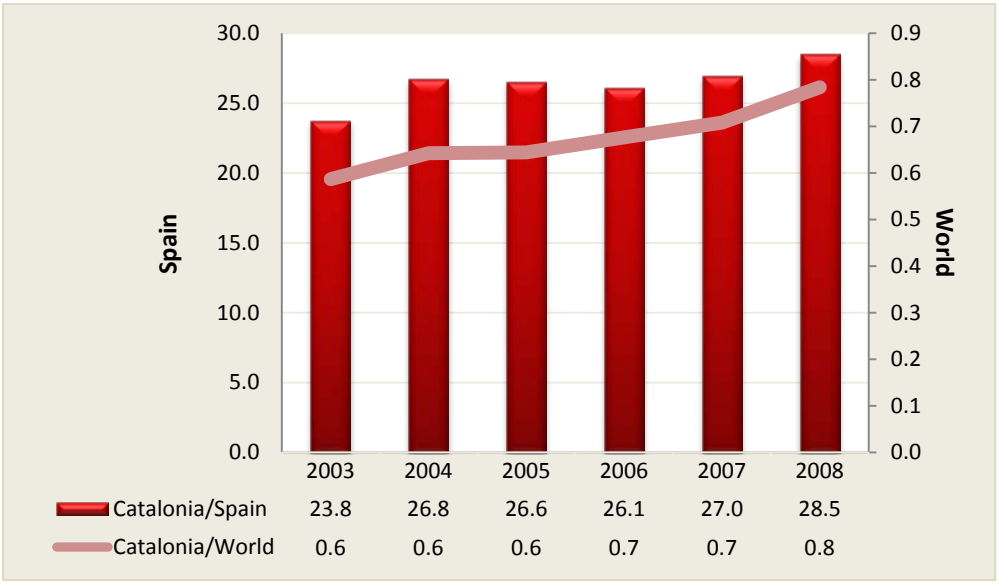


Fig. 9 Evolución de la representatividad de la producción de Cataluña en España y el Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Cuando los patrones de publicación se analizan en Bibliometría, normalmente sólo son los tipos de documentos relevantes los que se toman en consideración. Es decir, aquellos tipos de documentos que expresan o transfieren información científica relevante. Esos tipos documentales son, en particular, los tipos documentales del tipo *artículos*, *cartas*, *notas* y *revisiones*. Los resúmenes de congresos, los editoriales, las erratas/correcciones, las rectificaciones, las revisiones de libros y otros tipos documentales, que no se han mencionado en la lista de más arriba, son objeto de estudios específicos

Tabla 4. Producción absoluta según tipo documental. 2003-2008

	Article	Conference Paper	Review	Editorial	Erratum	Letter	Note	Short Survey	Article in Press	Abstract Report
2003	5777	1107	832	156	24	285	45	43		
2004	6436	1527	948	163	20	308	525	102		
2005	6931	1975	1019	180	24	335	580	77		
2006	8492	1785	1135	229	32	380	64	91		
2007	9296	2071	994	287	44	395	115	107	10	
2008	10520	1933	1108	283	50	453	128	125	181	

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Los tipos documentales empleados en la comunidad científica catalana son principalmente artículos que suponen el 70% como media en el período, las comunicaciones a congresos representan el 14,3%, las revisiones son del 8,2% y las notas el 0,9%. El resto se reparte en editoriales, erratas, encuestas y artículos en prensa (**Tabla 4**). El tipo de documento que se elige como canal preferente de comunicación influye, entre otros factores, en el impacto de la citación que obtenga y por eso puede influir en los valores que se obtengan

en determinadas especialidades, donde el artículo no sea el tipo predominante elegido por los autores que pertenecen a esa comunidad.

Tabla 5. Producción absoluta según tipo documental. Áreas temáticas. 2003-2008

Subject Areas	Article	Conference Paper	Review	Editorial	Others
Medicine	64%	5%	16%	4%	12%
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	70%	4%	10%	1%	14%
Chemistry	89%	6%	4%	0%	1%
Agricultural and Biological Sciences	89%	5%	4%	0%	2%
Physics and Astronomy	82%	15%	2%	0%	1%
Mathematics	66%	31%	2%	1%	1%
Engineering	52%	44%	2%	1%	1%
Environmental Science	88%	5%	4%	0%	2%
Earth and Planetary Sciences	82%	12%	3%	1%	1%
Immunology and Microbiology	83%	2%	9%	1%	5%
Computer Science	46%	50%	2%	2%	1%
Materials Science	72%	25%	1%	0%	1%
Chemical Engineering	80%	15%	4%	0%	1%
Neuroscience	84%	4%	9%	1%	3%
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	69%	5%	18%	4%	6%
Social Sciences	80%	5%	12%	1%	2%
Economics, Econometrics and Finance	83%	6%	8%	1%	3%
Veterinary	89%	2%	4%	0%	4%
Arts and Humanities	82%	3%	11%	2%	1%
Psychology	83%	2%	13%	1%	2%
Business, Management and Accounting	78%	8%	12%	1%	2%
Nursing	57%	3%	14%	3%	22%
General	86%	1%	4%		9%
Decision Sciences	86%	8%	3%	1%	2%

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

De hecho, si se observan los datos de distribución de tipos documentales según las áreas temáticas (**Tabla 5**), el artículo académico es el tipo dominante de publicación en todos los campos, salvo en Computación. Hay varios campos cuyos porcentajes de publicación en la forma de comunicaciones de congresos, son superiores al 15%. Son áreas relacionadas con las ciencias básicas, las ingenierías (44%) y la computación (50%).En

enfermería, el porcentaje de artículos es el menor de entre todas las categorías (57%)

2.1 Perfiles de publicación en áreas de investigación

La asignación por materias es necesaria para describir la actividad de publicación en una determinada área temática, subcampo o categoría. Las publicaciones pueden asignarse mediante tres procedimientos:

a) Mediante códigos o encabezamientos de materias
b) Mediante palabras claves o
c) A partir de las clasificaciones de la revistas

Scopus clasifica las 17124 revistas en 27 áreas temáticas y en más de 313 categorías o especialidades que son las que se siguen en este informe. El esquema de clasificación por las 27 áreas temáticas de *Scopus*, al igual que en otras bases internacionales y multidisciplinares (*Web of Science* de *Thomson Scientific*), no se establece asignando directamente las materias a nivel de artículo. El esquema de áreas que emplea se basa en un método indirecto de asignación de materias. Los artículos heredan la(s) materia(s) en la que está asignada cada revista en la que ha sido publicado el artículo. Es lo que se conoce como adscripción temática mediante la "clase de revista" o "*journal class*"; en definitiva, en ausencia de una clasificación de los campos científicos universalmente aceptada, se adopta un enfoque pragmático (Glänzel, Schubert, 2003).

La dispersión temática mide el número de categorías o subcampos en los que publican los investigadores y no refleja sino la amplitud de temas en los que una determinada comunidad trabaja según quedan reflejados en la literatura académica clasificada. En el caso de Cataluña, el paso del tiempo no ha hecho sino incrementar esta dispersión temática (**Fig.10**).

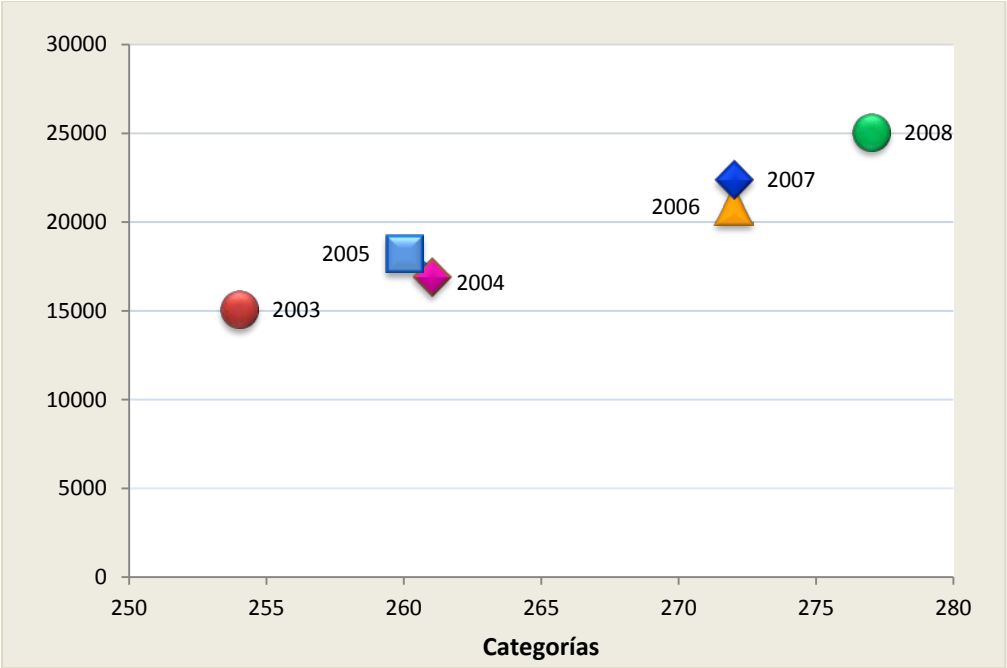


Fig. 10 Dispersión temática de la producción. Cataluña. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Una de las características contemporáneas de la ciencia, es que es sumamente especializada. La competencia por los recursos y por el reconocimiento lleva a la comunidad científica a diferenciar su trabajo en campos o áreas de problemas. El incremento de la dispersión temática de la producción puede entenderse como un indicador aproximado de la búsqueda de temas novedosos y originales por parte de la comunidad (**Fig. 11**). También es consecuencia de la implantación de nuevas áreas de estudios en el sistema académico universitario y reflejo de forma indirecta del tamaño de la comunidad de investigadores, capaces de abarcar trabajos en todo tipo de disciplinas.

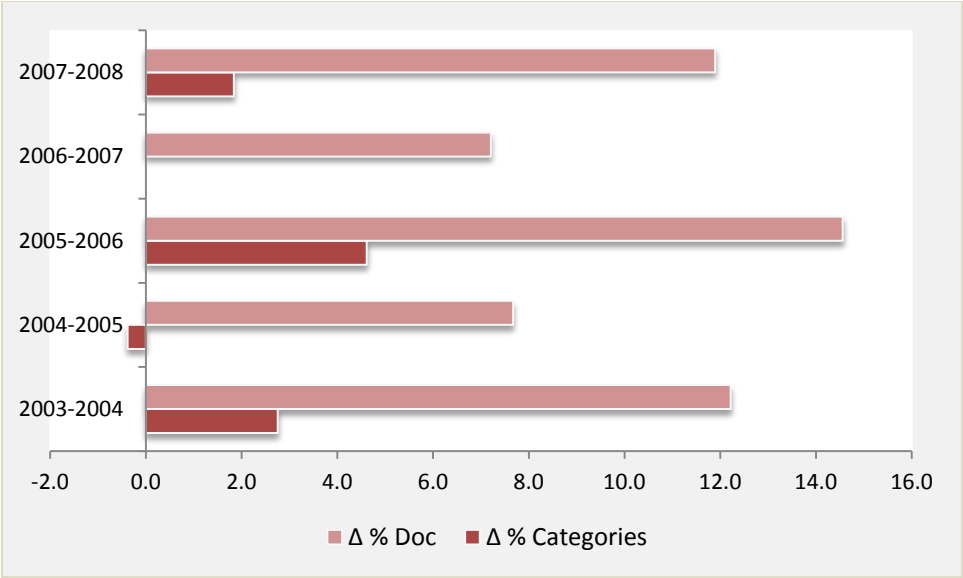


Fig. 11 Tasas de crecimiento de la dispersión temática y de la producción. Cataluña. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Además de las tendencias y de la actividad de publicación medida por sus porcentajes, hay otro tema en la investigación bibliométrica sobre la productividad científica en un macro nivel como Cataluña. Este tema es el análisis de los *perfiles de publicación*. Los perfiles pueden definirse con perspectivas diferentes, por ejemplo para conocer el grado de especialización temática, el de participación de distintos sectores o la procedencia de la financiación. Habitualmente se usan dos tipos de indicadores: el porcentaje de publicación en un área temática determinada, sobre el total de publicaciones de la unidad de análisis y un indicador relativo, el índice de actividad.

Se pueden distinguir cuatro perfiles o patrones básicos:

I. el "modelo occidental", que es el perfil característicos desarrollado por los países Occidentales, en el que la Medicina Clínica y la investigación biomédica son las áreas y campos dominantes
II. el patrón seguido por los países del antiguo bloque socialista o economías en transición, como China, con un modelo presidido por una excesiva actividad en la Química y en la Física
III. el "modelo medio ambiental", que es más típico de los países en desarrollo y de países "conservacionistas", (Australia, Suráfrica), en el que la Biología y las Ciencias de la Tierra y espaciales son el centro de su actividad.

IV. el “modelo japonés”, que es también el consolidado por otras economías asiáticas en el que los campos de la Ingeniería y de la Química son los predominantes.

El patrón de Cataluña, medido por el primer indicador (**Fig. 12**), se basa en cuatro áreas: la Medicina, la Bioquímica, Biología molecular y genética, la Química, y la Física y Astronomía. En consecuencia, el patrón puede considerarse como del tipo I, pero con una relativa especialización también del tipo II. En todo caso, el predominio de la Medicina es excepcionalmente claro. Apenas hay cambios significativos en la distribución por áreas en el sexenio. El descenso en la proporción de Medicina, es el reflejo de la ampliación en algunas otras áreas, como la Física y Astronomía.

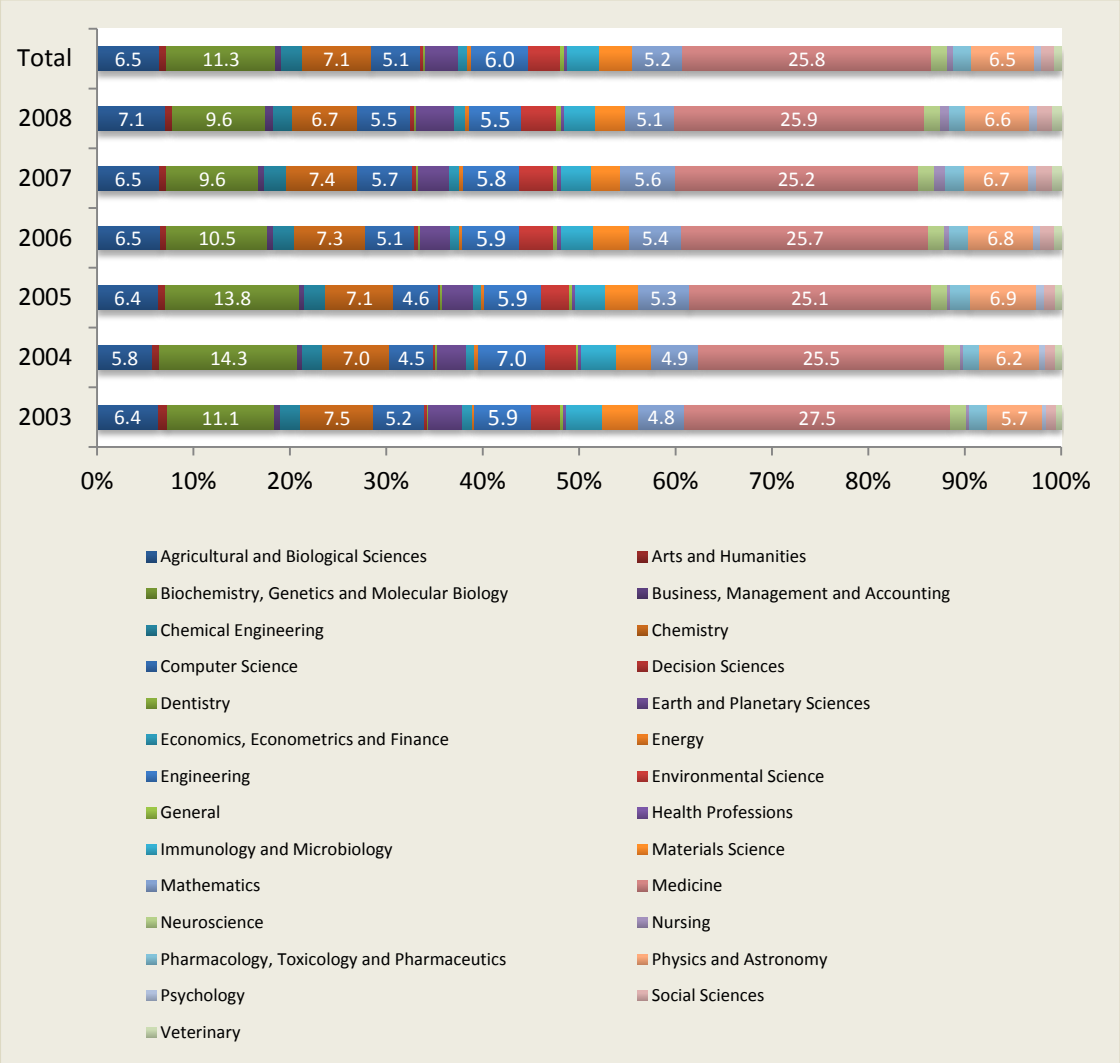
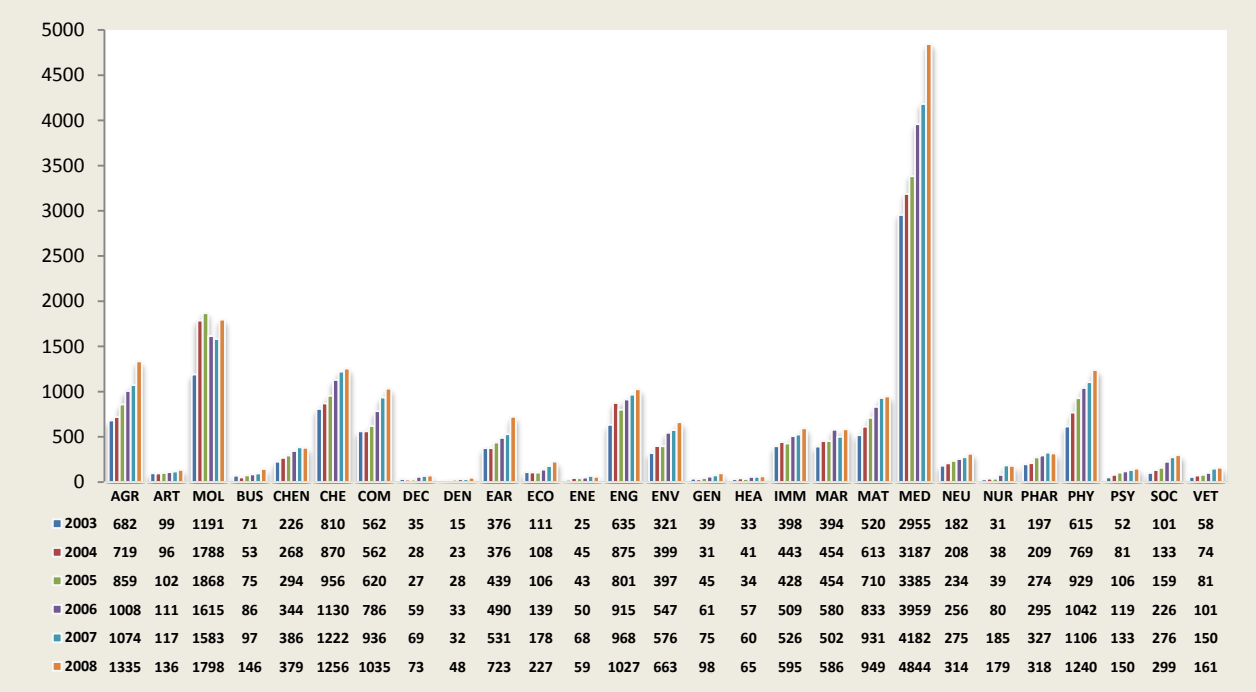


Fig. 12 Evolución de la representatividad de la producción de Cataluña. Áreas temáticas. 2003-2008. Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La evolución de la distribución por áreas en la serie temporal objeto de análisis (**Fig.13**), pone de relieve que el patrón predominante, se refuerza durante el período. Especialmente es significativo el crecimiento en Medicina, que pasa de de 2955 trabajos en 2003 a 4844 en 2008, Física de 615 a 1240, Agricultura de 682 a 1335 y Física de 615 a 1240. En conjunto son las áreas con mayor producción en 2003 quienes siguen ostentando la primacía en 2006. Evidencias del "efecto Mateo en la ciencia" (Merton, 1985).



	AGR	ART	MOL	BUS	CHEN	CHE	COM	DEC	DEN	EAR	ECO	ENE	ENG	ENV	GEN	HEA	IMM	MAR	MAT	MED	NEU	NUR	PHAR	PHY	PSY	SOC	VET
2003	682	99	1191	71	226	810	562	35	15	376	111	25	635	321	39	33	398	394	520	2955	182	31	197	615	52	101	58
2004	719	96	1788	53	268	870	562	28	23	376	108	45	875	399	31	41	443	454	613	3187	208	38	209	769	81	133	74
2005	859	102	1868	75	294	956	620	27	28	439	106	43	801	397	45	34	428	454	710	3385	234	39	274	929	106	159	81
2006	1008	111	1615	86	344	1130	786	59	33	490	139	50	915	547	61	57	509	580	833	3959	256	80	295	1042	119	226	101
2007	1074	117	1583	97	386	1222	936	69	32	531	178	68	968	576	75	60	526	502	931	4182	275	185	327	1106	133	276	150
2008	1335	136	1798	146	379	1256	1035	73	48	723	227	59	1027	663	98	65	595	586	949	4844	314	179	318	1240	150	299	161

Fig. 13 Distribución de la producción de Cataluña. Áreas temáticas. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Las tasas de crecimiento por áreas, permite observar aquellas que en el período, progresan o no respecto de España o el Mundo (**Fig. 14**). Las áreas de mayor crecimiento son Enfermería, Odontología, Ciencias sociales, Veterinaria y Energía. El patrón de crecimiento es similar al de España, salvo en dos áreas: Empresas, Gestión y Actuarial y Profesiones Sanitarias. El perfil temático de Cataluña con respecto al de España, apenas es distinguible. Son variaciones sutiles. Una mayor intensidad de producción en Biología, respecto de España; una menor dedicación a temas relacionados con la Agricultura, donde en España se agregan las especializaciones temáticas de Comunidades que tienen peso en esa área; cambios de posiciones en el orden que tienen la Química y de la Física en uno y otro

dominio y posiciones idénticas para la Ingeniería, Computación y Matemáticas.

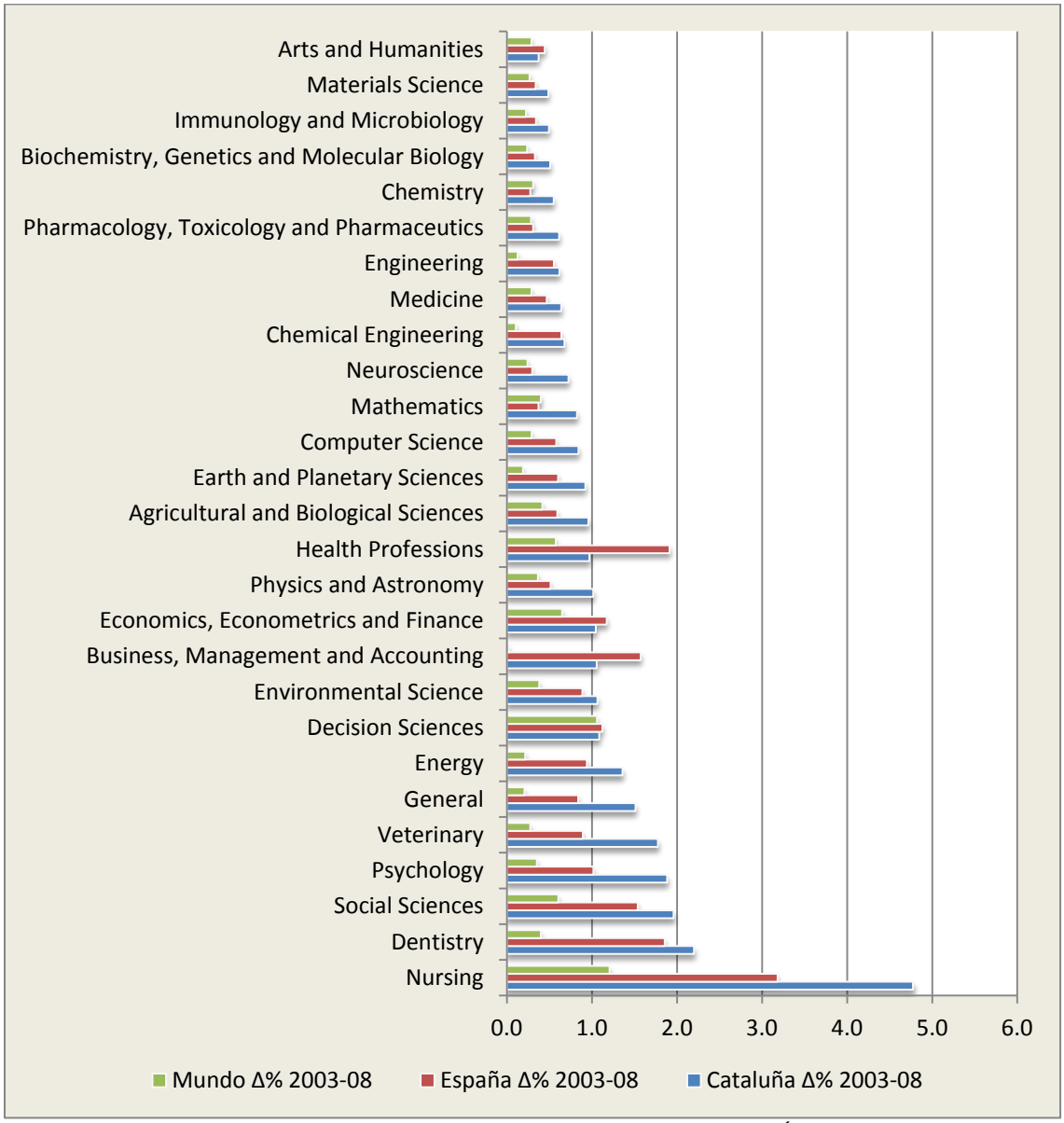


Fig. 14 Tasas de crecimiento de la producción en los dominios de referencia. Áreas temáticas. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La diferencia negativa más notable del perfil temático de Cataluña respecto del que tiene la producción mundial reside en el porcentaje del peso de las Ingenierías (**Tabla 6**). Tanto en Cataluña como en España, el peso de la actividad en esta disciplina, es un 50% inferior del peso que se obtiene en la actividad mundial, pese a que el alumnado en carreras técnicas suponga un 25% del conjunto de los alumnos universitarios en España y las ciencias técnicas no sean las de menor demanda en nuestro país (Fundación COTEC, 2010).

Tabla 6. Representatividad de la producción en los dominios de referencia. Áreas temáticas. 2003-2008

Cataluña	%	España	%	Mundo	%
MED	25,75	MED	21,53	MED	22,20
MOL	11,26	MOL	9,69	ENG	10,45
CHE	7,14	AGR	8,62	MOL	8,82
PHY	6,52	CHE	8,15	PHY	6,16
AGR	6,49	PHY	6,95	AGR	5,65
ENG	5,97	ENG	6,15	CHE	5,44
MAT	5,21	MAT	5,75	MAR	5,00
COM	5,15	COM	5,04	COM	4,23
MAR	3,40	MAR	4,12	MAT	3,49
EAR	3,36	EAR	3,70	CHEN	3,31
ENV	3,32	ENV	3,54	SOC	3,26
IMM	3,32	IMM	3,28	EAR	3,25
CHEN	2,17	CHEN	2,68	ENV	2,90
PHAR	1,85	PHAR	1,64	IMM	2,41
NEU	1,68	NEU	1,51	PHAR	2,10
SOC	1,37	SOC	1,42	BUS	1,73
ECO	0,99	PSY	0,93	NEU	1,43
ART	0,76	ECO	0,87	ART	1,28
PSY	0,73	VET	0,74	ENE	1,17
VET	0,71	BUS	0,69	PSY	1,07
NUR	0,63	ENE	0,60	NUR	0,94
BUS	0,60	DEC	0,58	ECO	0,89
GEN	0,40	NUR	0,46	GEN	0,79
DEC	0,33	ART	0,43	VET	0,78
ENE	0,33	GEN	0,37	HEA	0,53
HEA	0,33	DEN	0,29	DEC	0,37
DEN	0,20	HEA	0,27	DEN	0,36

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Hay otras áreas donde el peso de Cataluña es menor que el peso que tienen en el mundo. Son las áreas de Arte, Empresa, Gestión y Ciencias Actuariales, Odontología, Energía, Profesión Sanitaria, Ciencias de los Materiales, Enfermería, Psicología y Ciencias Sociales, (**ver Fig. 15**). Por contra, puede señalarse que el perfil temático de Cataluña tiene claras "fortalezas" en su actividad temática respecto del mundo en Química, Computación, Ciencias Geológicas, Economía, Inmunología y Ciencias de los Materiales.

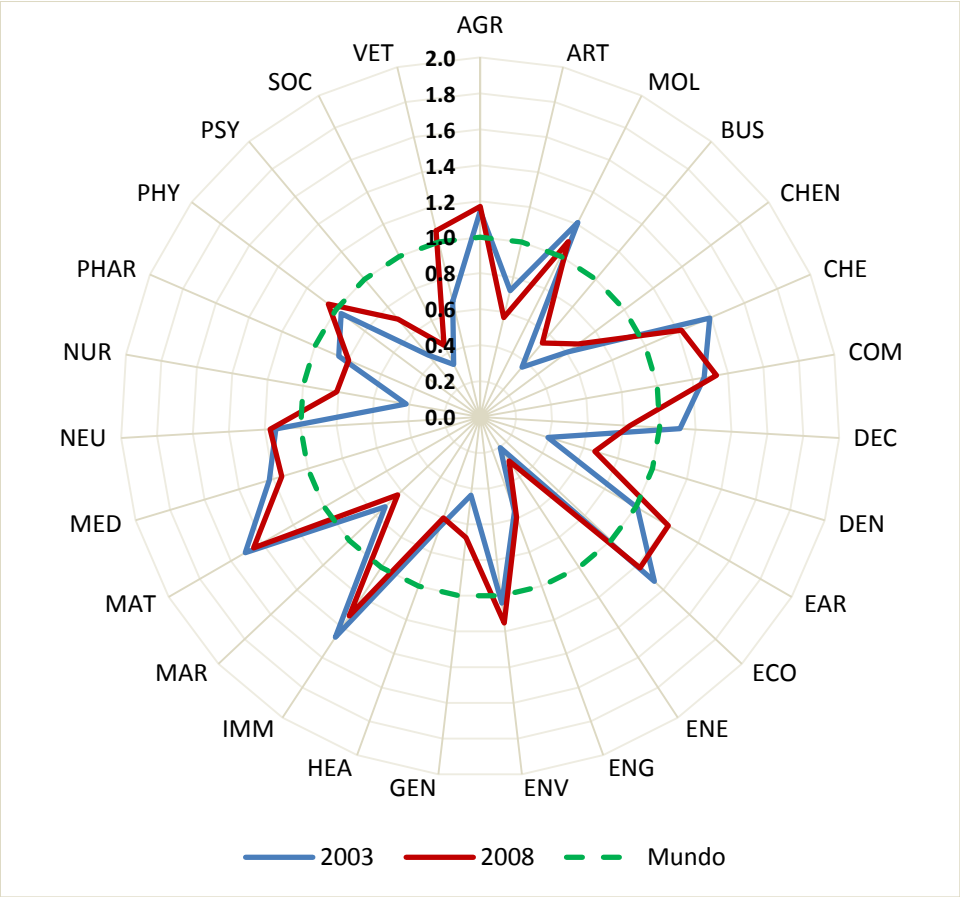


Fig. 15 Perfil temático de Cataluña respecto al Mundo. Índice Mundo= 1. 2003 y 2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Una clasificación más detallada para refinar la actividad de producción científica con menor granularidad es la que se puede obtener mediante el empleo de categorías temáticas, que son agrupaciones más específicas en las que *Scopus* subdivide las áreas (véase la equivalencia en http://info.scopus.com/scopus-in-detail/content-coverage-guide/journalclassification/)

Tabla 7. Distribución de la producción de Cataluña. Categorías Scopus (>1000 doc). 2003-2008

Categoría	Ndoc	Citas	Citas por doc	% Doc cit	Cit. Norm
Medicine (misc.)	4912	62865	12,8	59,30%	2,8
Electrical and Electronic Engineering	2789	29591	10,61	59,16%	1,64
Biochemistry	2088	52938	25,35	89,89%	0,99
Hardware and Architecture	2003	7570	3,78	41,94%	0,99
Physics and Astronomy (misc.)	1995	23464	11,76	67,97%	1,73
Theoretical Computer Science	1847	9729	5,27	41,42%	1,04
Chemistry (misc.)	1845	34762	18,84	83,79%	1,41
Computer Science (misc.)	1834	5936	3,24	38,82%	0,98

Molecular Medicine	1724	5629	3,27	28,48%	0,7
Immunology	1522	29101	19,12	86,20%	1,26
Genetics	1471	43668	29,69	86,88%	1,15
Physical and Theoretical Chemistry	1465	23262	15,88	86,62%	1,17
Environmental Science (misc.)	1449	37883	26,14	82,40%	1,59
Neurology (clinical)	1449	18635	12,86	76,26%	1,37
Condensed Matter Physics	1444	24630	17,06	76,11%	1,34
Analytical Chemistry	1417	32579	22,99	88,64%	1,45
Cardiology and Cardiovascular Medicine	1327	21957	16,55	69,18%	1,51
Gastroenterology	1265	14726	11,64	55,81%	1,73
Cancer Research	1245	50077	40,22	86,91%	1,43
Food Science	1241	18360	14,79	83,08%	1,47
Oncology	1238	43611	35,23	81,66%	1,45
Aquatic Science	1197	19087	15,95	84,04%	1,31
Surgery	1193	10038	8,41	58,01%	1,1
Organic Chemistry	1075	15347	14,28	87,35%	1,04
Neuroscience (misc.)	1027	22465	21,87	87,93%	1,12

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La **Tabla 7** presenta las principales categorías temáticas en las que las instituciones de Cataluña son más activas. La tabla está ordenada según la producción. Debe tenerse en cuenta que cada revista contenida en *Scopus* puede estar clasificada en más de una materia y de este modo se producen, como ya quedó dicho, duplicaciones en las asignaciones por categorías temáticas de los documentos, que pueden suponer un 30% sobre el conjunto de la base de datos, según cálculos de 2006 (Bosman, et.al., 2006; Dess, 2006). En cualquier caso, la comparación de los resultados desagregados con sus correspondientes agregados recogidos en tablas y gráficos precedentes, evitan cualquier confusión y facilitan tanto la comprensión, como su posterior análisis.

La **Figura 16** muestra la evolución de la representatividad de las categorías con más de 1000 documentos. El peso excepcional en los años 2003 y 2004 de la medicina molecular, tiene su explicación en la inclusión de varios títulos y sus artículos retrospectivos de revistas editadas por la editorial catalana Prous Science (*Drugs of Today* y *Drugs of the Future*).

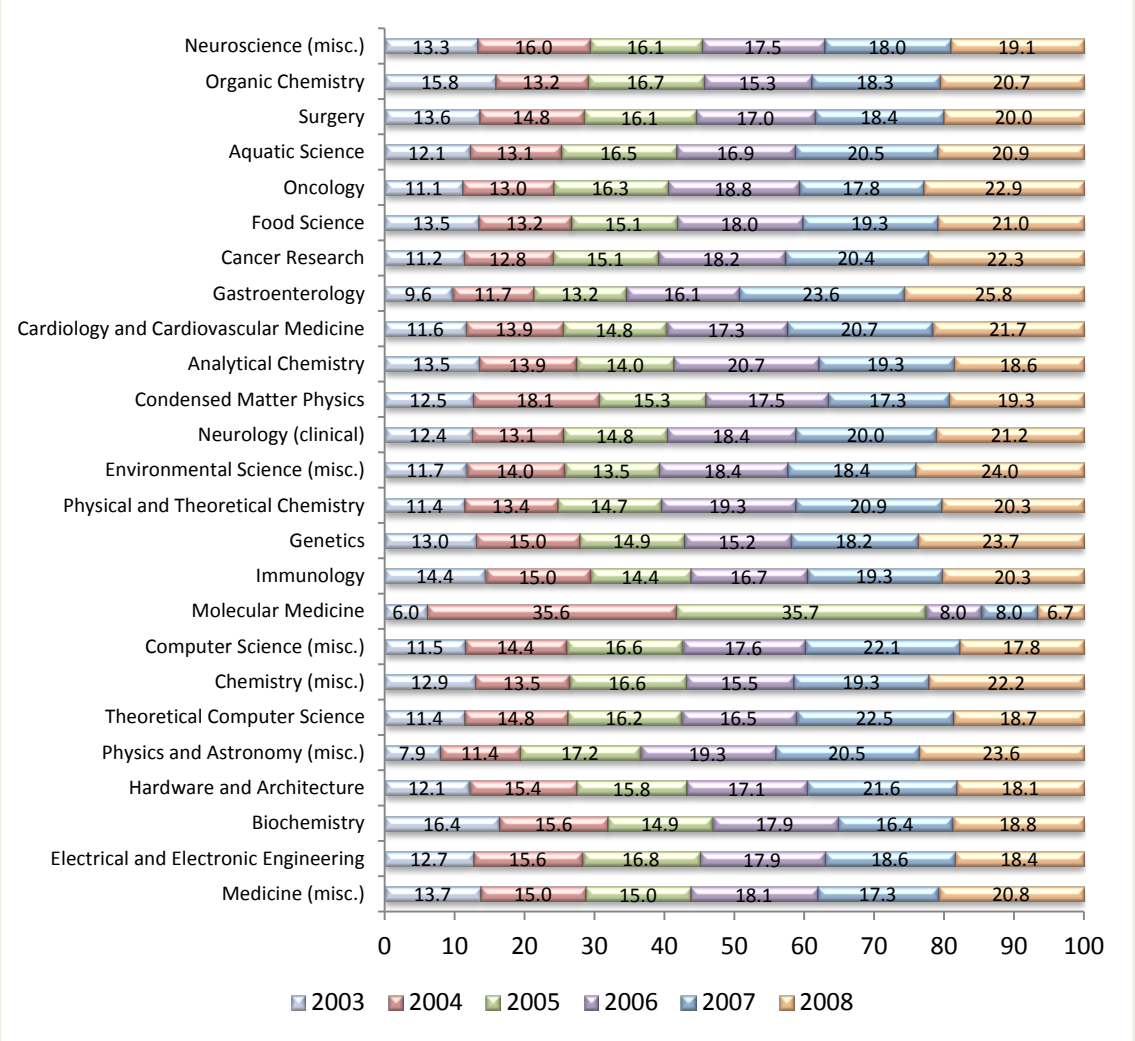


Fig. 16 Evolución de las principales categorías (>1000 doc). 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Es interesante también, atender al crecimiento de la actividad de publicación en las áreas más activas por categorías temáticas (**Fig. 17**). En aquellas superiores a los 1000 documentos, el crecimiento es muy destacable en Física y Astronomía, Gastroenterología, Ciencias Medioambientales y diferentes categorías relacionadas con la Medicina: Oncología, Investigación sobre el Cáncer, Cardiología y Medicina Cardiovascular, Genética y Física y Química Teórica. De nuevo se recuerda, que dado el esquema no unívoco de clasificación temática de las revistas, existen duplicados entre los valores de diferentes categorías, y se desagregan las categorías incluidas en el tipo I y II, en el que se encuadra Cataluña.

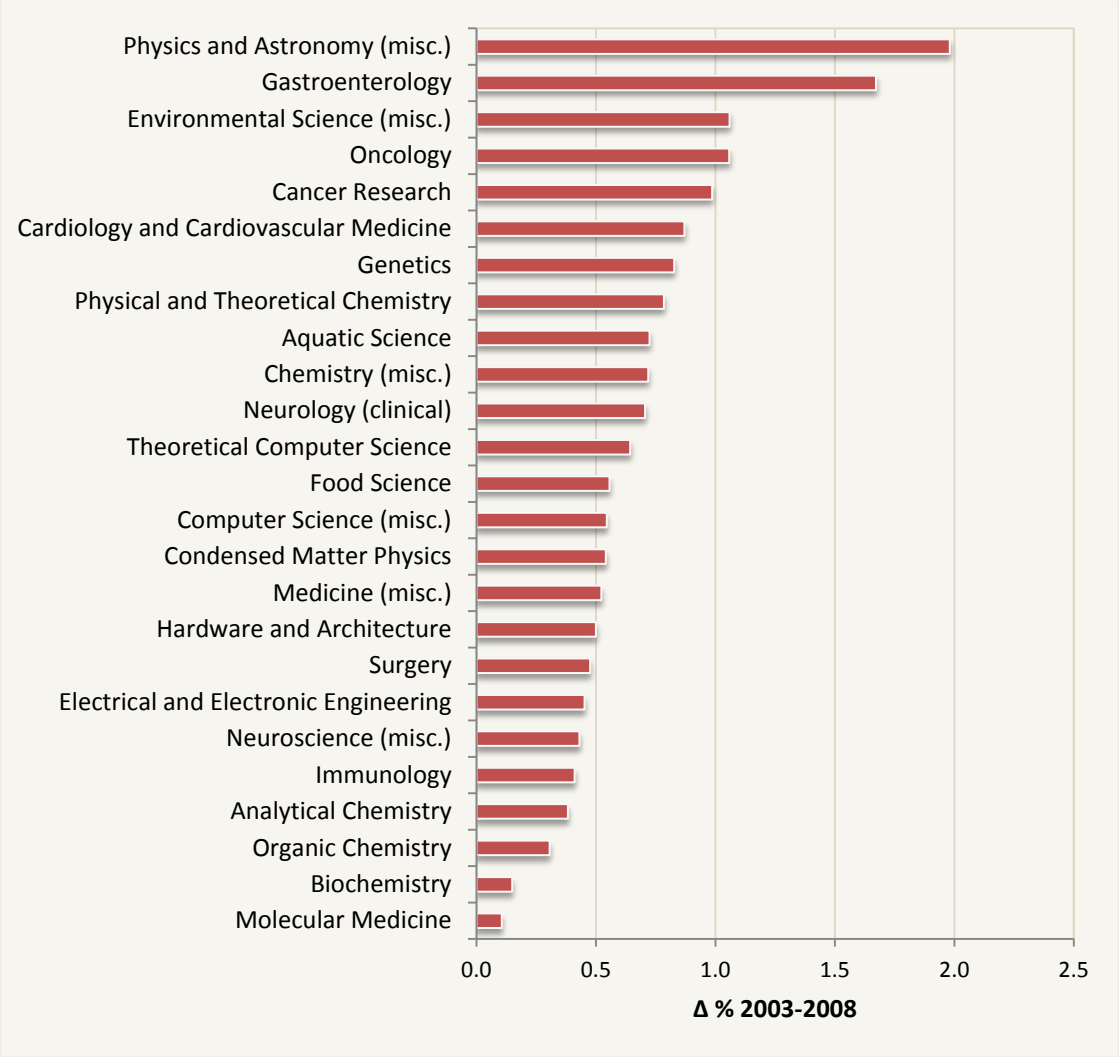


Fig. 17 Tasas de crecimiento de las principales categorías (>1000 doc). 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La **Figura 18**, completa en cierto sentido la anterior. En ella se recogen las principales categorías en las que el crecimiento de actividad durante el período ha sido más elevado, independientemente del número de documentos del que se parta. Representan áreas novedosas e innovadoras (Terapias Físicas, Biblioteconomía y Documentación, Gestión de Sistemas de Información), vinculadas a la Medicina (Inmunología y Microbiología, Psicología Clínica) o genéricamente a las Artes y Humanidades, que expresan en este caso, una creciente preocupación de los investigadores por lograr mejor visibilidad y reconocimiento de sus trabajos. Los valores negativos, de disminución en la actividad, son muy leves, con valores negativos por debajo de 2%.

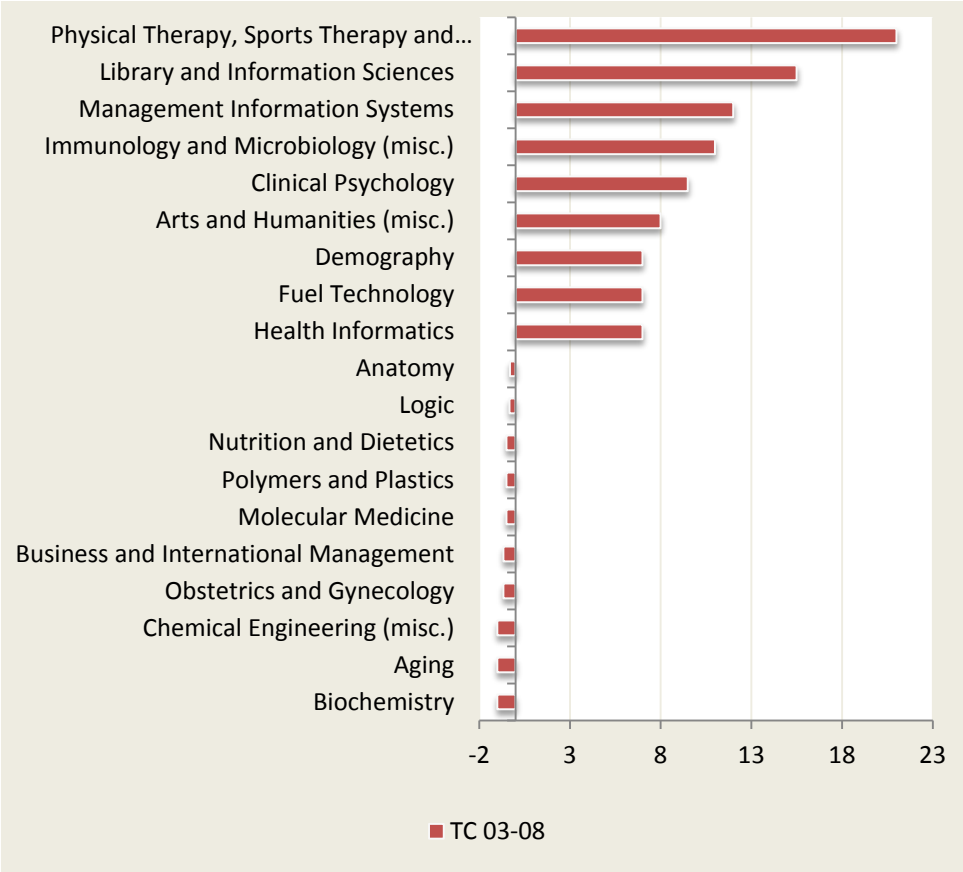


Fig. 18 Principales variaciones en la tasa de crecimiento de categorías. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Las **Figuras 19** y **20** presentan dos mapas de cocitación de áreas temáticas en las que están clasificadas las revistas donde se produce la actividad de publicación de los investigadores y profesores. Estos *scientogramas* o mapas de ciencia (Vargas-Quesada, 2007), permiten la representación espacial de las relaciones que existen entre las áreas temáticas de la producción catalana. Se representan mediante el diámetro de los círculos o nodos el volumen de la producción catalana en el período en cada área y mediante el grosor de los enlaces la intensidad de la relaciones entre unas áreas u otras. Mediante esta representación, se expresa de forma gráfica, en cierto modo el discurso de una determinada comunidad de investigadores expresada por el comportamiento que asumen de forma colectiva mediante sus actividades de publicación de sus respectivos sociolectos y sus prácticas de citación.

El mapa de 2008 (**Fig. 20**) es una representación más exacta ya que el volumen de producción que representa es superior al del año 2003 y, en

virtud de esa circunstancia, algunos enlaces no son tan débiles y las vinculaciones entre algunas áreas, más coherentes.

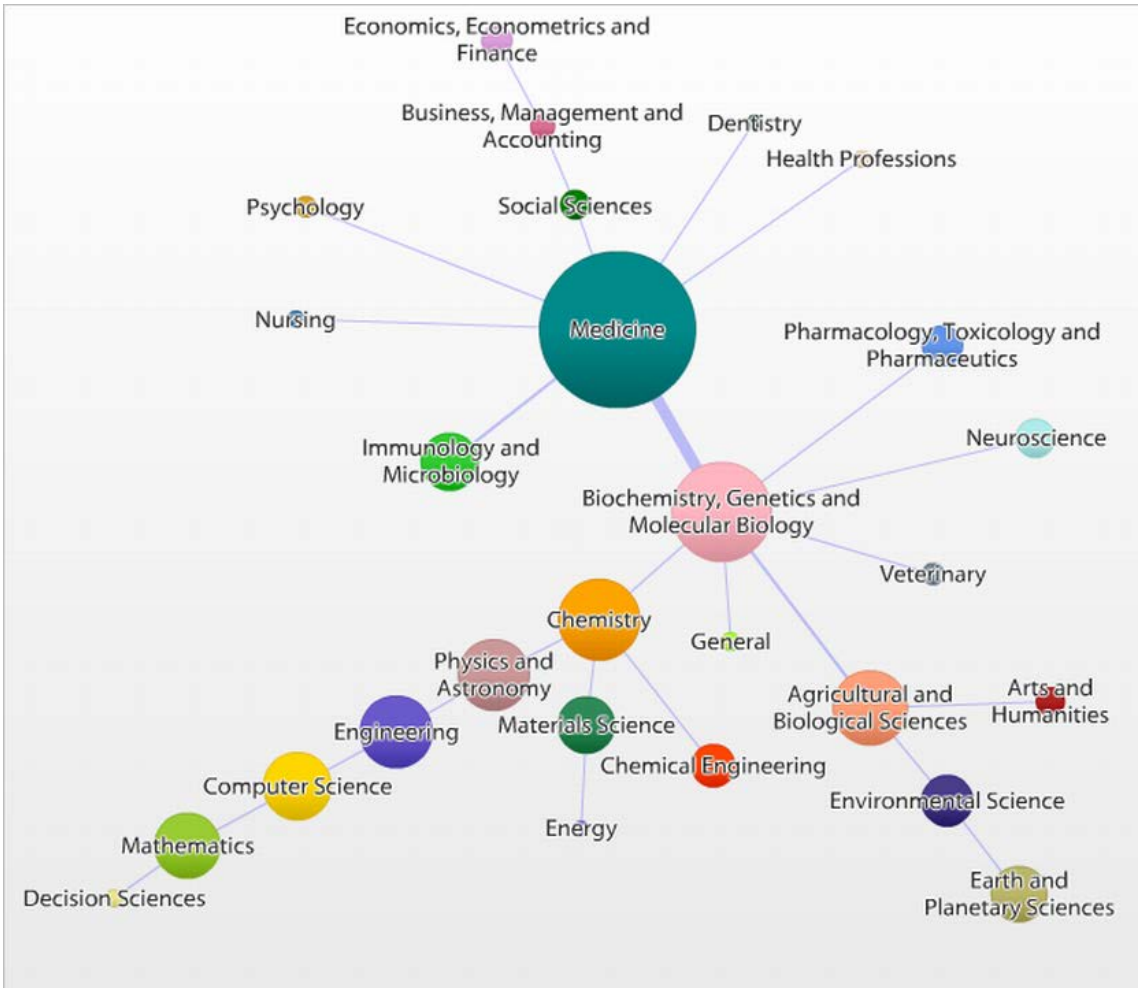


Fig. 19 Mapa de cocitación de áreas de Cataluña. 2003
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Al tratarse de un mapa de cocitación de áreas, aparecen las veintisiete en las que *Scopus* clasifica la producción. Las áreas más productivas son las de mayor tamaño (Medicina y Bioquímica, Genética y Biología Molecular), y las más pequeñas, las de menor tamaño, en consonancia con su menor actividad. Todas las categorías están conectadas. El modelo de conexión indica que tanto Medicina como la Bioquímica actúan como las categorías centrales y tienen entre la mayor vinculación entre sí. En la parte superior del grafo, se sitúan diversas áreas relacionadas con las Ciencias Sociales, (Psicología, Profesión Médica, Empresa, Gestión y Actuarial), mientras que las ciencias Físico Químicas, Ciencias de los Materiales, Ingenierías, Farmacología, Agricultura se ubican más próximas a las Bioquímica, Genética

y Biología Molecular. Al área de Medicina se vinculan directamente, otras con afinidad temática: Inmunología y Microbiología, Neurociencia, Enfermería, Profesión Médica y Odontología.

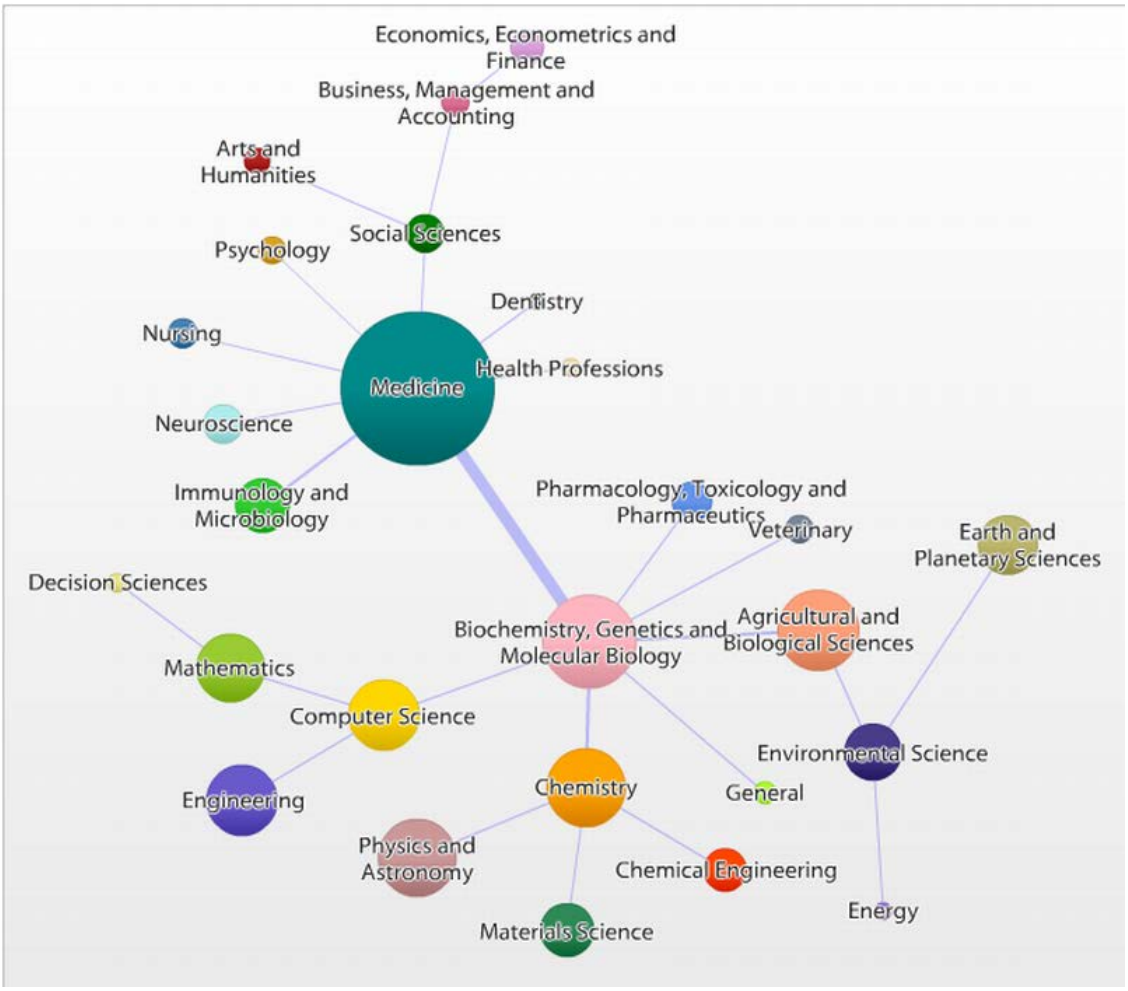


Fig. 20 Mapa de cocitación de áreas de Cataluña. 2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En la parte baja del grafo, destacan la rama que vincula la Ciencia de Computación, vinculada a su vez a la Ingeniería y las Matemáticas; la rama de Química con relaciones con la Física y la Astronomía, la ciencia de los Materiales y la Ingeniería Química. Por último la rama de la Agricultura y las Ciencias Biológicas, se vincula con las Ciencias Medioambientales, las Ciencias de la Tierra y la Energía. En ambos grafos, Los vínculos de mayor grosor, indican la mayor transferencia y afinidad entre sociolectos de diferentes áreas.

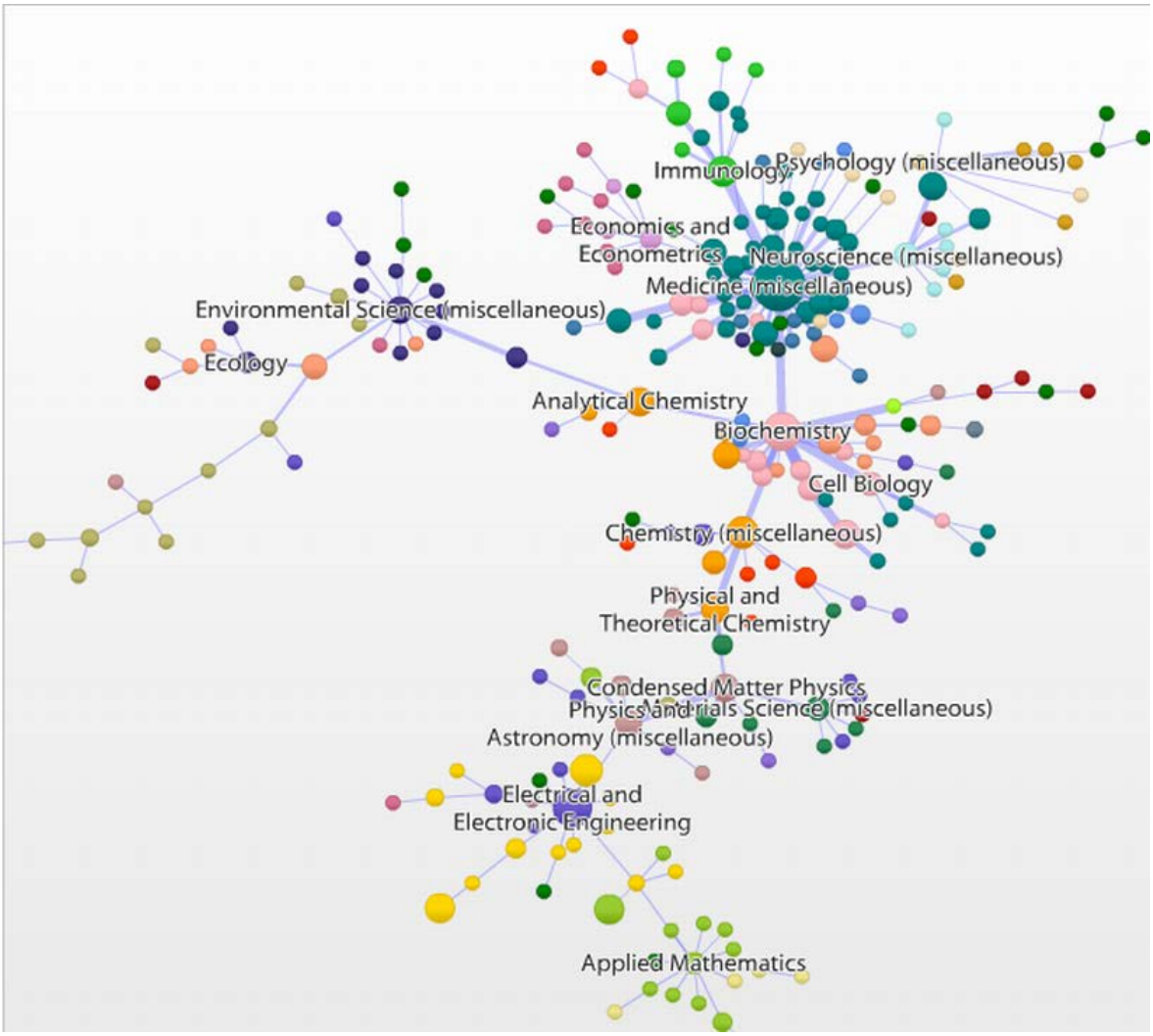


Fig. 21 Mapa de cocitación de categorías de la producción de Cataluña. 2003

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El mapa de las **Figura 21** tienen una composición similar, pero en este caso, las unidades que integran el grafo reflejan las producciones por categorías. La sustitución de áreas por categorías implica un mayor detalle disciplinar para la visualización de la de la estructura científica de Cataluña. El número máximo de categorías en las que puede existir producción es de 313. En la **Figura 22**, se representa un detalle de las categorías de producción próximas al área de mayor producción en Cataluña, la Medicina.

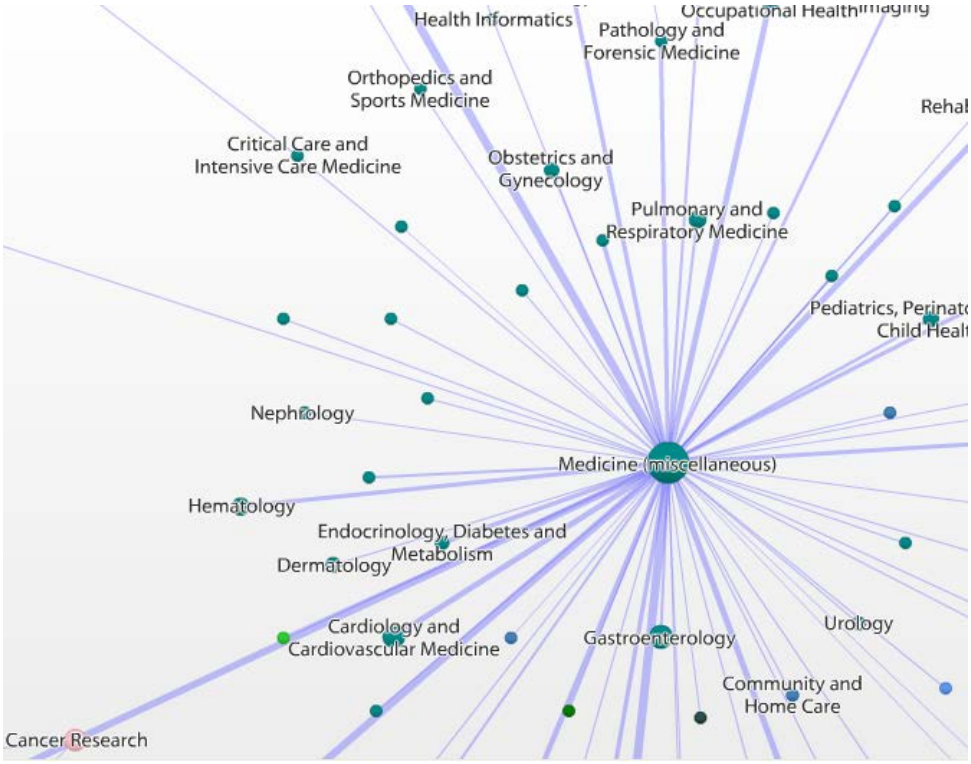


Fig. 22 Mapa de cocitación de categorías de la producción de Cataluña. 2008. Detalle.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

2.2 Perfil Temático

Un modo alternativo de visualizar la especialización temática de Cataluña

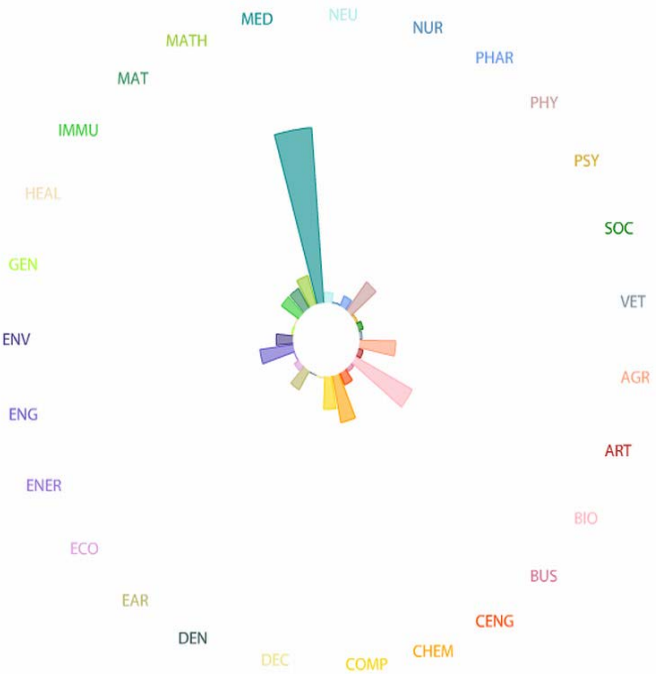


Fig. 23 Perfil temático de la producción de Cataluña. 2003
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

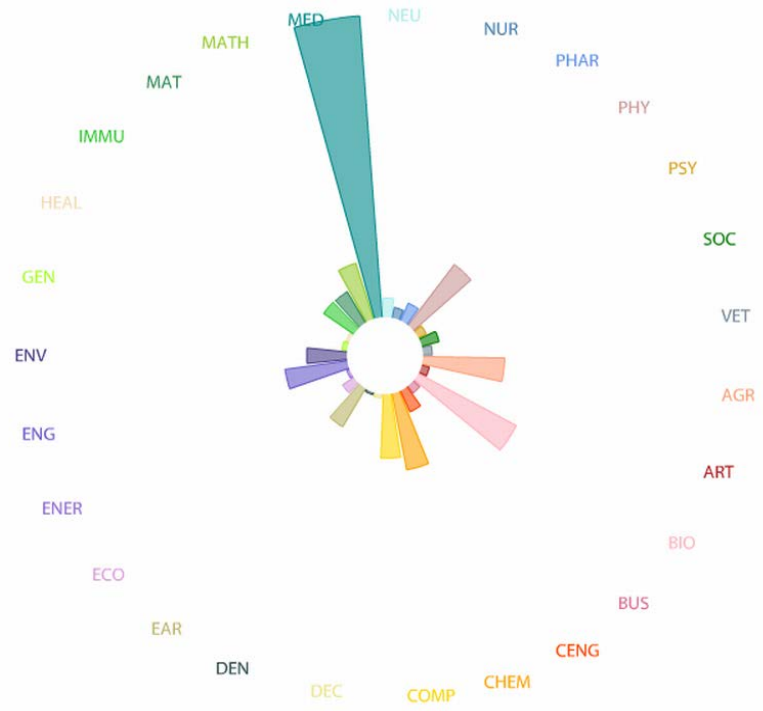


Fig. 24 Perfil temático de la producción de Cataluña. 2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

se presenta en las **Figuras 23** y **24**, la primera se refiere al año 2003 y la segunda al 2008. Puede apreciarse que el paso del tiempo en el periodo no hace sino consolidar el predominio de la Medicina, la Biología, la Química, la Física y los estudios Agroalimentarios.

2.3 Visibilidad de la Producción Científica de Cataluña. Áreas.

La visibilidad de las publicaciones científicas, se mide en los estudios bibliométricos mediante los recuentos de las citas. Los problemas con los análisis de citas se han reconocido en múltiples ocasiones (véase un ejemplo reciente en Adler, et al., 2008) y sin embargo proporcionan algún tipo de información valiosa para evaluar y generar rankings de investigadores e instituciones y es una evidencia importante del uso de la información científica en el seno de los procesos formales de comunicación entre investigadores.

Cataluña ocupa la misma posición, la 2ª, por el número total de citas recibidas por su producción, en el ranking de 17 Comunidades Autónomas españolas (**Tabla 8**), sólo por debajo de la Comunidad de Madrid.

Tabla 8. Listado ordenado de Comunidades Autónomas españolas según número absoluto de citas recibidas por su producción. 2003-2008

	Region	Country	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
1	Madrid		148508	142993	128135	103885	72021	27386	622928
2	Catalonia		122893	111700	101378	85459	57500	23436	502366
3	Andalucia		51988	53541	43786	38111	24129	10022	221577
4	Valencia		49748	46699	41092	33069	21366	9322	201296
5	Galicia		20873	21616	20329	15927	9777	4151	92673
6	Castilla y Leon		18742	16033	15189	11893	7990	2958	72805
7	Pais Vasco		15796	16465	12425	11321	7658	2668	66333
8	Aragon		11367	12974	11437	9715	6152	2507	54152
9	Canarias		12306	13630	9750	8434	5703	2506	52329
10	Asturias		11034	11592	10302	7672	5358	2467	48425
11	Navarra		8256	9682	8813	6813	4355	1724	39643
12	Murcia		8866	8323	7876	6359	4779	1638	37841
13	Castilla-La Mancha		5929	6076	6319	4948	3515	1400	28187
14	Baleares		5672	5274	6325	4286	2722	1130	25409
15	Cantabria		5717	5218	5230	4156	2397	1087	23805
16	Extremadura		4132	4127	3227	2646	1897	967	16996
17	La Rioja		1125	1337	918	760	465	144	4749

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La **Figura 25** compara la producción de los investigadores radicados en Cataluña con la visibilidad observada de esos mismos trabajos en el período analizado. El descenso en las citas es propio de este tipo de recuento, dado que el número absoluto hace referencia a las recibidas por los documentos de cada año. En consecuencia, los datos referidos a 2008 son equiparables al denominado índice de inmediatez de la recepción de trabajos de Cataluña por parte de la comunidad científica internacional. La inmediatez en la citación puede posibilitar mejores posibilidades de ser citado en el futuro. La producción alcanza una cota óptima de citación entre el segundo y el quinto año, aunque estos valores dependen de los hábitos de citación de cada disciplina.

Para complementar, o minimizar en algunos casos los problemas derivados del recuento de citas, es frecuente el empleo de la denominada visibilidad esperada, o la herencia del indicador ASSJR de la revista por cada uno de sus documentos. La **Figura 26** muestra la comparación de ambos tipos de visibilidad en el período. El impacto esperado de las publicaciones elegidas por los investigadores de Cataluña desciende hasta 2005, logrando repuntar en los dos últimos años pares, aunque sin llegar al nivel del primer año,

dejando ver la pérdida de representatividad de las revistas elegidas para la difusión de los trabajos de investigación.

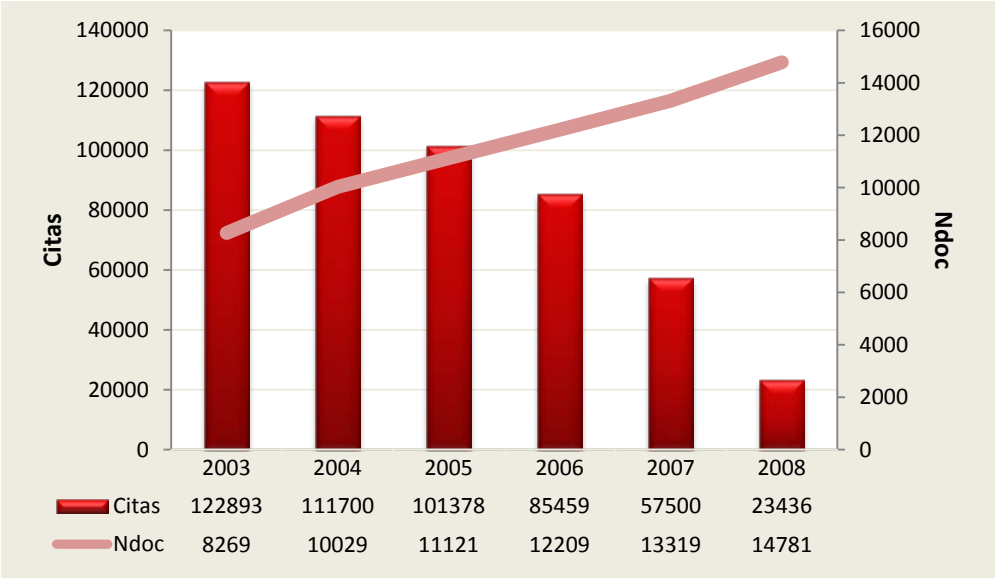


Fig. 25 Distribución de trabajos y citas de Cataluña. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Fig. 26 Evolución de las visibilidades esperada y observada de los trabajos de Cataluña. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El comportamiento seguido por los investigadores de Cataluña en sus hábitos de publicación a la hora de seleccionar las revistas destinos de sus trabajos, indica el predominio de aquellas de más alto prestigio, ya que son elegidas para publicar el 57% de los trabajos en 2003 y el 52% en el 2008.Hay un cierto descenso en el porcentaje de trabajos publicados en revistas del 2º cuartil, que en 2003 suponían el 34,8% del destino de las publicaciones, para representar el 27, 63% en el 2008. Los porcentajes de trabajos publicados en el tercer y cuarto cuartil también se incrementan en el período, pudiendo apuntar a una tendencia de descenso en la calidad de las revistas elegidas por los investigadores, simplemente una situación pasajera o ¿la elección de publicaciones y/o elaboración de investigaciones de forma rutinaria? (Rodríguez-Navarro, 2009).

Tabla 9. Distribución por cuartiles de los trabajos de Cataluña. 2003-2008

	ASSJR	Q4 (lowest values)	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	0.98	950	1355	2808	4508
2004	0.96	1203	1751	3752	4880
2005	0.95	1238	2550	3371	5354
2006	0.97	1433	2528	4017	6094
2007	0.97	1727	2746	3728	6638
2008	0.99	1680	3121	4047	7685

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

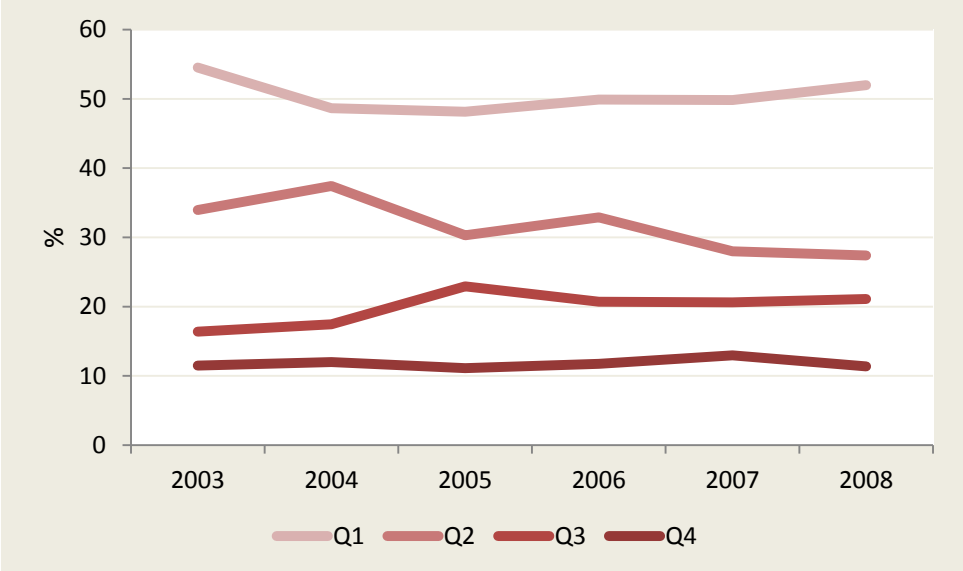


Fig. 27 Evolución de los trabajos publicados según el cuartil de la revista. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

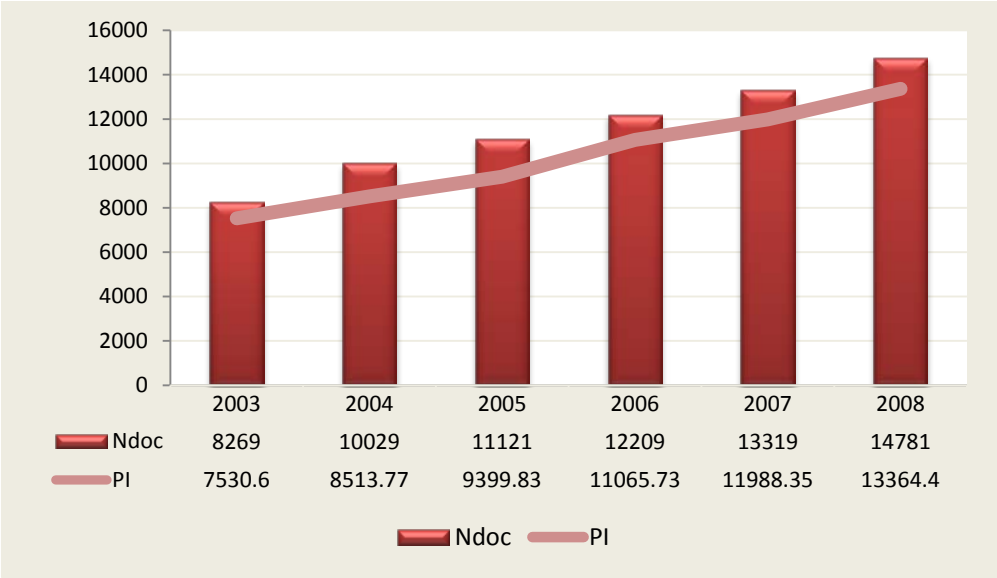


Fig. 28 Evolución del número de trabajos y el potencial investigador de Cataluña. 2003-2008

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La **Figura 28** presenta la evolución durante el período del indicador "potencial investigador". Aunque ambos indicadores son muy dependientes entre sí, el lento incremento en el PI puede poner en evidencia el fenómeno anteriormente descrito de un descenso en el prestigio de las revistas elegidas por los investigadores de Cataluña a la hora de hacer públicos sus trabajos, (**Tabla 10**).

Tabla 10. Potencial investigador de la producción científica absoluta por instituciones. 2003-2008

	Region	Country	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
1	Madrid		10888,64	11882,59	13711,22	15497,87	17049,8	18242,5	87272,62
2	Catalonia		7530,6	8513,77	9399,83	11065,73	11988,35	13364,4	61862,69
3	Andalucia		4680,55	5111,07	5687,22	6636,76	7059,89	7470,49	36645,98
4	Valencia		3670,9	3967,71	4524,37	5219,18	5782,22	6108,89	29273,26
5	Galicia		2114,42	2197,19	2433,17	2817,2	2954,42	3154,36	15670,76
6	Castilla y Leon		1559,72	1771,32	1968,3	2241,79	2421,97	2509,76	12472,86
7	Pais Vasco		1336,78	1423,86	1518,99	1918,51	2035,17	2307,98	10541,28
8	Aragon		1071,61	1230,1	1345,24	1644,92	1776,86	1926,52	8995,25
9	Asturias		1047,8	1130,01	1149,69	1375,09	1507,24	1723,92	7933,76
10	Canarias		973,79	1069,14	1167,49	1351,9	1450,84	1556,94	7570,1
11	Murcia		824,54	902,63	1119,81	1207,94	1358,77	1431,99	6845,68
12	Navarra		797,25	888,08	1011,92	1061,99	1255,16	1236,23	6250,63
13	Castilla-La Mancha		559,94	659,55	776,29	944,65	1194,39	1195,8	5330,6
14	Cantabria		448,91	505,62	596,49	659,65	735,79	894,47	3840,94
15	Extremadura		416,68	504,49	539,37	618,46	670,21	639,28	3388,48
16	Baleares		409,79	468,76	526,38	579,8	599,26	706,27	3290,26
17	La Rioja		104,25	113,65	129,03	160,57	161,37	158,61	827,48

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El indicador “citas por documentos” permite relativizar la visibilidad de cualquier agregado en todos los niveles de análisis (**Fig. 29**). El indicador

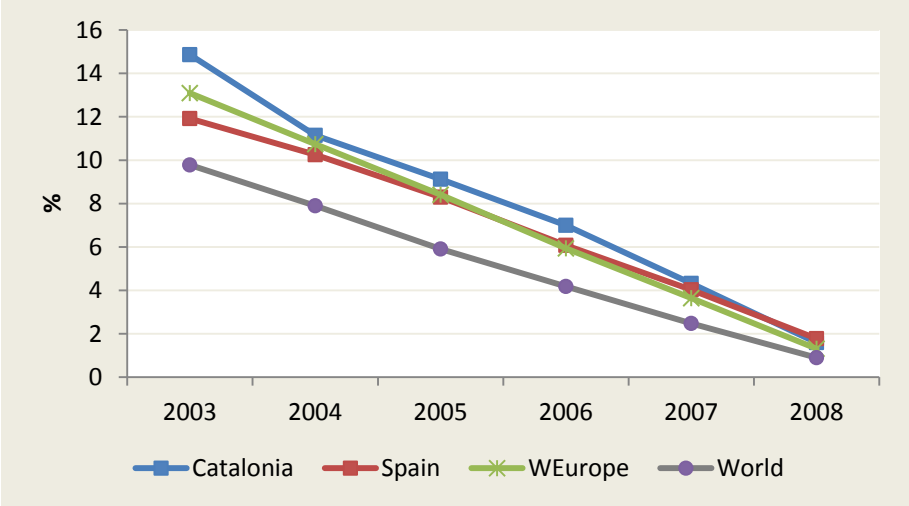


Fig. 29 Evolución del número de citas por documento de los dominios geográficos de referencia. 2003-2008. Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

para Cataluña es favorable respecto Europa Occidental y el Mundo, también respecto de España, salvo para el año 2008, lo que expresa que la inmediatez de la citación de los trabajos nacionales, lógicamente es superior a los elaborados desde Cataluña, dadas las diferencias entre los volúmenes de documentos de los agregados respectivos. Aún así el indicador apunta a

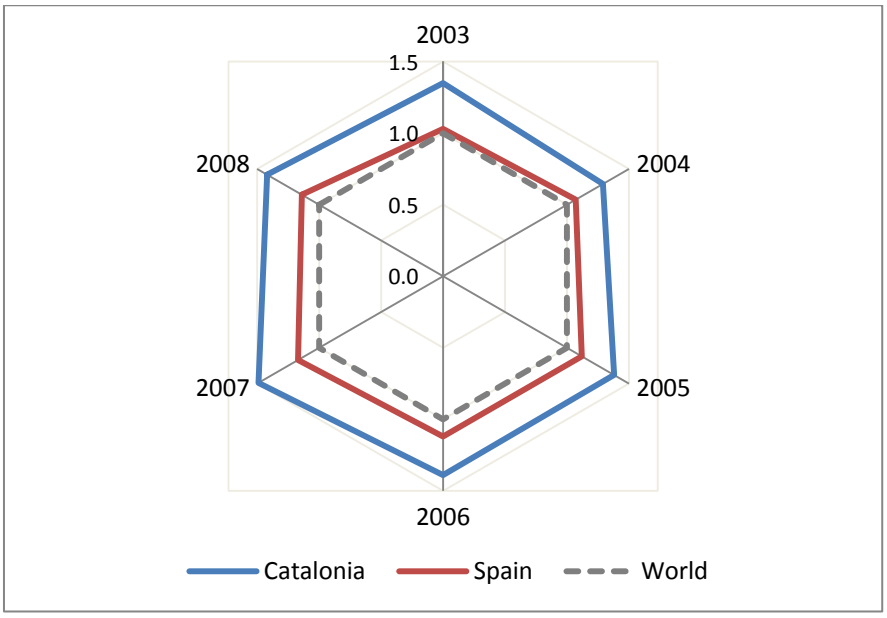


Fig. 30 Citación normalizada por dominios geográficos respecto de la producción mundial. 2003-2008 Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

que de forma inicial, la producción de Cataluña tiene una mejor visibilidad que la producida a nivel nacional. Los descensos en los recuentos de citas de forma anual es lo que provoca ese descenso en el número progresivo de la citación de cualquiera de los agregados.

El **Gráfico 30** expresa los valores de dos agregados geográficos comparados con uno común, en este caso el valor normalizado de la citación mundial. Tanto los valores de España como Cataluña, superan los valores del mundo. La producción de Cataluña obtiene mejor citación normalizada que la producción española, por lo que puede afirmarse que la "calidad científica promedio" de la producción catalana es notablemente superior a la nacional.

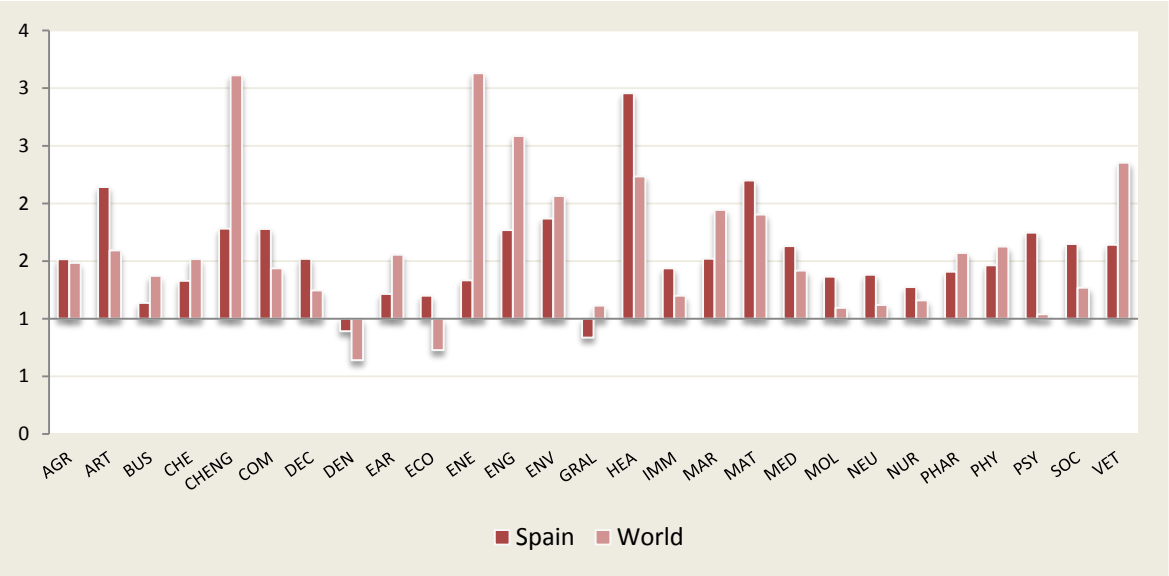


Fig. 31 Tasa de citación media normalizada por áreas temáticas relativa a la producción nacional y mundial. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El análisis de la evolución del índice de atracción de las 27 grandes áreas científicas, muestra las fortalezas y debilidades de Cataluña en su comparación con los dominios nacional y mundial basándose en la visibilidad observada por documento o tasa de citación media normalizada (**Fig. 31**).

Cataluña se sitúa con valores positivos en 25 categorías respecto de España, salvo en estudios Multidisciplinares (**GRAL**), y en Odontología (**DEN**). Por el contrario, las fortalezas respecto de España, se centran en Profesión Médica (**HEA**), Matemáticas (**MAT**), Ciencias Medioambientales (**ENV**), Ingeniería (**ENG**) y Ciencias de la Computación (**COM**). Respecto del mundo, las fortalezas de Cataluña se centran en Ingeniería Química (**CHENG**), Energía (**ENE**), Ingeniería

(**ING**), Veterinaria (**VET**), Profesión Médica (**HEA**) y Ciencias Medioambientales (**ENV**).

Si se atiende al indicador de citas por documento por áreas (**Fig. 32**), Cataluña

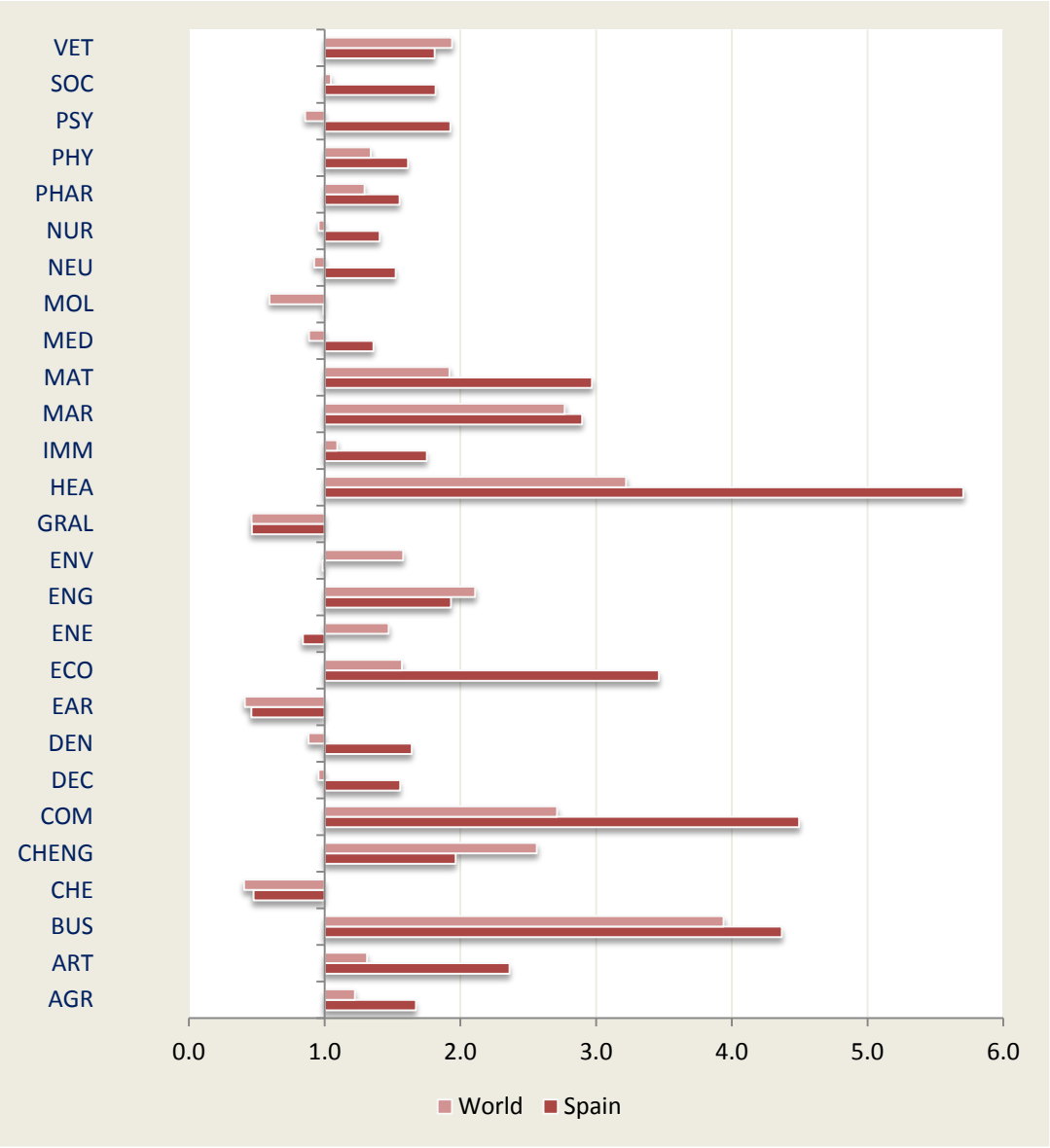


Fig. 32 Citas por documento por áreas temáticas relativa a España y el Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Supera a la media nacional en Profesión Médica (**HEA**), Ciencias de la Computación (**COM**), Empresa, Gestión y Actuarial (**BUS**), Economía (**ECO**), Matemásticas (**MAT**) y Ciencas de los Materiales (**MAR**). Respecto del mundo, el indicador muestra que se obtienen peores valores de citas por documento, en las áreas de Química (**CHE**), Ciencias del Tierra (**EAR**) y en trabajos Multidisciplinares (**GRAL**). En Biología Molecular (**MOL**), Medicina

(**MED**) y Psicología (**PSY**), los valores de Cataluña son peores respecto del mundo que respecto a España.

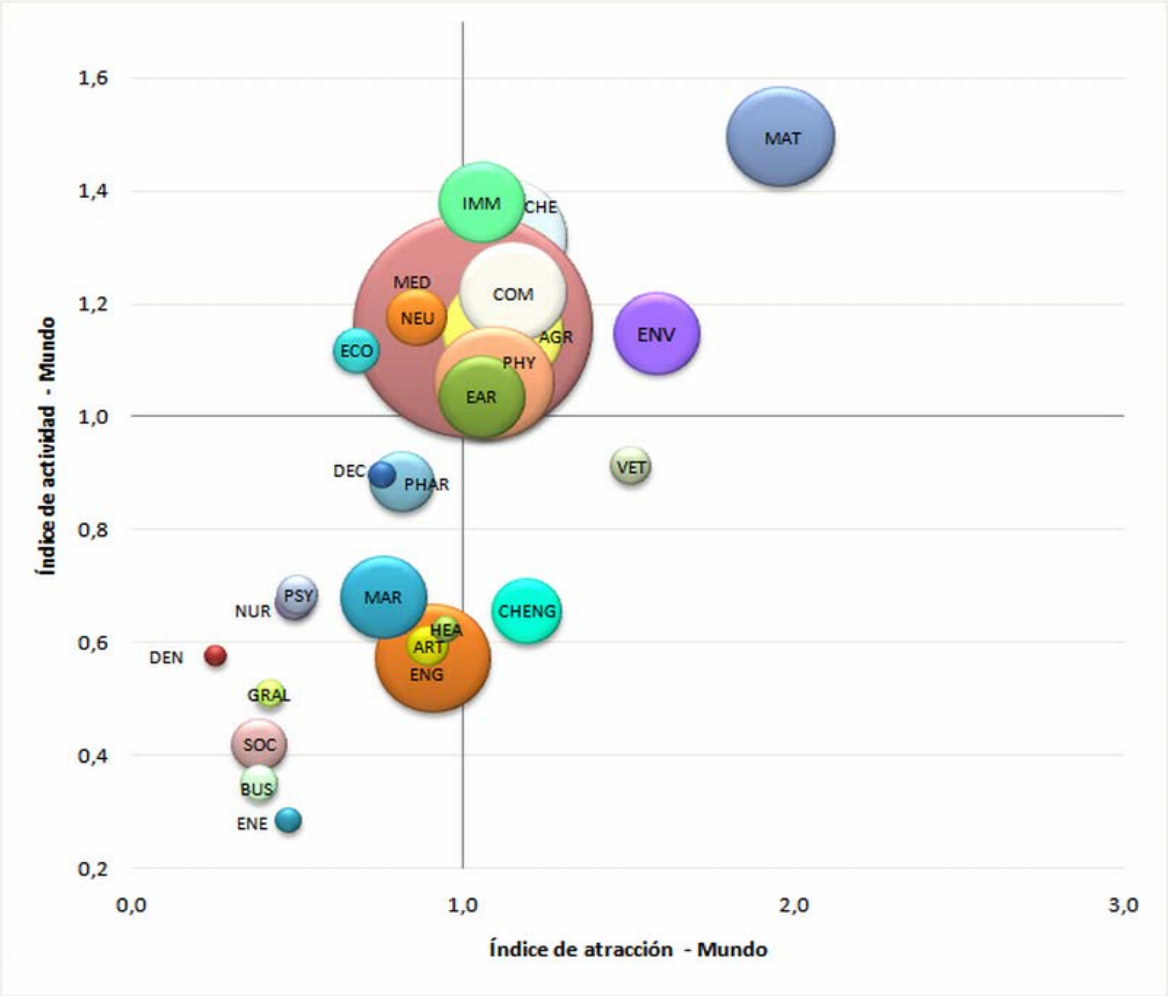


Fig. 33 Índices de atracción, especialización y producción por disciplinas relativo al Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Otra forma posible de calibrar las fortalezas de Cataluña respecto de la visibilidad de la producción, es poner en relación su grado de actividad y especialización temática, con el grado de visibilidad que alcanza cada una de las producciones medida por el índice de atracción basado en la *citación observada*, con el fin de ser comparado con la media mundial (**Fig. 33**) y la media de España (**Fig. 34**). Así, aparecen cuatro cuadrantes en las representaciones, siendo de arriba-izquierda hacia abajo-derecha las siguientes: Alta actividad, con bajo impacto; Alta actividad-Alta visibilidad; Baja actividad-Baja visibilidad; y finalmente, Baja actividad, con Alto impacto, en todos los casos teniendo como referencia la media mundial o nacional.

Ambos indicadores relativos pueden tener grandes desviaciones el uno del otro.

Respecto del mundo (**Fig. 33**), Cataluña destaca en Ciencias de los Materiales, Ciencias Medioambientales, Química, Ciencias de la Computación, Agricultura, Física, Ciencias Geológicas e Inmunología. La Medicina tiene una posición caso central en ambos indicadores, con índices de actividad y de visibilidad cercanas a las medias mundiales.

En el cuadrante inferior derecha aparecen dos áreas con visibilidad por encima de la media mundial, aunque con actividad por debajo de la media mundial, como son la Veterinaria y la Ingeniería Química. Por último, hay un cuadrante que destaca, el de baja actividad y baja visibilidad por el numeroso grupo de áreas que quedan encuadrados en él con grados diferentes de desviación hacia uno u otro referente. En primer lugar ponen de relieve la baja actividad en esas áreas respecto de la que se produce en el mundo, en particular, por su importancia en Farmacología y sobre todo en Ingeniería, por mayor su vinculación de ésta última en procesos tecnológicos y de innovación técnica.

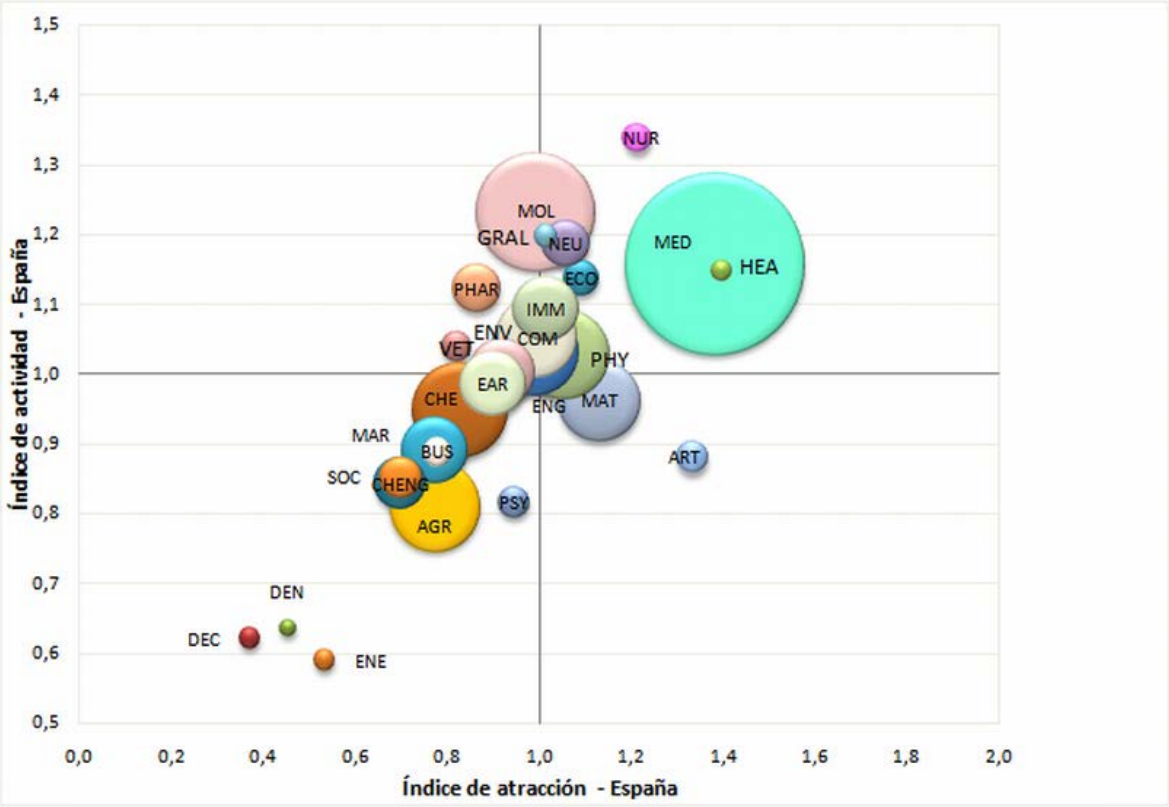


Fig. 34 Índices de atracción, especialización y producción por disciplinas relativo a España. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Cataluña, respecto a España, lidera la visibilidad en áreas como la Medicina, la Enfermería o en Estudios sobre la Profesión Médica, aunque la actividad en estas dos últimas áreas estén por debajo de la media mundial. La producción médica es pues una clara fortaleza de Cataluña, más respecto de España, que del mundo (**Fig. 34**).En estudios sobre Biología Molecular, Neurociencias, Inmunología, Física y Economía, son áreas en las que Cataluña se sitúa algo mejor que el resto de España, respecto al grado de especialización y visibilidad que alcanza su producción. Por el contrario, existen áreas peores, en relación con España, que se explican en parte, por su baja actividad, como en los casos de Odontología, Ciencias de la Decisión y Energía, pero también por visibilidades menores que las que se alcanzan en España (Agricultura, Ingeniería Química y Química).

3. Colaboración Científica de Cataluña

La evolución en la distribución de trabajos en colaboración durante el período, junto con las tasas interanuales de crecimiento de ambos agregados se presenta en la **Fig. 35.**

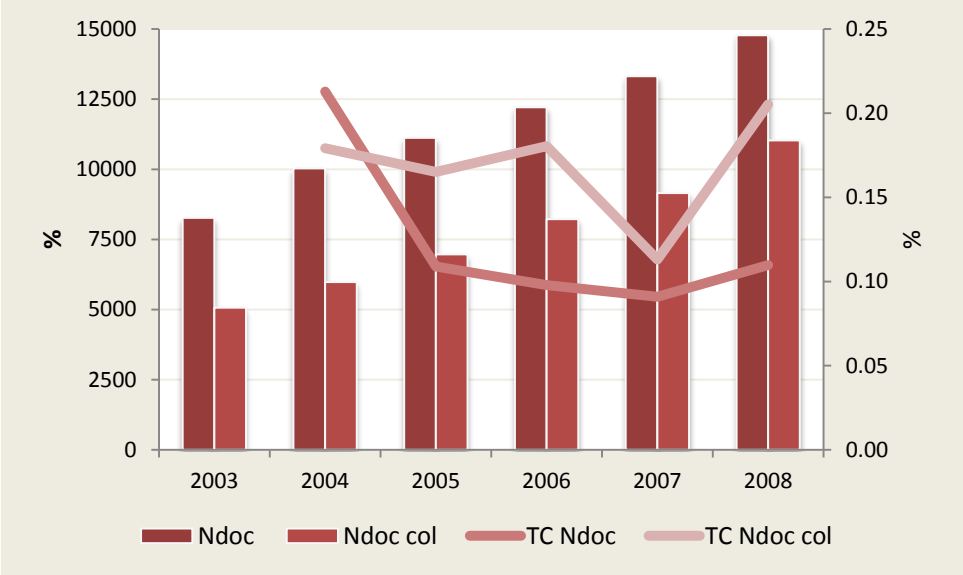


Fig. 35 Tasa interanual de crecimiento de la producción y de la producción en colaboración de Cataluña. 2003-2008. Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El método bibliométrico aborda el estudio de la colaboración científica para comprender los patrones de colaboración en la mayoría de los niveles

(individuales, interinstitucionales, regionales, nacionales o internacionales), en el contexto del estudio de la estratificación social de la ciencia.

La evolución de la distribución de la colaboración según su tipo (**Fig. 36**) indica que la categorías de trabajos sin colaboración es la que desciende de forma acusada en el período, mientras se incrementan los que tienen colaboración internacional exclusiva muy levemente, quienes además de socios nacionales, trabajan con socios extranjeros y los trabajos con colaboración exclusivamente con socios o colaboradores españoles.

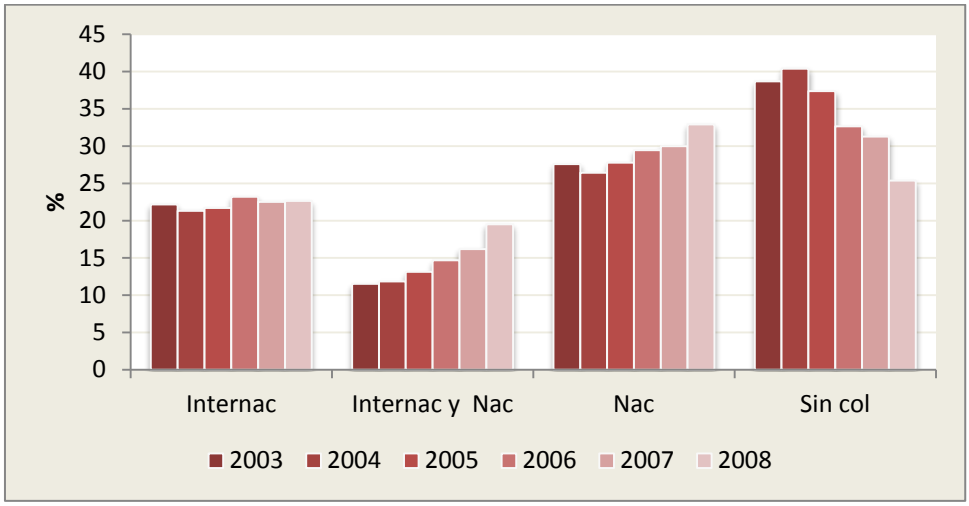


Fig. 36 Distribución de la producción de Cataluña según tipos de colaboración. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La distribución de los tipos de colaboración suele tener correspondencia con la evolución de los indicadores de visibilidad. A menudo se ha demostrado que existe una relación directa entre el porcentaje de colaboración internacional de los trabajos y el incremento de su visibilidad (Glänzel, 2001,2002), especialmente en países como España. Un incremento en los porcentajes de trabajos con colaboración internacional probablemente esté vinculado al incremento de la visibilidad observada de los trabajos realizados desde Cataluña. En efecto, el porcentaje de trabajos con colaboración internacional de todo tipo en Cataluña es superior al de España y oscila entre el 33,72% de 2003, hasta 41,71% en 2008 y es el tipo de colaboración que más crece en el período. Los investigadores de Cataluña son muy activos en la búsqueda de colaboradores extranjeros. De hecho, el diferencial porcentual entre uno y otro dominio, en colaboración internacional, no deja de crecer en el sexenio. En el año 2003, la diferencia porcentual en colaboración entre Cataluña y España era de de 1,83% a favor de la primera,

pero en el año 2006 la brecha ya es del 4,1% y en el año 2008 el porcentaje a favor de Cataluña es de 5,75% (**Fig. 37**).

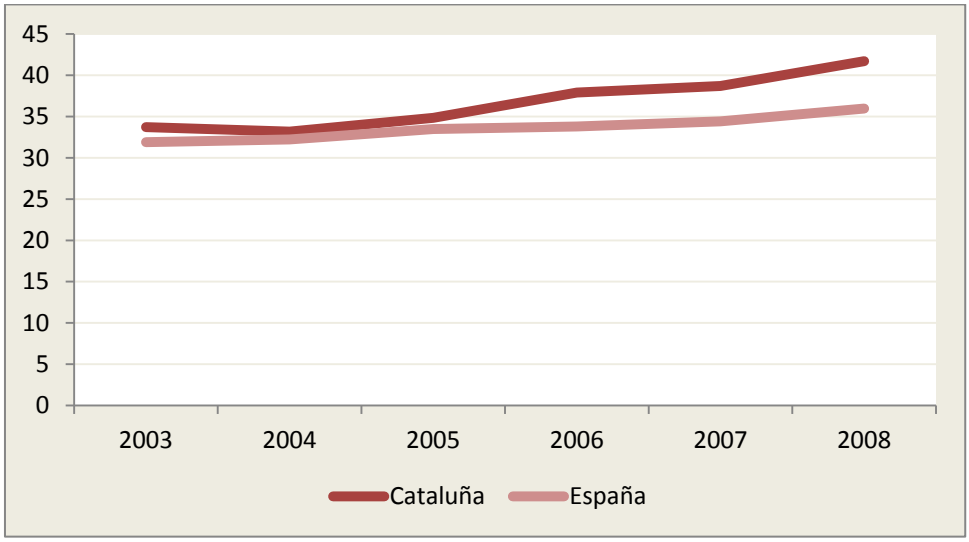


Fig. 37 Evolución de la colaboración internacional en los dominios de referencia. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La relación que se establece entre visibilidad de trabajos y tipo de colaboración se ilustra en la **Figura 38.** Si hay participación extranjera la visibilidad de los trabajos se incrementa, atendiendo al número de citas por documentos, y es un ejemplo más del efecto positivo que tiene la colaboración internacional sobre el impacto de las citas.

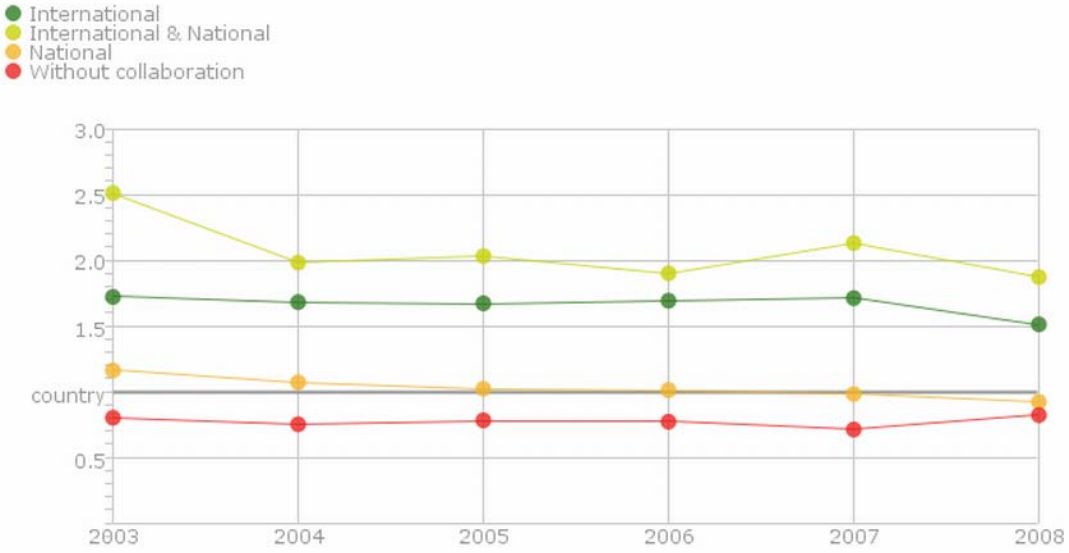


Fig. 38. Evolución de las citas por documento según tipo de colaboración respecto a España. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Una forma de profundizar en la comprensión del fenómeno de la colaboración, consiste en desagregarla por las áreas temáticas. De ese modo

puede distinguirse qué colectivo ha adquirido una tendencia u otra respecto del tipo de socio preferente. En las áreas de Energía, Economía y Ciencias Geológicas y de la Tierra, son en donde mayor colaboración internacional se

Tabla 11. Producción por tipos de colaboración en Cataluña. Áreas temáticas. 2003-2008

Subject Areas	International	International & National	National	Without Collaboration
Medicine	11%	12%	43%	34%
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	19%	17%	29%	35%
Chemistry	31%	15%	26%	29%
Physics and Astronomy	33%	31%	17%	18%
Agricultural and Biological Sciences	26%	17%	29%	27%
Engineering	30%	10%	21%	39%
Mathematics	32%	15%	17%	37%
Computer Science	30%	10%	21%	39%
Materials Science	36%	14%	21%	29%
Earth and Planetary Sciences	32%	25%	21%	22%
Environmental Science	29%	16%	25%	30%
Immunology and Microbiology	20%	20%	40%	21%
Chemical Engineering	27%	10%	22%	40%
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	15%	13%	37%	35%
Neuroscience	22%	22%	37%	20%
Social Sciences	21%	5%	14%	60%
Economics, Econometrics and Finance	36%	8%	14%	42%
Arts and Humanities	13%	4%	10%	74%
Psychology	18%	11%	32%	39%
Veterinary	22%	16%	38%	24%
Nursing	8%	9%	38%	45%
Business, Management and Accounting	33%	5%	15%	47%
General	34%	38%	17%	11%
Decision Sciences	33%	7%	13%	47%
Energy	38%	8%	20%	33%
Health Professions	21%	13%	36%	30%
Dentistry	12%	1%	44%	43%

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

produce. En trabajos Multidisciplinares y de Física se produce la mayor colaboración "triádica" (Cataluña, Internacional, resto de España). En Medicina, Inmunología y Odontología predominan los trabajos nacionales, mientras que las Artes y Humanidades y en Ciencias Sociales, la tendencia acusada es a realizar los trabajos en solitario.

La colaboración con EE.UU y los países de la Unión Europa es un hecho asentado en España, y también en Cataluña. Estados Unidos es el primer país con quien colabora Cataluña, y con quien se obtiene la mejor visibilidad observada en los trabajos (**Tabla 12**). Le siguen Francia, Reino Unido, Italia, Alemania, Holanda, Canadá, Suiza, Bélgica y Suecia.

Tabla 12. Países colaboradores y citas recibidas por Cataluña. 2003-2008

Country	Documents		Cites
USA	7559	(13,72 %)	123450
FRA	5279	(9,58 %)	80633
GBR	5167	(9,38 %)	91453
ITA	4485	(8,14 %)	72487
DEU	4478	(8,13 %)	77820
NLD	2198	(3,99 %)	41566
CAN	1820	(3,30 %)	40676
CHE	1676	(3,04 %)	34349
BEL	1592	(2,89 %)	32400
SWE	1323	(2,40 %)	31395
RUS	1068	(1,94 %)	14603
DNK	1044	(1,89 %)	23686
JPN	1007	(1,83 %)	25890
MEX	983	(1,78 %)	7471
PRT	979	(1,78 %)	12256
AUT	929	(1,69 %)	18065
GRC	846	(1,54 %)	11769
NOR	834	(1,51 %)	16396
ARG	824	(1,50 %)	8855
AUS	807	(1,46 %)	21453
FIN	783	(1,42 %)	16017
POL	758	(1,38 %)	14719
CHN	728	(1,32 %)	9294
BRA	675	(1,22 %)	9960
ISR	609	(1,11 %)	11710
CZE	480	(0,87 %)	7699
CHL	436	(0,79 %)	5256
IRL	354	(0,64 %)	4729
HUN	334	(0,61 %)	8169
COL	322	(0,58 %)	2309
IND	301	(0,55 %)	4313
KOR	300	(0,54 %)	5686

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Se pone de relieve la baja visibilidad que se obtiene con colaboraciones llevadas a cabo con investigadores del área luso-latinoamericana (Portugal, Méjico, Argentina, Brasil), sea mediante contabilidades absolutas o mediante el cálculo de la visibilidad a partir de la citación obtenida por documentos. Sin duda son países que ocupan posiciones periféricas en el sistema mundial, pero peso a ello, motivos de proximidad geográfica y vinculaciones históricas están en la explicación de la existencia de esos vínculos. Los motivos para vincularse con los principales países europeos y norteamericanos, deben buscarse en los procesos de vinculación preferente basados en las recompensas y en el incremento de la reputación obtenida por la existencia de dichos vínculos (Newman, 2004).

Tabla 13. Países colaboradores y citas por documentos. Cataluña. 2003-2008

Country	Documents		Cites per document
USA	7559	(13,72 %)	16.33
FRA	5279	(9,58 %)	15.27
GBR	5167	(9,38 %)	17.7
ITA	4485	(8,14 %)	16.16
DEU	4478	(8,13 %)	17.38
NLD	2198	(3,99 %)	18.91
CAN	1820	(3,30 %)	22.35
CHE	1676	(3,04 %)	20.49
BEL	1592	(2,89 %)	20.35
SWE	1323	(2,40 %)	23.73
RUS	1068	(1,94 %)	13.67
DNK	1044	(1,89 %)	22.69
JPN	1007	(1,83 %)	25.71
MEX	983	(1,78 %)	7.6
PRT	979	(1,78 %)	12.52
AUT	929	(1,69 %)	19.45
GRC	846	(1,54 %)	13.91
NOR	834	(1,51 %)	19.66
ARG	824	(1,50 %)	10.75
AUS	807	(1,46 %)	26.58
FIN	783	(1,42 %)	20.46
POL	758	(1,38 %)	19.42
CHN	728	(1,32 %)	12.77
BRA	675	(1,22 %)	14.76
ISR	609	(1,11 %)	19.23

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

El número de países con los que colaboran los autores de Cataluña se ha incrementado levemente en el sexenio, pasando de 103 en 2003, a 124 en 2008. Es una consecuencia del incremento en las publicaciones de la coautoría internacional y de que esa coautoría es cada vez más multinacional (Persson, 2004). Simultáneamente son más países los que pasan a integrarse en la red global de colaboración internacional (Leydesdorff, 2008). En la red global compensa asumir los costes derivados de la colaboración, a cambio del incremento de la visibilidad entre los pares; por la posibilidad de compartir los costes crecientes de los proyectos y las ventajas derivadas de compartir infraestructuras y recursos físicos; por las ventajas derivadas de la influencia lograda en la participación de equipos internacionales y la atracción por el intercambio de ideas o la búsqueda de una mayor creatividad (Wagner, 2006).

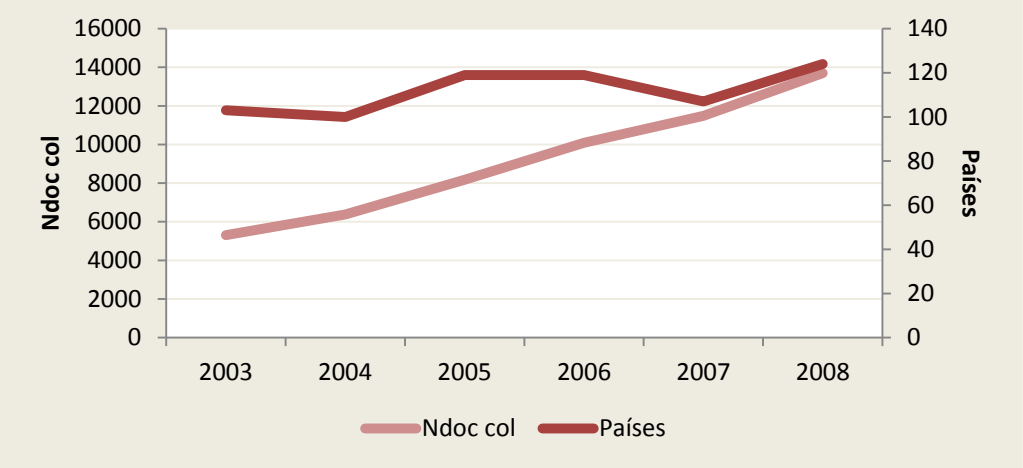


Fig. 39 Evolución del número de países y documentos. 2003-2008

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En la **Figura 40** se presenta la distribución de los países con mayor número de trabajos en colaboración (más de 500), según el número de citas por documento. Se trata de una red heliocéntrica que sitúa a la comunidad autónoma catalana en el centro de la representación. A su alrededor se posicionan los 24 países que cumplen los criterios de selección, y lo hacen más próximos al centro cuanto mayor es la visibilidad alcanzada. Además, el tamaño de las esferas representa el número de trabajos en colaboración con cada nación y el color identifica el área geográfica a la que pertenecen.

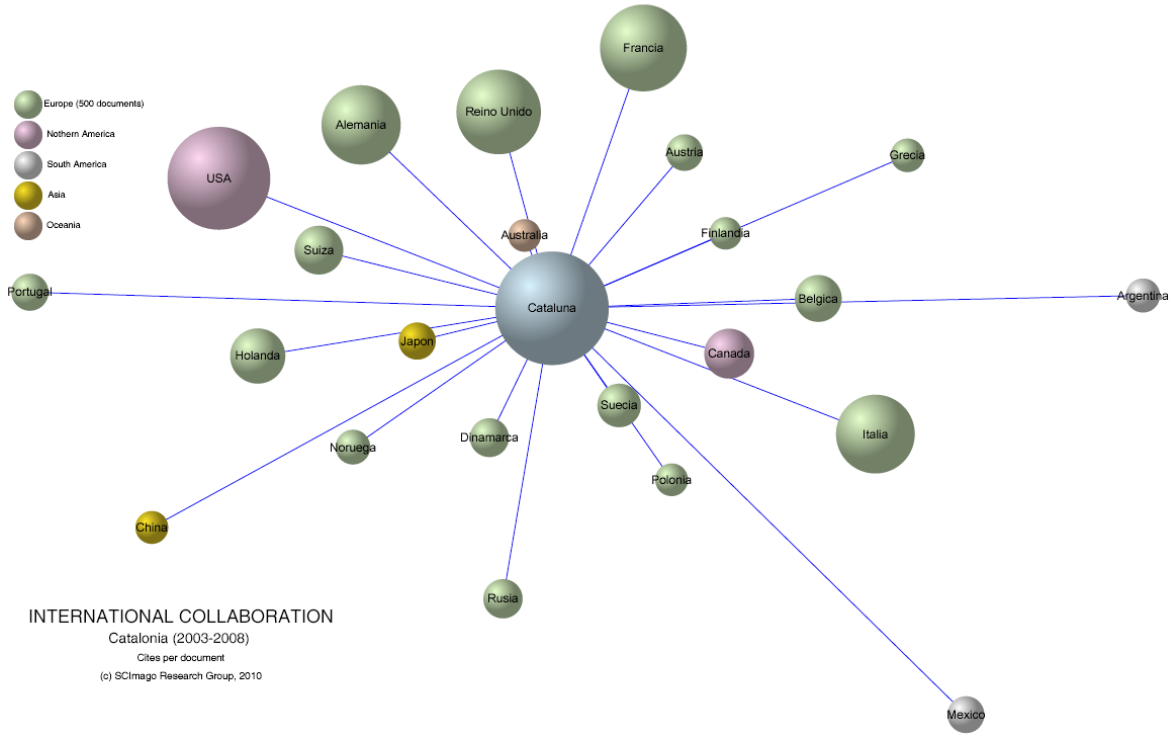


Fig. 40. Citas por documento de la producción con colaboración internacional. Red de países. 2003-2008

Si los datos anteriores se refieren a la colaboración internacional, los datos de la **Tabla 14,** desglosan la colaboración de Cataluña con otras Comunidades en España y la visibilidad observada obtenida con indicadores absolutos y relativos. Los socios preferentes son de instituciones radicadas en Madrid, Andalucía, Valencia y País Vasco. Sin embargo la mejor visibilidad observada relativa se recibe a partir de los trabajos cofirmados con investigadores radicados en Navarra, Cantabria, Asturias y Canarias (**Tabla 15**).

Tabla 14. Colaboración autonómica y citación observada. Cataluña 2003-2008.

	Region	Country	Documents	Cites
1	Madrid	ESP	11749	105350
2	Andalucia	ESP	2948	25778
3	Valencia	ESP	2890	25651
4	Pais Vasco	ESP	1244	11355
5	Galicia	ESP	1109	9513
6	Aragon	ESP	1009	7364
7	Asturias	ESP	930	9348
8	Castilla y Leon	ESP	819	8100
9	Navarra	ESP	764	8567
10	Canarias	ESP	744	7587
11	Baleares	ESP	679	6081
12	Murcia	ESP	550	5375
13	Cantabria	ESP	493	5096
14	Castilla-La Mancha	ESP	442	3568
15	Extremadura	ESP	202	1964
16	La Rioja	ESP	88	718

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Siendo la actividad médica la de mayor importancia en producción, no es de descartar que los socios de las comunidades mencionadas tengan relación con investigaciones desarrolladas por instituciones del sector sanitario, como la Universidad de Navarra, el Hospital Marqués de Valdecilla, el Hospital Central de Asturias, o en Astronomía, como el Instituto Astrofísico de Canarias.

Tabla 15. Colaboración autonómica y citas por documentos recibidas por Cataluña. 2003-2008

	Region	Country	Documents	Cites per document
1	Madrid	ESP	11749	8.97
2	Andalucia	ESP	2948	8.74
3	Valencia	ESP	2890	8.88
4	Pais Vasco	ESP	1244	9.13
5	Galicia	ESP	1109	8.58
6	Aragon	ESP	1009	7.3
7	Asturias	ESP	930	10.05
8	Castilla y Leon	ESP	819	9.89
9	Navarra	ESP	764	11.21
10	Canarias	ESP	744	10.2
11	Baleares	ESP	679	8.96
12	Murcia	ESP	550	9.77
13	Cantabria	ESP	493	10.34
14	Castilla-La Mancha	ESP	442	8.07
15	Extremadura	ESP	202	9.72
16	La Rioja	ESP	88	8.16

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

4. Principales Áreas Temáticas de Cataluña

Medicina, Bioquímica, Genética, Biología Molecular, Agricultura y Química, son las áreas temáticas principales, o *top* en Cataluña y donde se concentra la actividad de publicación, el 57,2% de producción en el período. El peso de la producción médica en el conjunto de la producción, supone que uno de cada cuatro documentos que se elaboran en Cataluña se adscribe a esa área temática (**Fig.41**).

Como cada una de estas áreas engloba varias categorías temáticas en las que la base de datos *Scopus* clasifica las revistas: 48 categorías en Medicina, 15 en Bioquímica, 7 en Química, 11 en Agricultura y 10 en Física y Astronomía (datos de junio 2010), parece razonable indagar más descendiendo al análisis de las categorías comprendidas en las cinco áreas principales.

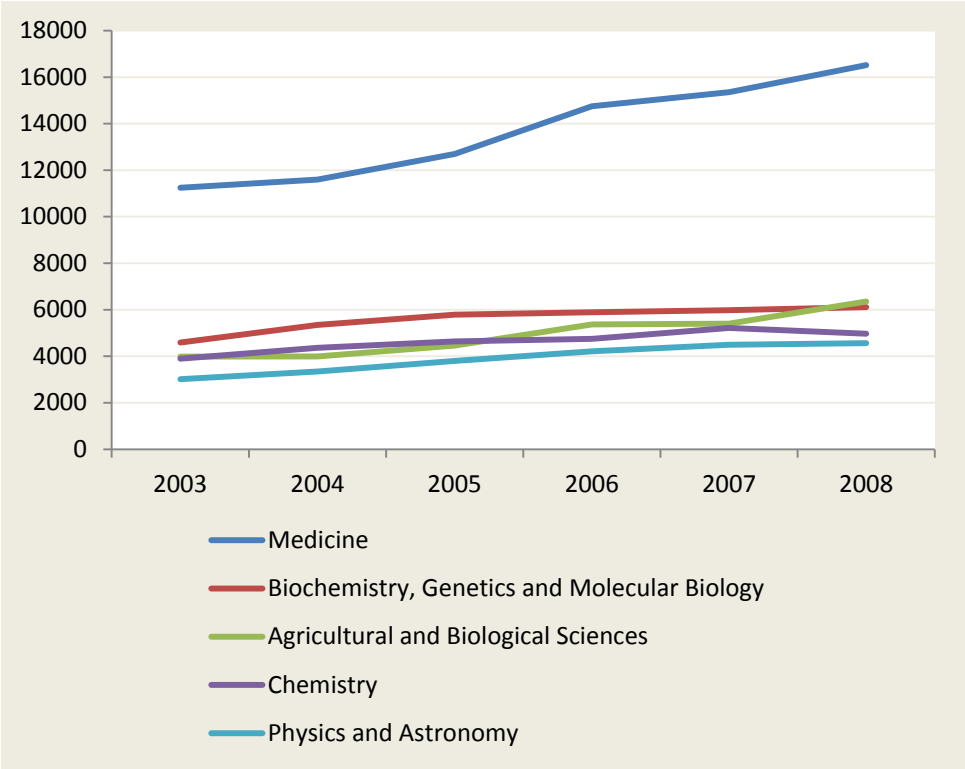


Fig. 41. Evolución de la producción de las cinco principales áreas. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Las **Figuras 42** y **43** muestran el impacto relativo medido por las citas por documentos que recibe la producción de Cataluña respecto de la media de

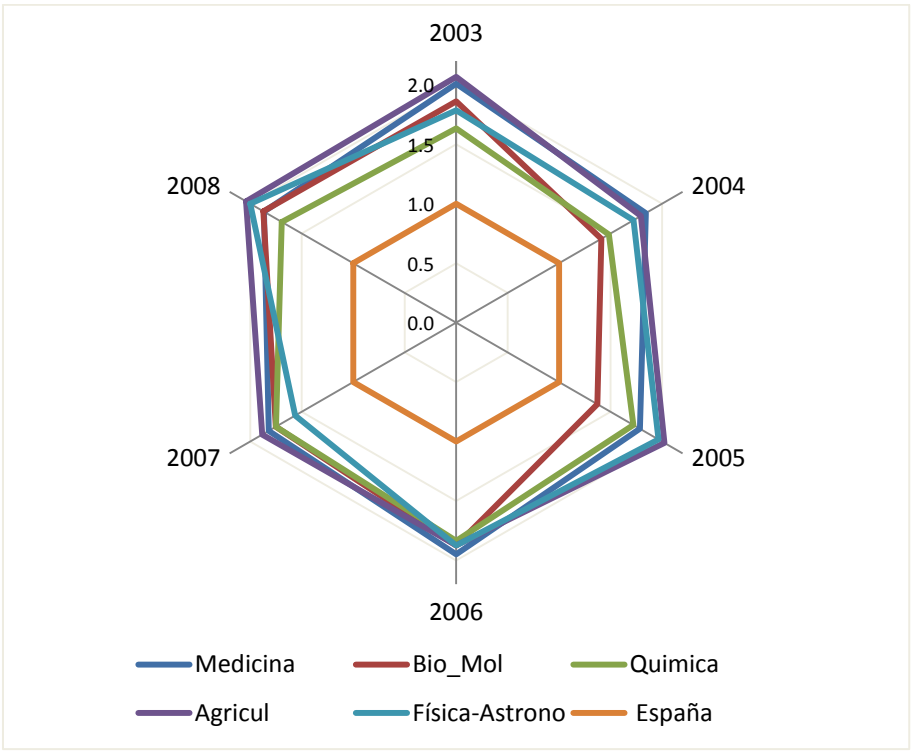


Fig. 42 Citas por documento de las cinco principales áreas relativas a España. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

España y del mundo. Respecto de España, los valores obtenidos en 2008 en la Agricultura (2,04) y en la Física-Astronomía (2,01), son los mayores en el período. Hay que destacar un leve descenso en los valores relativos de

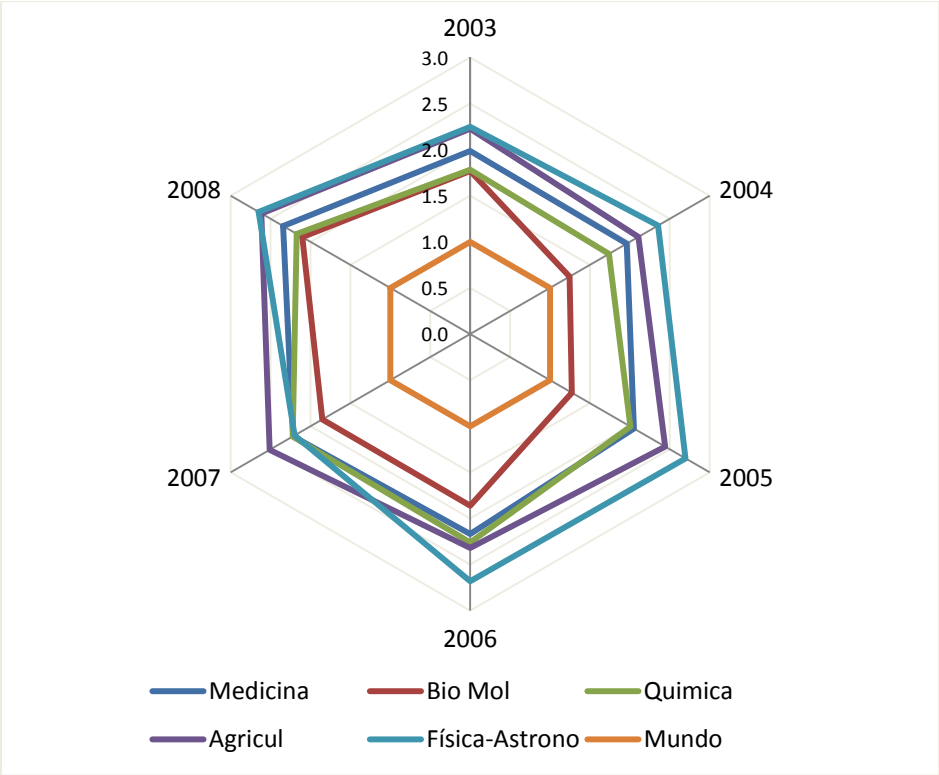


Fig. 43. Citas por documento de las cinco principales áreas relativas al Mundo. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

visibilidad en el caso de la Medicina, de 2,01 en 2003 a 1,87 en 2008., así como un estancamiento en los valores que se obtienen en Biología Molecular y Agricultura. El mejor comportamiento según este indicador se obtiene en el área de Física-Astronomía.

Respecto del mundo hay que destacar también el caso de la Física-Astronomía. Es el área con valores de citas por documentos más elevados: 2,25 en 2003, 2,70 en 2005 y 2,65 en 2008, lo que indica una elevada visibilidad de los trabajos en este tema, tanto respecto de España como del mundo. En todos los casos, la comparación respecto del mundo es más favorable que respecto de España.

¿Qué tipo de publicaciones eligen los investigadores de cada área? En la **Figura 44,** se recogen los porcentajes de publicación en revistas según sea el cuartil de la distribución en la que se sitúan las revistas de acuerdo con el *SCimago Journal Rank* (www.scimagojr.com). En Física-Astronomía, prácticamente el 65% de las publicaciones catalanas lo hacen en revistas con

valores de SJR situados en el primer cuartil. En Agricultura los valores oscilan entre el 55% en 2006, al 63,8% en 2005 y Química entre el 61% y el 67% en 2005.

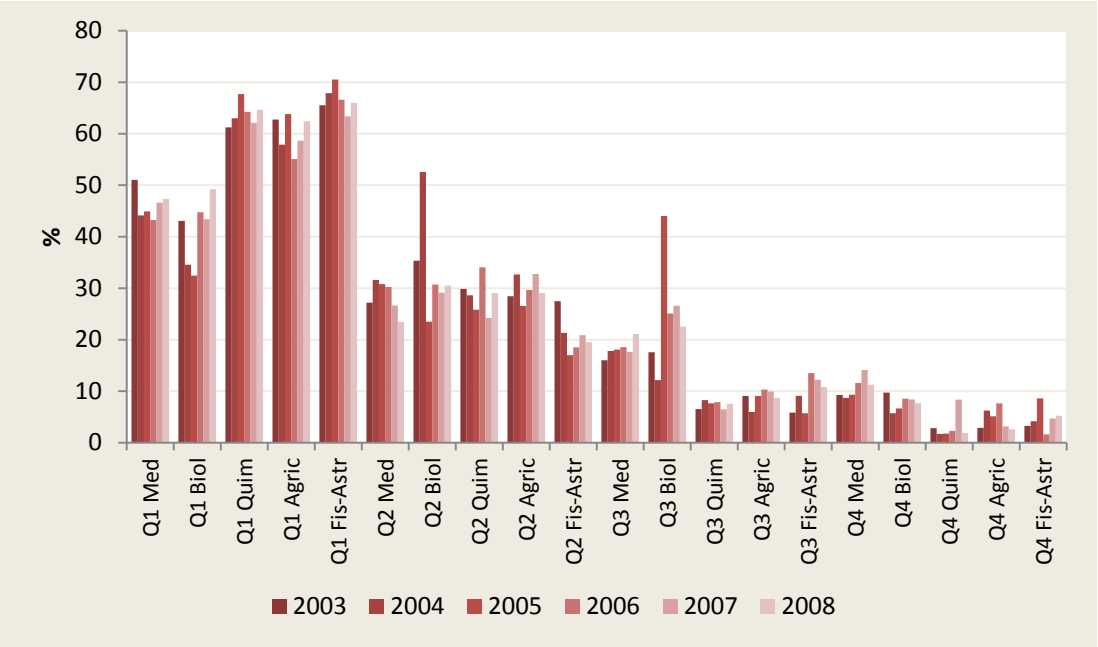
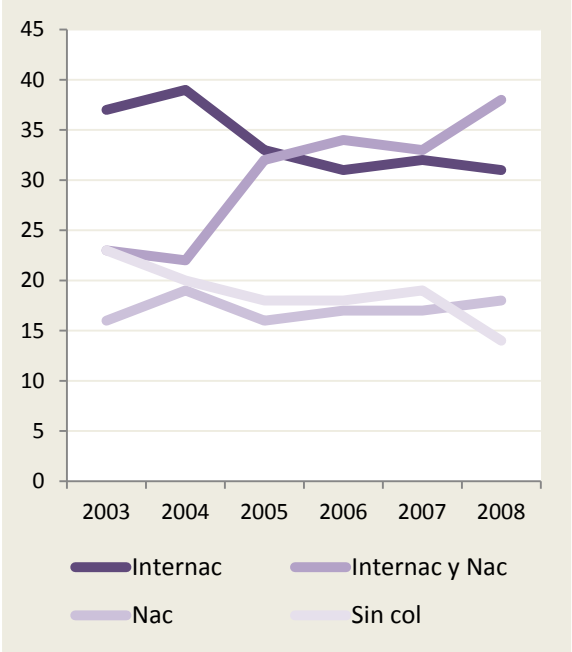


Fig. 44. Distribución por cuartiles de los trabajos en las cinco principales áreas. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

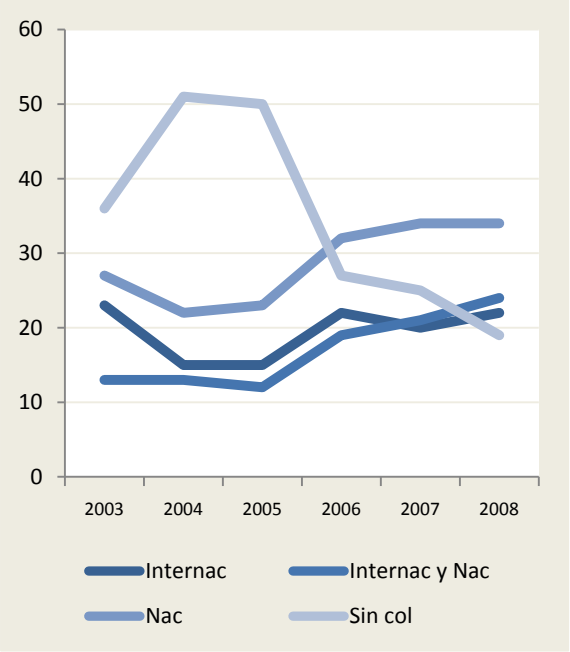
Si se hace el ejercicio de calcular el porcentaje de trabajos que se publican en los dos primeros cuartiles, entendiendo que son aquellos títulos donde los trabajos pueden, quizás, alcanzar una mayor visibilidad, es en el área de Química donde el valor de la mediana de los valores es superior con un 92,5%. Le sigue Agricultura con el 90,8% de trabajos publicado en los dos primeros cuartiles, 86% en el caso de la Física-Astronomía, 76,9% en Biología Molecular-Bioquímica. El valor menor se obtiene en Medicina, 74,5%.

Otro aspecto susceptible de distinguirse en las áreas *top* de Cataluña, son los patrones de colaboración institucional que se producen en cada una de las áreas. Para ello se han elaborado un conjunto de gráficos que muestran la evolución de las distribuciones por tipo de colaboración.

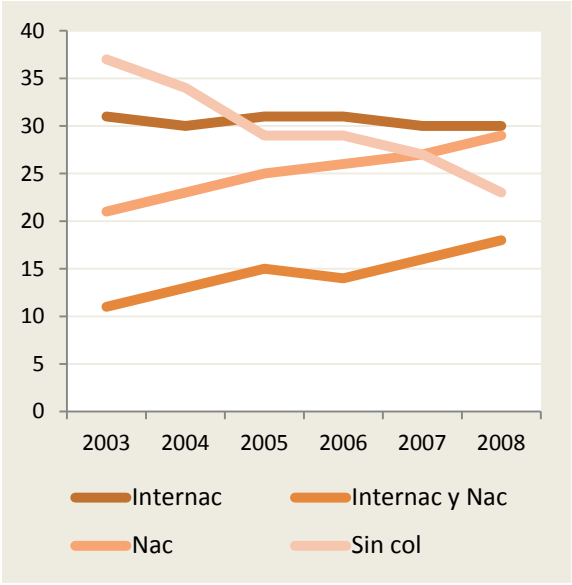
Los patrones son dispares. Una constante es el descenso acusado de los trabajos en solitario, es decir firmados solo por autores de instituciones de Cataluña, por ejemplo en Biología Molecular.



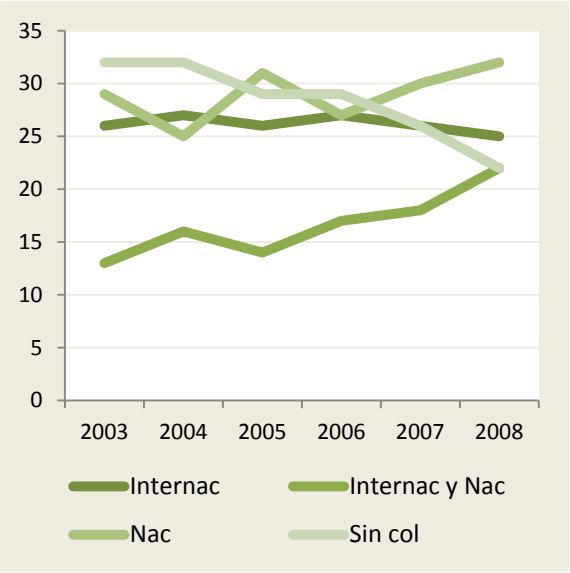
Física-Astronomía



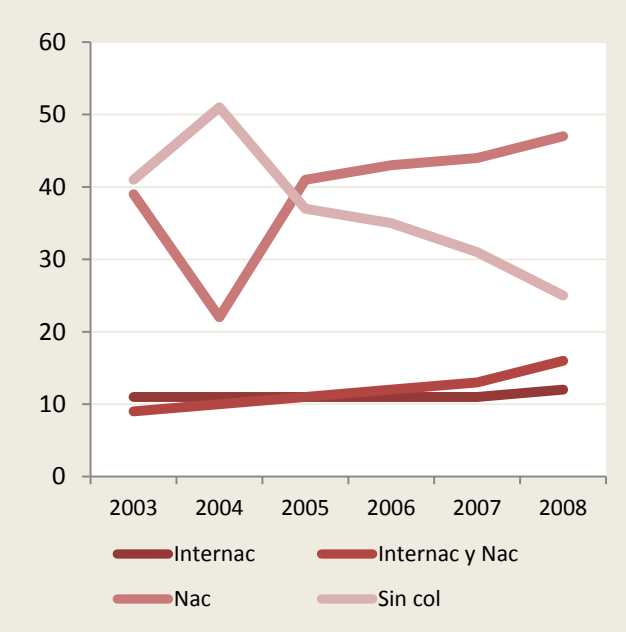
Biología Molecular



Química



Agricultura



Medicina

Fig.45. Distribución de la producción según tipos de colaboración de las cinco principales áreas. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En Física-Astronomía predomina la colaboración internacional o bien por colaboración exclusiva entre investigadores de Cataluña y extranjeros o por la formación de equipos en los que además hay otros colegas españoles. En Agricultura, predominan los trabajos nacionales y sin colaboración, un patrón al que también se acomoda en Química. Por último, Medicina tiene el mayor porcentaje de trabajos con colaboración exclusiva nacional, la mayor con trabajos sin colaboración ajena a la Comunidad, y con la menor producción con colaboradores de entidades extranjeras.

En análisis cuya escala sea a nivel macro o meso como en el caso de Cataluña, la actividad de publicación en un área determinada, debe ser medida con indicadores relativos y normalizados con vistas a comprender las tendencias a medio o largo plazo. Ello se debe a que de ese modo se evitan en lo posible, los problemas derivados de los cambios de cobertura y de crecimiento de la bases de datos o de la inflación de autores (Kretschmer, 2001).

Para el análisis del "interior" de las áreas se va a proceder del siguiente modo. Se han construido distintas figuras con correlaciones para conocer el

impacto de las producciones por categoría, medido por el indicador de citación normalizada. Este indicador se pone en relación con el índice de actividad de las categorías respecto a España, en el que los diámetros de cada una de ellas, expresa la producción durante el período (**Fig. 46-50**).

De forma idéntica se han generado otras figuras con correlaciones para conocer el impacto de las producciones por categoría y relativas a la citas por documento a nivel mundial. En este caso el impacto relativo se mide con dos indicadores: el de la citación normalizada que alcanza en cada una de las categorías *top* de Cataluña respecto del mundo y la citas por documentos a nivel mundial. Así mismo, en este caso los diámetros de las categorías reflejan la producción durante el período (**Fig. 51-55**).

Las primeras categorías a analizar son las que se integran Medicina, el área de mayor producción en Cataluña. El número de categorías que integran "Medicina", supera las que razonablemente pueden ser representadas en orden a la inteligibilidad de la representación[1].En ese sentido, aparecen aquellas con mayor producción. Por encima del eje de la media que se refiere a España, aparecen Hepatología, Epidemiología, Pulmón, Gastroenterología, Oncología, Hematología y Trasplantes. Sobre el eje, la propia Medicina, Cardiología, Neurología, Cirugía, Endocrinología y Anestesiología.

[1] Véanse los datos completos de todas las categorías en el Anexo II.

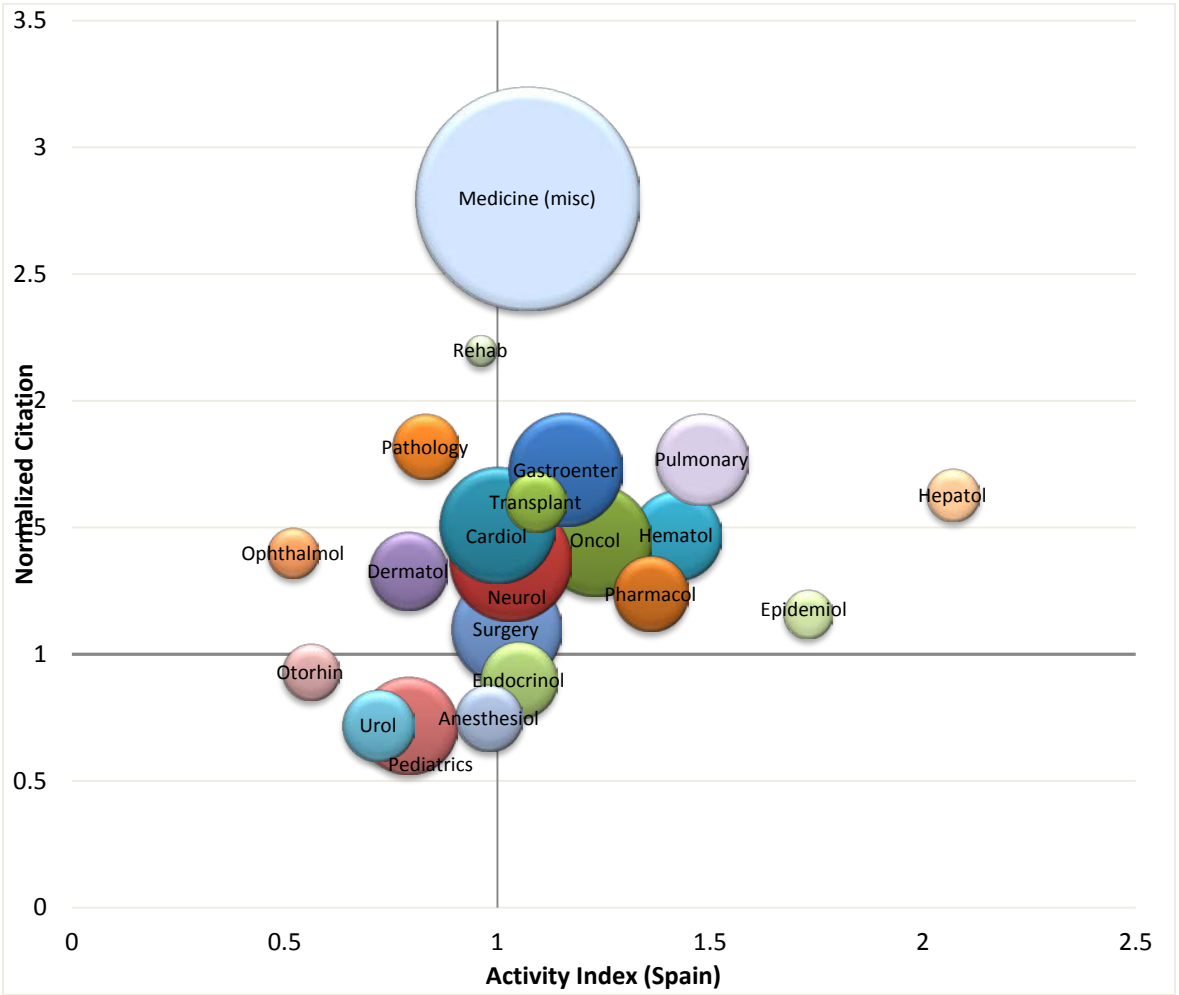


Fig. 46 Índice de actividad y citación normalizada de Medicina. 2003-2008

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Por debajo del valor de España, la actividad catalana, es menor en Rehabilitación, Patología, Dermatología, Pediatría, Urología y Otorrinolaringología.

Este tipo de representación muestra la posición de las áreas según su valor normalizado de citación o "calidad científica promedio". Con este indicador, se mide la citación que recibe cada área y se la compara con la citación media que obtiene la producción en esa misma categoría en el mundo, con el fin de determinar la "calidad" respecto de la que se realiza en el mundo. Los valores por encima del eje horizontal marcado con un valor de 1, son categorías donde la citación está por encima de la media normalizada del mundo. En una posición muy destacada aparece la propia Medicina-miscelánea, con un valor de 2,8 es decir, la citación de la producción catalana es citada un 180% más que la media del mundo. El indicador no deja lugar a

dudas respecto de la calidad del conjunto de trabajos de Cataluña en esta categoría. Situaciones similares se producen en Rehabilitación, con una pequeña producción, pero de gran visibilidad (2,2).

La situación en el área de Biología Molecular, se refleja en la **Fig. 47**. En Medicina Molecular la especialización de Cataluña es la mayor entre todas las categorías del área, al igual que sucede con su producción. Sin embargo,

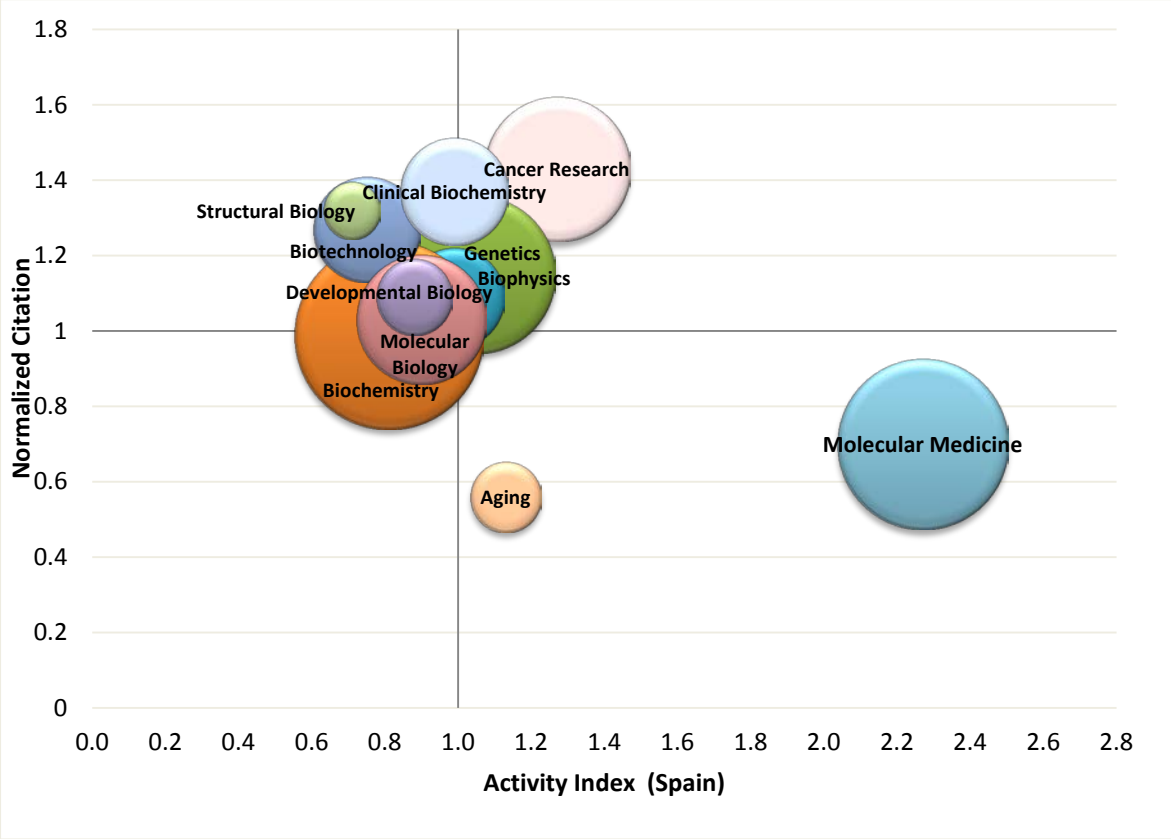


Fig. 47 Índice de actividad y citación normalizada de Biología Molecular. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

la visibilidad que alcanza es la más baja 0,7. El mejor valor de visibilidad, le corresponde a la Investigación sobre el Cáncer, con un 43% de citación por encima de la media mundial, algo muy positivo si se le suma los valores de la Bioquímica Clínica (1,37) o la Fisiología (1,18). Por producción destaca la Bioquímica, pero con una actividad sobre la media de España, y un impacto casi idéntico (0,99) al valor medio de citación mundial. Salvo es esas tres categorías, Medicina Molecular, Envejecimiento y Bioquímica, la visibilidad de las otras doce categorías es mayor de la media mundial, lo que sitúa al conjunto del área con valores homogéneos respecto de la "calidad científica

promedio", con valores que no superan una citación media por encima del 40%.

El área de la Química la integran las producciones de siete categorías temáticas (**Fig. 48**). Existen tres categorías en las que la actividad de producción es menor que en España, el más llamativo se da en la Espectroscopia (0,76), la Química Orgánica (0,90) y la Química Física y Teórica (0,94).

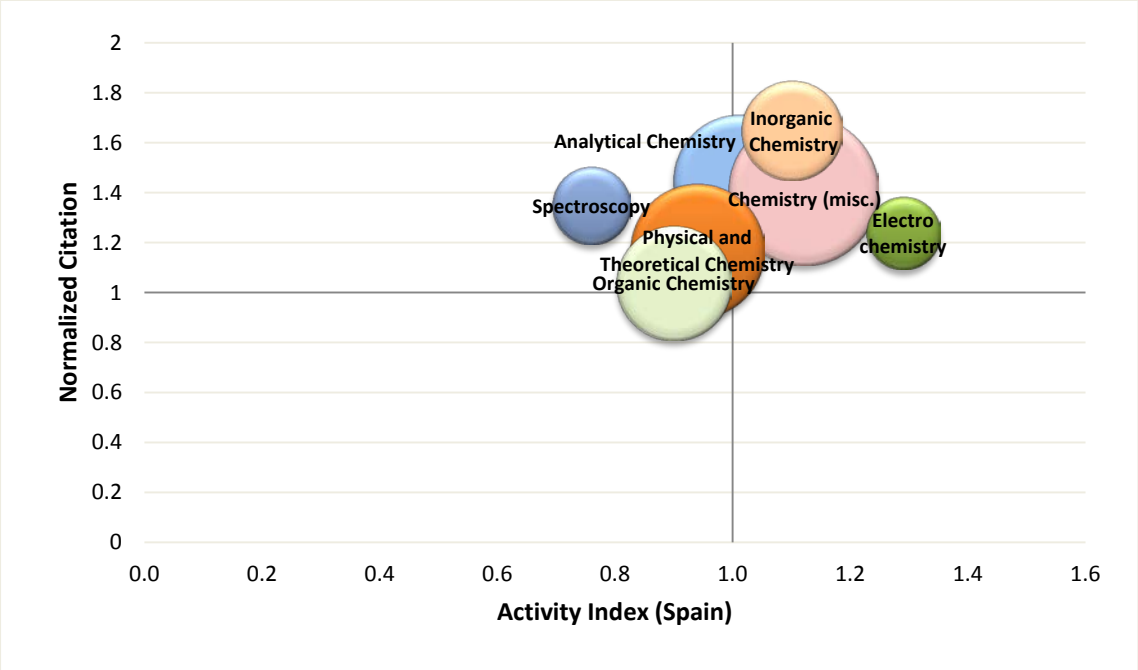


Fig. 48 Índice de actividad y citación normalizada de Química. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La totalidad de las categorías se sitúan con valores por encima de la citación mundial. En Química Inorgánica, se obtienen un valor de 1,65; en Química Analítica, se obtiene el 1,45; en Química Miscelánea 1,41; en Espectroscopia, 1,35; en Electroquímica se obtiene 1,24; en Química Física y Teórica se obtiene una citación un 17% por encima de la media mundial, mientras que en la Química Orgánica se obtiene un 1,04 en el período. En su conjunto la "calidad científica promedio" del área es positiva.

La Agroalimentación es la cuarta área *top* de Cataluña en el que, además, España está especializada (**Fig. 49**). Cataluña está más especializada en Ciencias Acuáticas (1,42) y Ciencias Animales-Zoología (1,19) que en Ciencias del Suelo (0,66), Ciencias de las Plantas (0,81) y Horticultura (0,80).

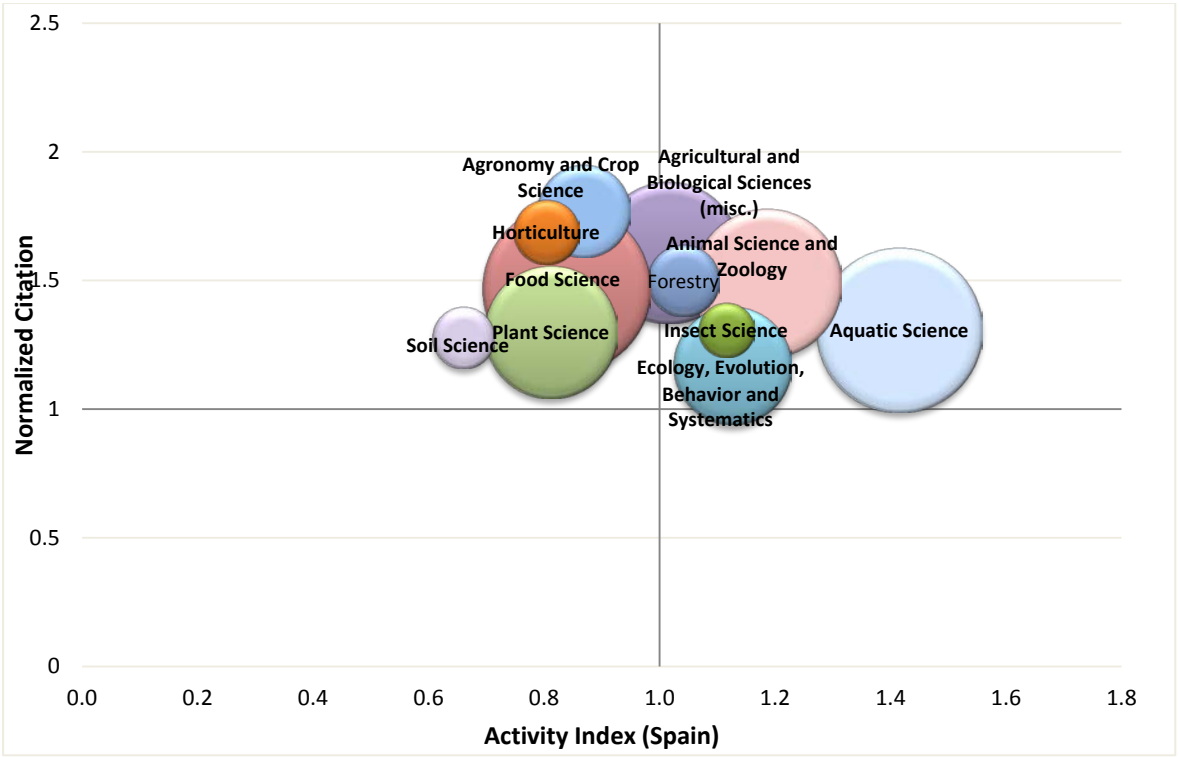


Fig. 49 Índice de actividad y citación normalizada de la Agricultura. 2003-2008

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

La mayor visibilidad se obtiene en Agronomía y Ciencias de los Cultivos (1,77), en Horticultura (1,69) y en Agricultura y Ciencias Biológicas (miscelánea), con valores de citación un 61% por encima de la media mundial de la especialidad.

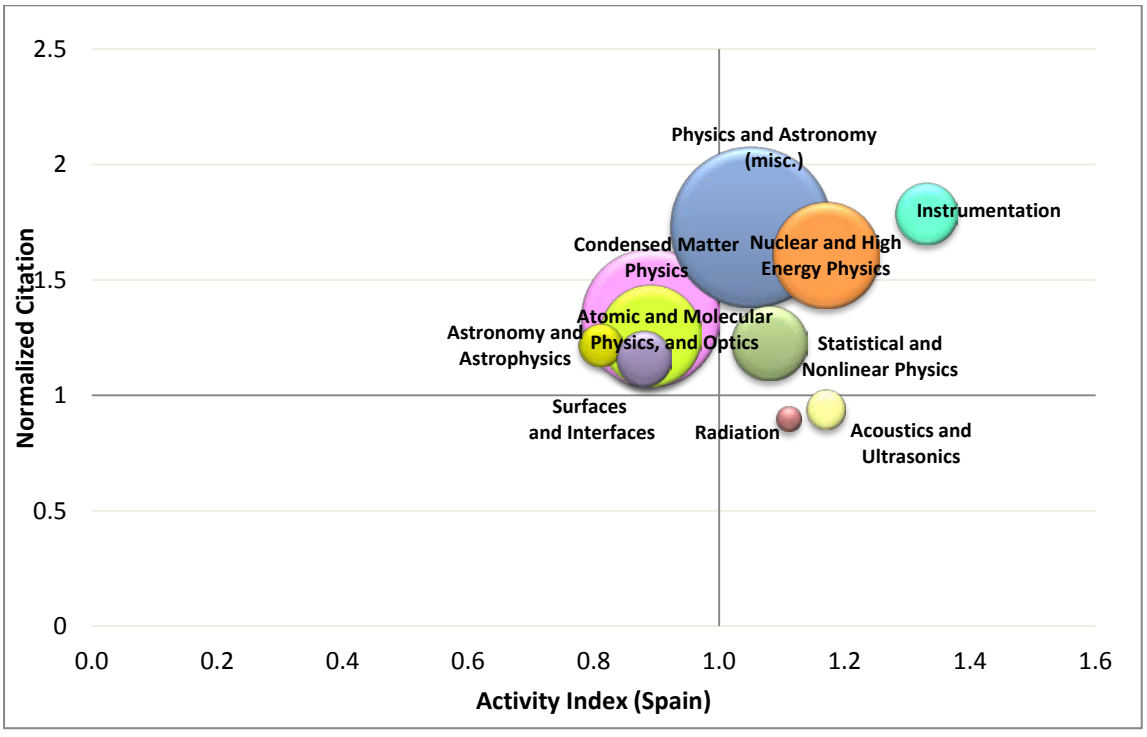


Fig. 50 Índice de actividad y citación normalizada de la Física y Astronomía. 2003-2008

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Física y Astronomía es la quinta área *top* seleccionada (Fig. 50). La integran nueve categorías, y sólo una con un valor de "calidad científica promedio" ligeramente por debajo de la media mundial, Radiación (0,99). La calidad promedio en el conjunto del área, es elevada, con valores que oscilan entre el 1,16 de Superficies, al 1,79 de Instrumentación. Física y Astronomía (miscelánea) es el mayor área por volumen de producción y hay otras cuatro en las que la actividad es menor de la media nacional: Física de la Materia Condensada (0,89), Física Molecular Atómica y Óptica (0,89), Astronomía y Astrofísica (0,81) y Superficies (0,88).

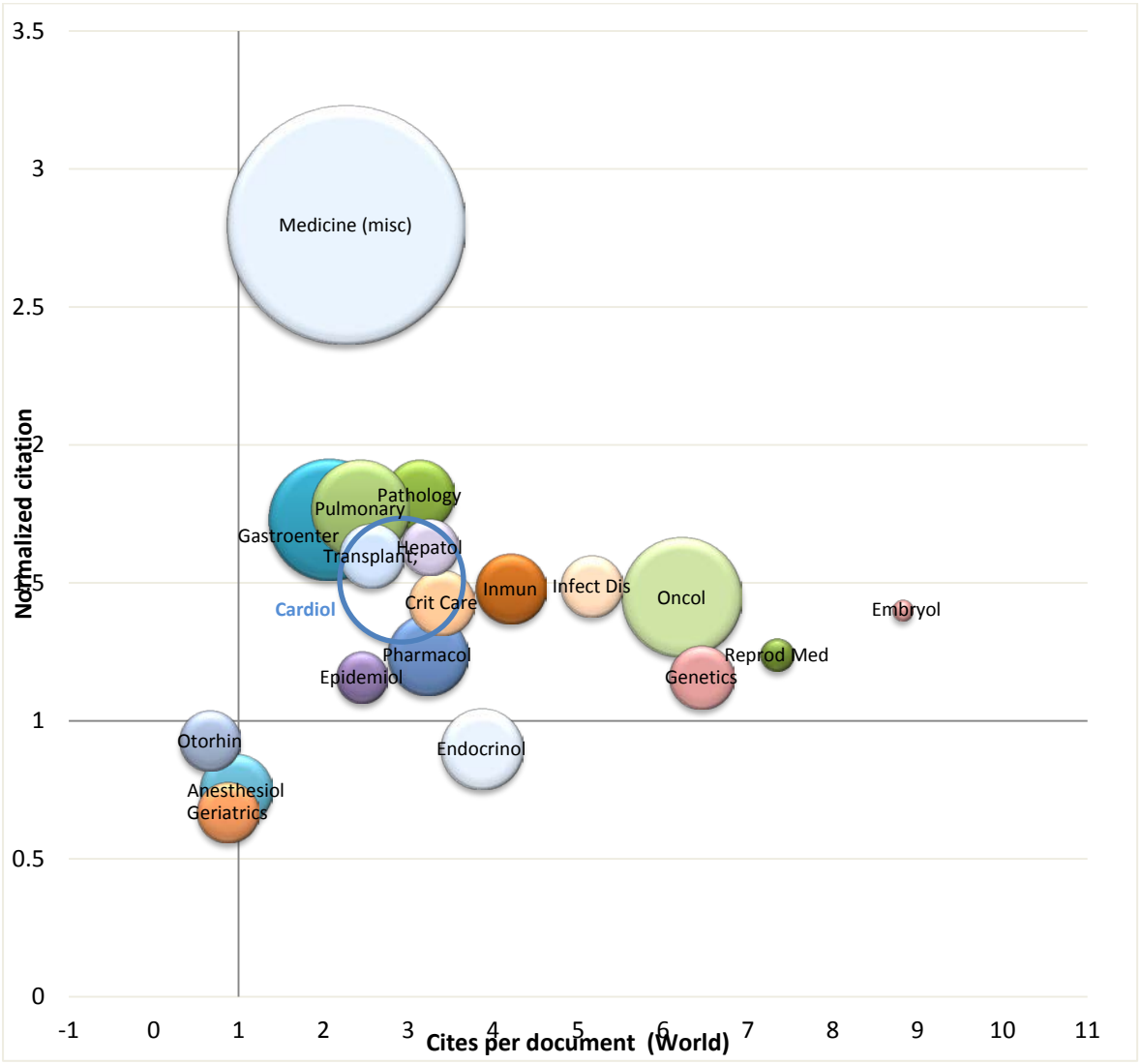


Fig. 51 Citas por documento y citación normalizada Medicina. 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En la **Figura 51** aparece representada la visibilidad científica de la investigación que se produce en Cataluña medida con dos indicadores

relativos a la posición que alcanza respecto del mundo. La posición de la Medicina (miscelánea), es la más distinguida, con un valor de citación normalizada de 2,8 y un valor en citas por documentos normalizado respecto del Mundo de 2,26. Otras categorías destacadas son Patología, Pulmón, Gastroenterología, Hepatología, Trasplantes, Cardiología, Cuidados Paliativos, Inmunología, Oncología y Enfermedades Infecciosas[2]. En tres categorías, Otorrinolaringología, Anestesiología y Geriatría, sus valores son inferiores en ambos indicadores a los valores normalizados respectivos que se obtienen en el mundo.

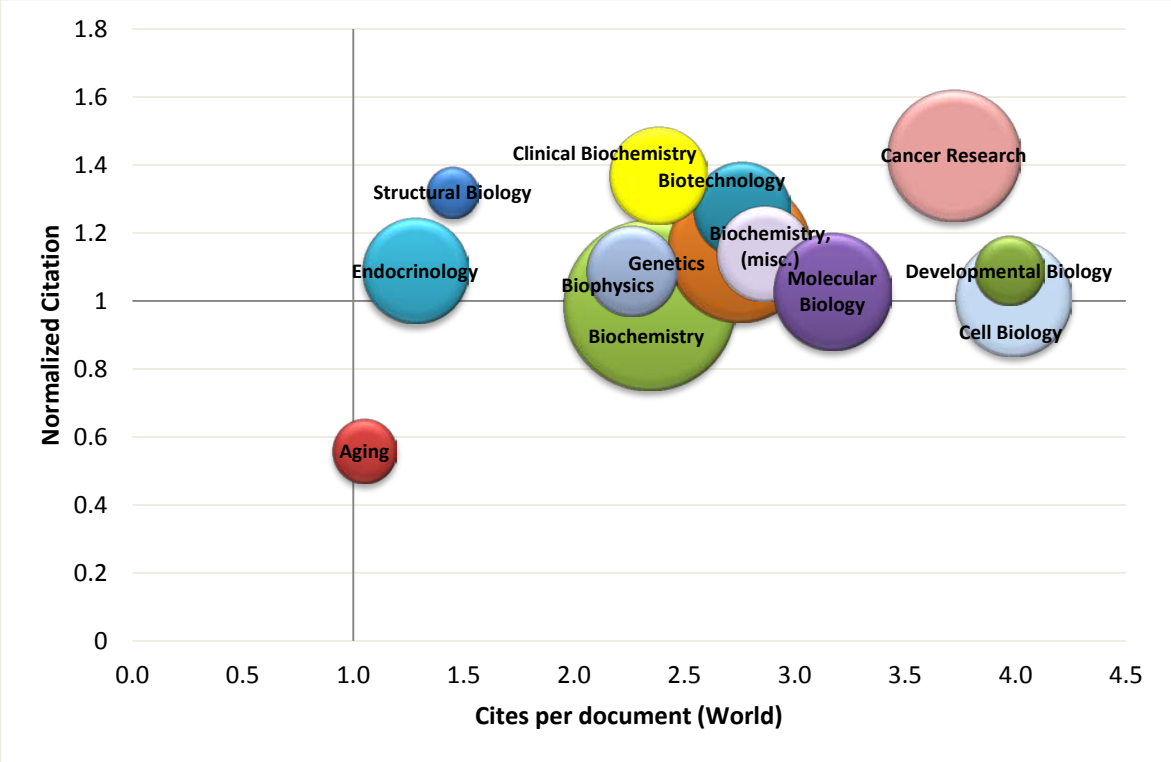


Fig. 52 Citas por documento y citación normalizada. Biología Molecular. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Los valores de las categorías que integran el área de la Biología Molecular (**Fig. 52**), son muy homogéneos y con valores al alza respecto al mundo. De ahí sus posiciones que tienden a ubicarse en el cuadrante superior derecha. Tan sólo una categoría, Envejecimiento, presenta valores por debajo de un indicador, 0,56 en citación normalizada. En el resto, las categorías se sitúan sobre el eje del mundo en citas por documentos y por encima del valor

[2] Ver los valores de la totalidad de categorías del área de Medicina, en el Anexo II.

mundial en citación normalizada. A destacar la producción de la categoría de Investigación sobre el Cáncer, la Bioquímica Clínica y la Biotecnología.

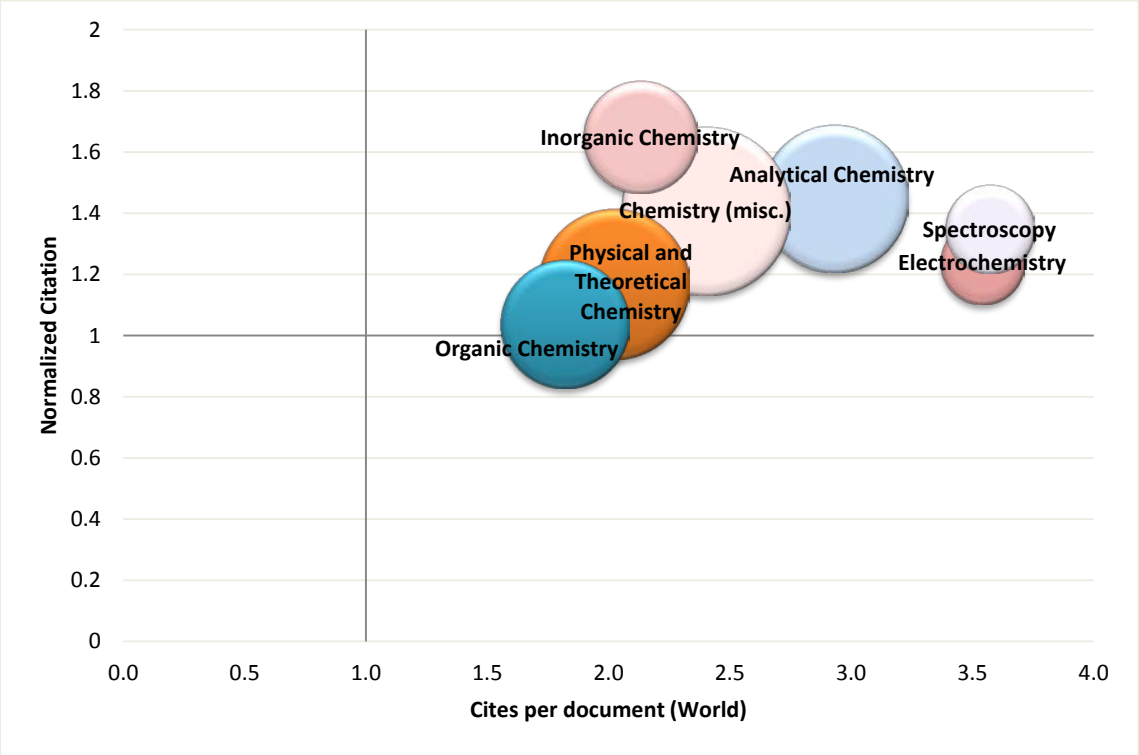


Fig. 53 Citas por documento y citación normalizada. Química. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Algo similar sucede con la producción catalana en Química (**Fig. 53**). Todas las producciones, independientemente de la categoría se presentan por encima de los niveles mundiales en sus respectivos agregados. Nótese que pese a que la configuración de las categorías tienden a ubicarse en el cuadrante superior derecha, como en el área de Biología, aquí los valores de la escala del eje y (citación normalizada) son superiores. De ahí que puede afirmarse, que en conjunto la "calidad científica promedio" es aún mejor en la producción catalana de Química, que en la categoría de Biología Molecular, siendo ambas muy sobresalientes.

Por ejemplo, en Química Inorgánica, que es la categoría con mejor "calidad promedio", la producción catalana se cita un 65% más que la media mundial, en Química Analítica un 45%, y en Química (miscelánea), un 41%, en Espectroscopia un 35%, con el mejor valor normalizado de citas por documento respecto del mundo: 3,57.

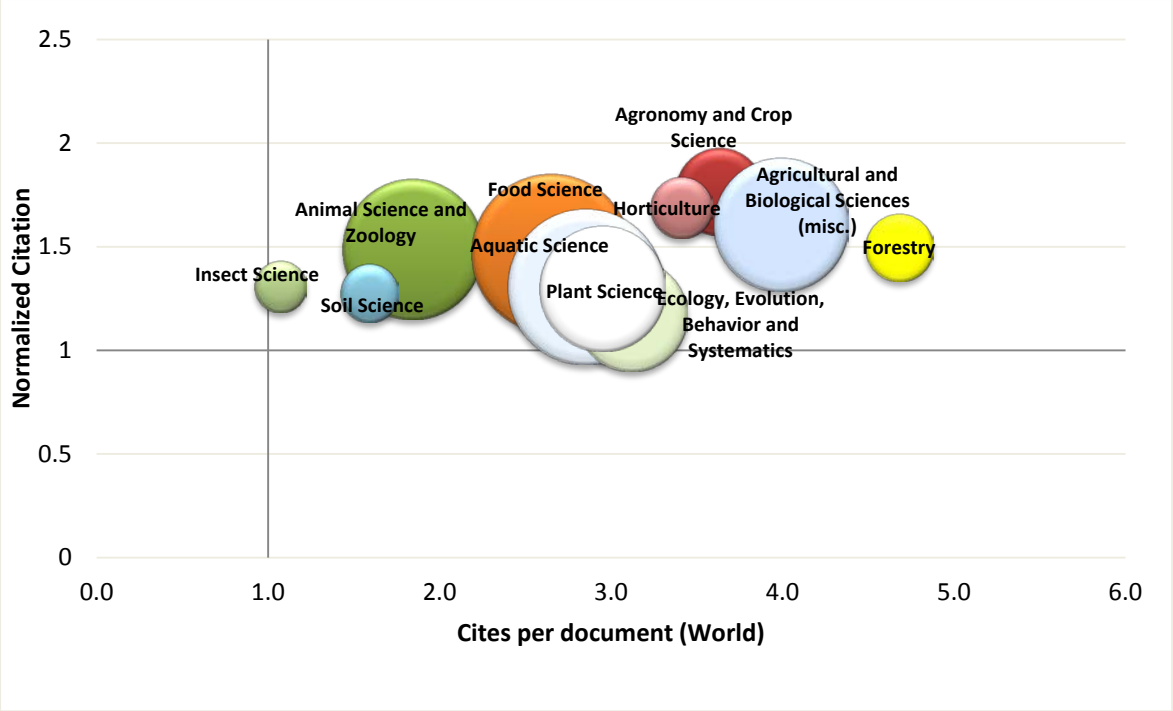


Fig. 54 Citas por documento y citación normalizada. Agricultura. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

Los valores de las categorías de Agroalimentación (**Fig. 54**) son, al igual que en áreas descritas anteriormente, muy positivos. No hay categorías con valores bajos respecto de la media normalizada mundial, todas se sitúan por encima del valor de "calidad científica promedio" del mundo (eje horizontal) y por encima del número normalizado de citas por documentos del mundo. Destaca la Horticultura, la Agricultura y Ciencias Biológicas (miscelánea), ésta con una citación 61% superior a la media mundial. Está un poco por debajo del valor de la Agronomía y Ciencias de los Cultivos, donde el mismo valor es de un 71%.

La posición del conjunto de categorías respecto al eje que señala el valor medio normalizado de las citas por documento, es sobresaliente: En Silvicultura 4,68; en Agricultura y Ciencias Biológicas 3,99; en Agronomía, 3,63; en Ecología, 3,12; en Ciencias de las Plantas 2,95; y en Acuicultura, 2,85.

El área de la Física-Astronomía tiene una configuración similar. La mayoría de las categorías se ubican en el cuadrante derecho: valores altos en ambos indicadores. Los valores de las diferentes categorías con el indicador de citas por documento son, después del área de Medicina, los mayores de las áreas

top de Cataluña, sólo hay dos excepciones: la producción asignada a Acústica y Ultrasonidos (0,94), y Radiación, ambas con las menores producciones. En el extremo opuesto, la producción en Astronomía y Astrofísica obtiene un valor de 6,28; en Superficies, 5,05; en Estadística y Física no lineal, 4,26; en Física Nuclear y de Altas Energías, el valor es de 4,17 y en Física de la Materia Condensada 2,90.

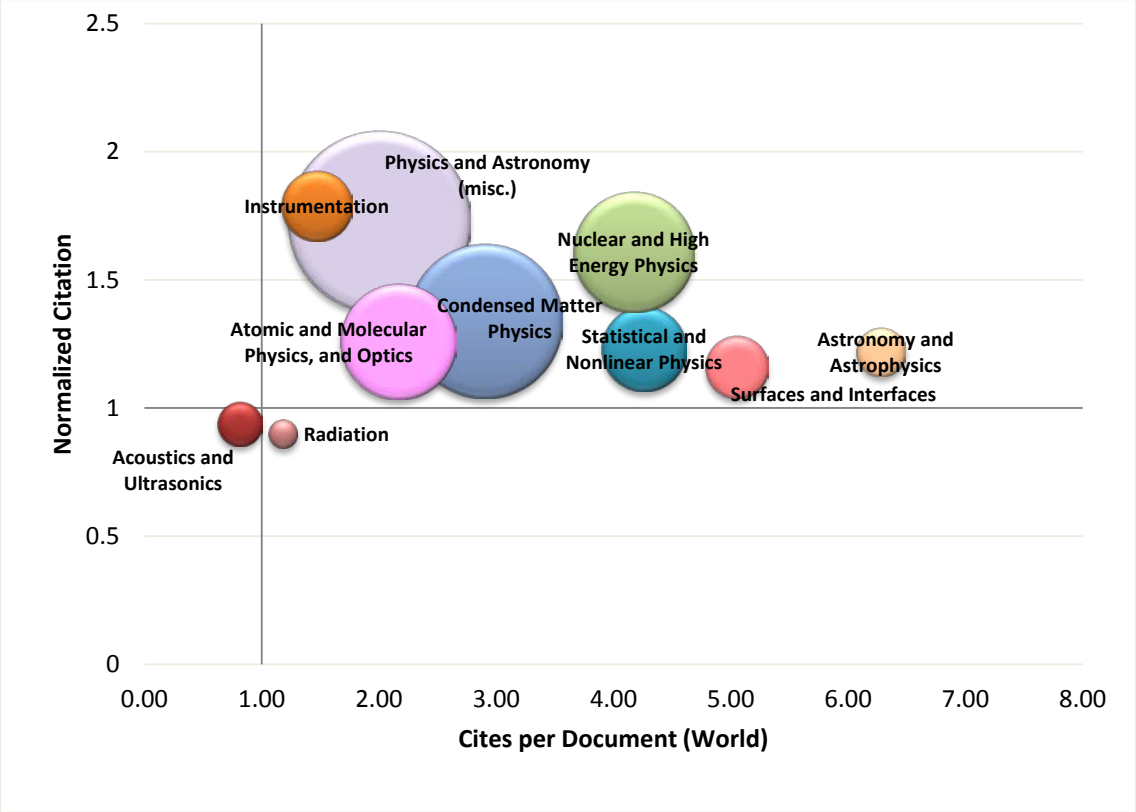


Fig. 55 Citas por documento y citación normalizada. Física y Astronomía. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En las **Figuras 56 a 60** se presentan las categorías con mayor producción absoluta de Cataluña y su posición respecto del resto de Comunidades Autónomas en el período 2003-08, atendiendo al indicador de "calidad científica promedio". Las categorías con mayor producción son Medicina (miscelánea), Física y Astronomía (miscelánea), Gastroenterología, Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Ciencias Medioambientales y las posiciones que ocupan con a otras Comunidades Autónomas, son: en Medicina (miscelánea), primera posición; en Física y Astronomía (miscelánea), la quinta; en Gastroenterología la cuarta; en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, la tercera y la segunda en Ciencias Medioambientales.

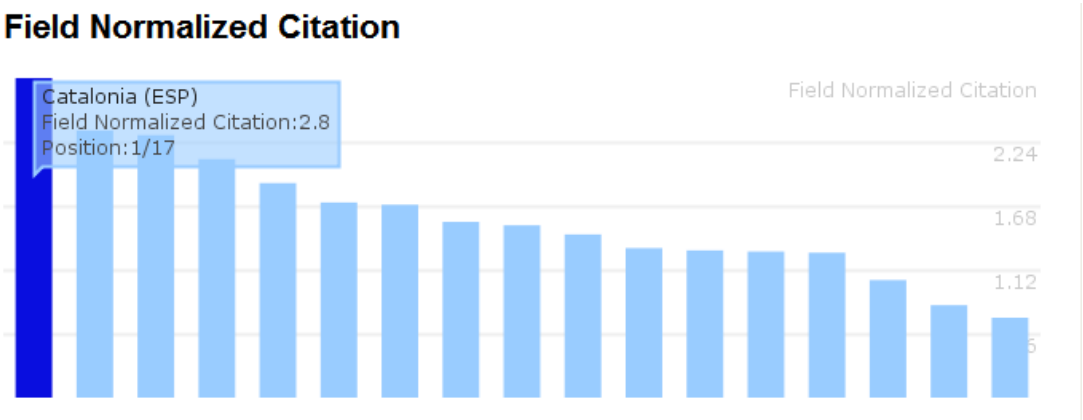


Fig. 56 Citación normalizada por CCAA. Posición de Cataluña en Medicina (misc). 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

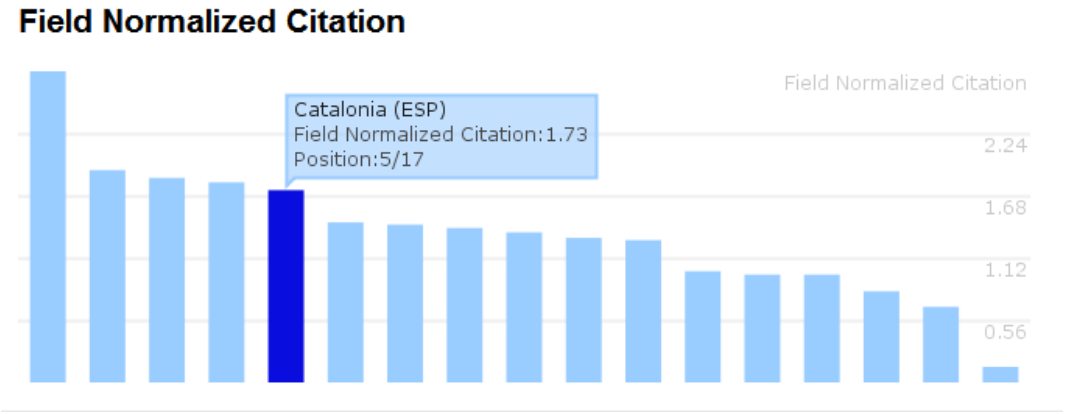


Fig. 57 Citación normalizada por CCAA. Posición de Cataluña en Física y Astronomía (misc). 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

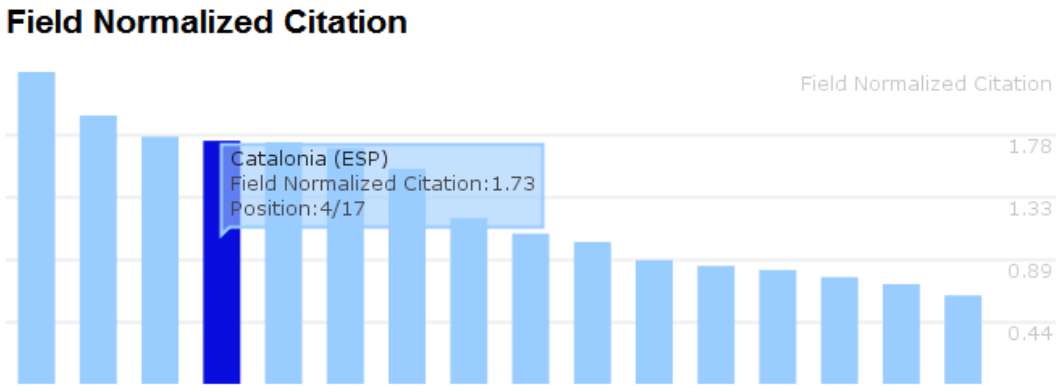


Fig. 58 Citación normalizada por CCAA. Posición de Cataluña en Gastroenterología. 2003-2008.
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

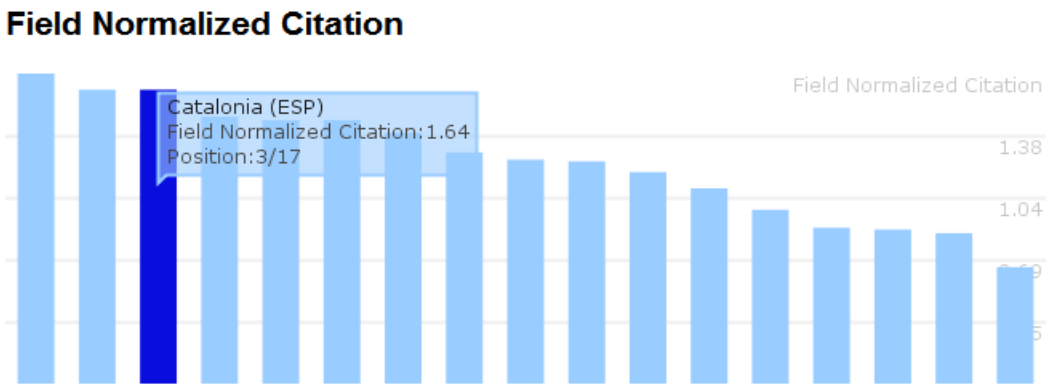


Fig. 59 Citación normalizada por CCAA. Posición de Cataluña en Ingeniería Eléctrica y Electrónica. 2003-2008.Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

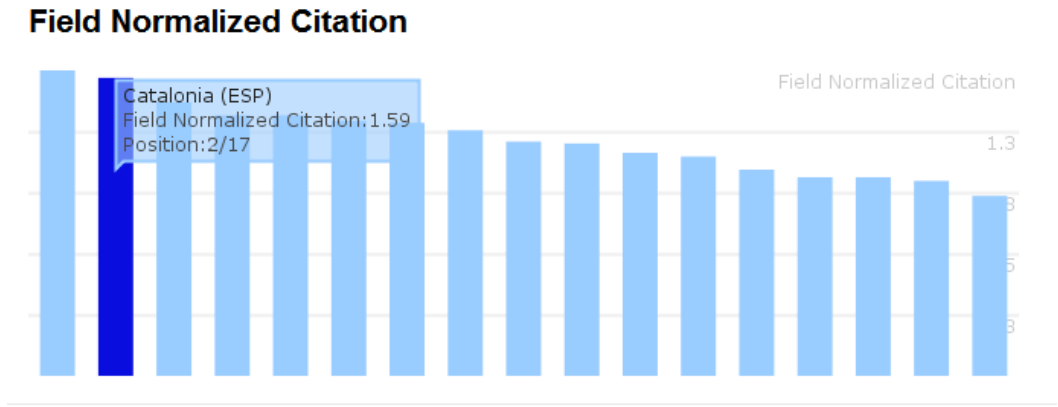


Fig. 60 Citación normalizada por CCAA. Posición de Cataluña en Ciencias Medioambientales. 2003-2008 Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

5. Perfiles temáticos

La comparación de los perfiles temáticos de las primeras comunidades autónomas españolas en razón de la producción muestra perfiles de producción temática similares entre las cuatro CC.AA consideradas. Una marcada orientación en producción médica y diferencias en los pesos respectivos de la Agricultura y Biología, que son mayores en Andalucía y en Madrid. Andalucía tiene una mayor especialización que Cataluña en Ciencias Medioambientales, al igual que Madrid y Valencia respecto a Cataluña en Química. Cataluña tiene una menor especialización en Ciencias de la Tierra que Madrid o Andalucía, pero superior a la de Valencia.

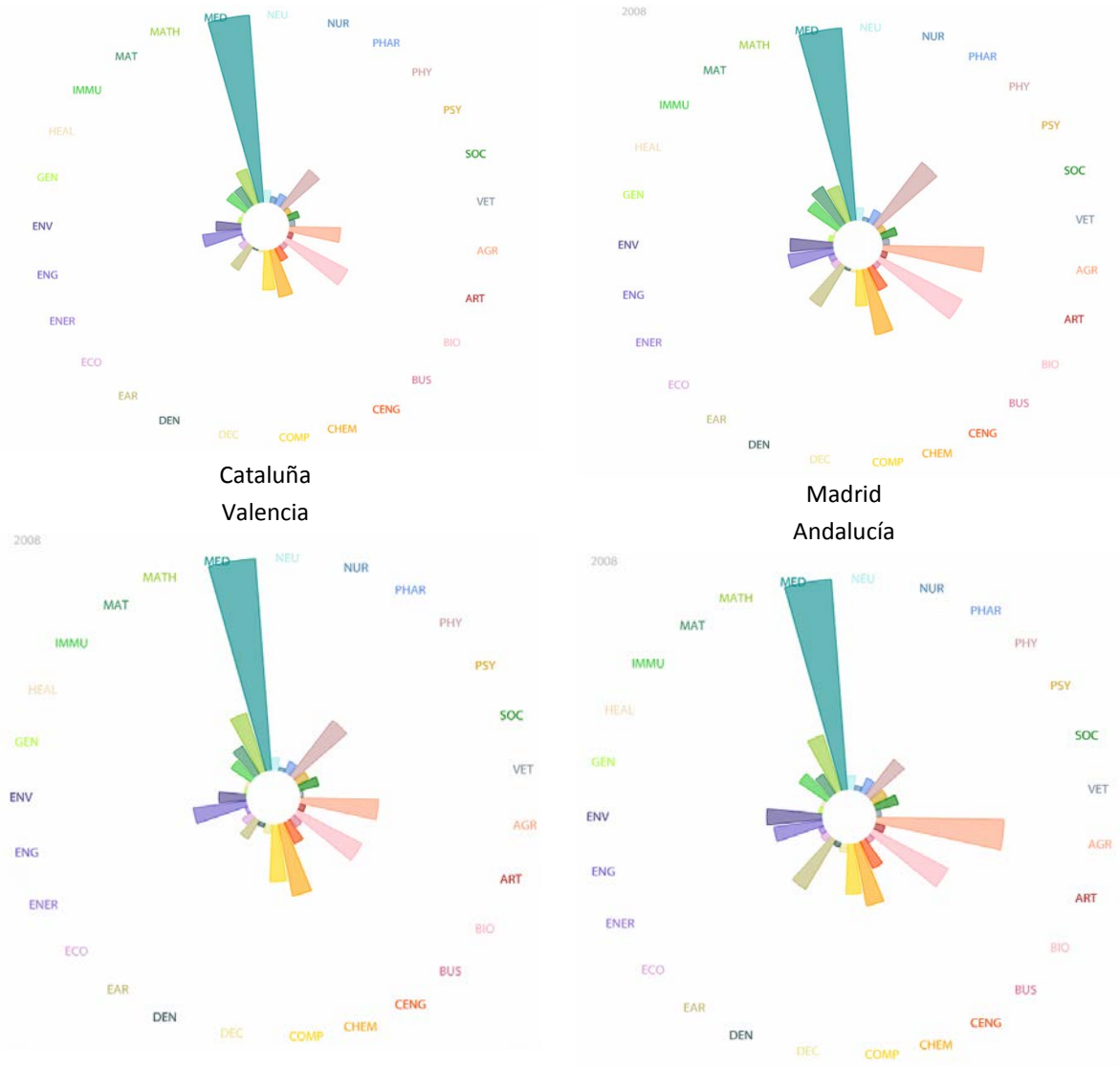


Fig. 61. Comparación del perfil temático de la producción de las principales Comunidades Autónomas. 2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

En conjunto, las fortalezas de Cataluña respecto de España, atendiendo a las fortalezas medidas por el índice de atracción de su producción por áreas, indica que Cataluña es *fuerte* respecto a España en Medicina, Profesión Médica, Arte y Humanidades, Matemáticas, Enfermería, Economía, Física, y Neurociencias. Hay cinco categorías en las que la visibilidad relativa, se sitúan en la media de España: Inmunología, General, Ciencias de la Computación, Biología Molecular e Ingeniería. En el resto de categorías, la atracción es menor respecto de los valores de España, con valores muy bajos en Odontología, Ciencias de la Decisión y Energía (**Fig. 62**).

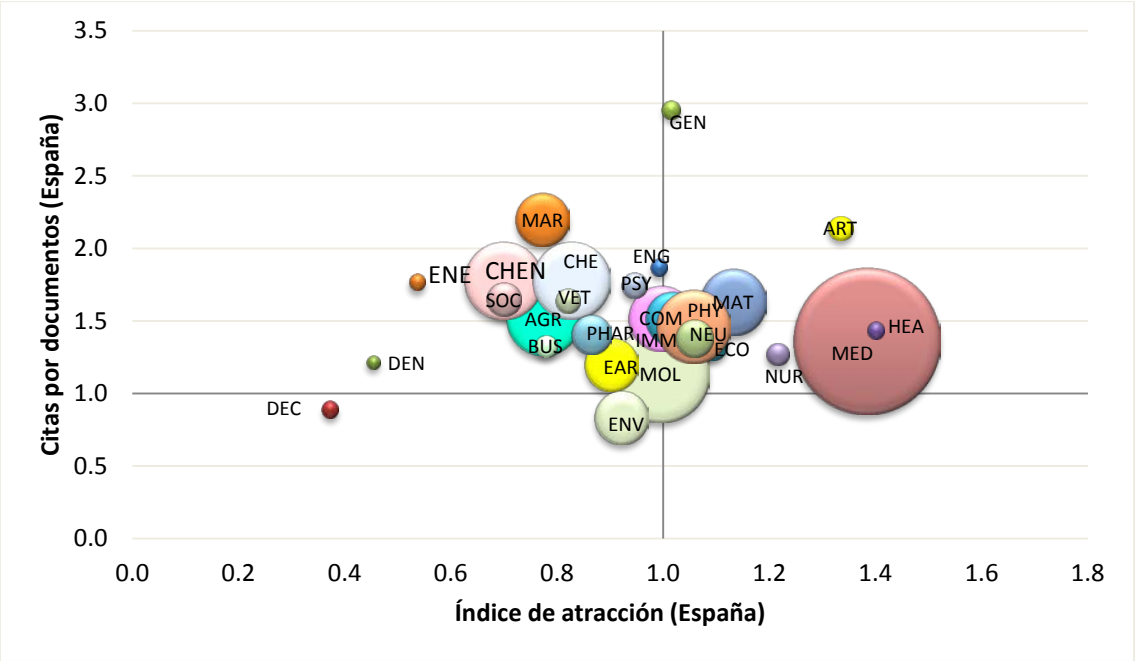


Fig. 62 Citas por documento e índice de atracción de Cataluña relativo a España. 2003-2008
Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.

6. Rankings institucionales

Los rankings son listados que agrupan cierto tipo de instituciones, normalmente pertenecientes a una única jurisdicción, pero no siempre, ordenados de acuerdo a un conjunto de indicadores, medidas o puntuaciones asociadas con esas instituciones que permiten ubicarlas en una escala ordinal de naturaleza descendente[3]. Los indicadores, permiten cierto grado de evaluación de las instituciones y representan aspectos diferentes, que en ocasiones dan origen a la creación de indicadores compuestos.

Son muy conocidos desde su introducción en Estados Unidos en 1981, aquellos que contienen datos de instituciones de educación universitaria, como el *Academic Ranking of World Universities*, de la Universidad Jiao Tong de Shanghai (http://www.arwu.org/ARWU2009.jsp) o el *Times Higher Education–QS World University Rankings* (http://www.topuniversities.com). La universidad de Leyden ha producido uno basado en las citas y orientado estrictamente al rendimiento de la investigación (http://www.socialsciences.leiden.edu/cwts/news/the-leiden-ranking.html).

[3] Véase: "Panorama de los rankings universitarios". En: *Informe CyD 2009. La contribución de las universidades españolas al desarrollo*. Barcelona: Fundación Conocimiento y Desarrollo, 2010, p. 245-267.

Los indicadores que se emplean en los rankings señalan implícitamente algún rasgo de calidad en la dimensión que analicen. Las prioridades que han llevado en ocasiones a generar un ranking no son siempre explícitas, pero el hecho que una determinada institución quede en primer lugar, y en consecuencia, se la considere "la mejor", implica, como en este caso, que los diseñadores del ranking consideran que los indicadores representan algo que es importante o positivo. Naturalmente, estos factores importantes o positivos, varían, dependiendo del indicador seleccionado o de la interpretación del ranking. Como consecuencia, presentar un ranking está vinculado directamente con discusiones y debates, en torno a nociones de "calidad" de las instituciones.

Los rankings que se presentan a continuación describen unidades específicas, pero el rango de instituciones varía entre sí, en tamaño, presupuesto, organización, prácticas de investigación, dependencias administrativas, etc. En todo caso, los rankings que se presentan implican un orden de precedencia entre las instituciones que los integran, que permiten la comparación de los resultados de investigación que han logrado en el período considerado.

A partir de los datos contenidos en *SCImago Institutions Rankings* (www.scimagoir.com) (junio de 2010), se han generado cuatro tablas que permiten conocer las principales instituciones catalanas en resultados de investigación a partir de indicadores bibliométricos, presentados en forma de tabular.

La **tabla 16** contiene el ranking de instituciones catalanas que cuentan al final del período una producción superior a 600 documentos, independientemente del sector en el que se encuadren. La posición de cada institución se establece en el ranking respecto a su posición por volumen de producción en el ranking general de España.

Tabla 16. Producción de Cataluña. Instituciones (>600 doc.) 2003-2008

Rango /España	Organización	Sector	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
2	**Universitat de Barcelona**	Universidad	2047	2147	2356	2566	2777	3039	14932
4	**Universitat Autonoma de Barcelona**	Universidad	1254	1433	1728	1962	2202	2483	11062

6	**Universitat Politecnica de Catalunya**	Universidad	1020	1426	1623	1851	2035	2188	10143
15	**Hospital Clinic i Provincial de Barcelona**	Sanitario	861	892	943	1075	1158	1244	6173
24	**Hospital Universitari Vall d'Hebron**	Sanitario	477	553	565	633	637	714	3579
29	**Universitat Rovira i Virgili**	Universidad	343	391	514	587	684	683	3202
36	**Hospital de la Santa Creu i Sant Pau**	Sanitario	340	408	442	443	456	530	2619
39	**Universitat Pompeu Fabra**	Universidad	263	315	331	444	554	646	2553
47	**Hospital Universitari de Bellvitge**	Sanitario	247	293	322	346	373	380	1961
49	**Universitat de Girona**	Universidad	201	250	310	361	372	423	1917
51	**Institucio Catalana de Recerca i Estudis Avancats**	Gobierno	63	122	216	320	458	665	1844
56	**Institut d'Investigacions Biomediques August Pi i Sunyer**	Sanitario	164	215	244	309	379	484	1795
58	**Hospital Universitari Germans Trias i Pujol**	Sanitario	234	250	241	320	336	376	1757
60	**Hospital del Mar**	Sanitario	150	179	257	283	312	450	1631
61	**Universitat de Lleida**	Universidad	200	209	248	322	285	366	1630
65	**Prous Science, S.A.**	Empresa	68	588	580	105	103	60	1504
73	**Institut Municipal d'Investigacio Medica**	Sanitario	135	154	146	196	282	306	1219
80	**Parc Cientific de Barcelona**	Otros	76	150	192	204	231	164	1017
83	**Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries Barcelona**	Gobierno	103	122	139	179	179	272	994
92	**Hospital de Sant Joan de Deu de Esplugues de Llobregat**	Sanitario	98	112	132	162	185	177	866
93	**Institut Catala d'Oncologia, Hospitalet de Llobregat**	Sanitario	83	98	103	167	172	208	831
98	**Corporacio Sanitaria Parc Tauli**	Sanitario	83	103	105	138	140	167	736
102	**Institut de Ciencies Fotoniques**	Gobierno	35	75	122	115	165	170	682
103	**Institut d'Estudis Espacials de Catalunya**	Gobierno	65	79	108	121	104	175	652
105	**Institut d'Investigacio Biomedica de Bellvitge**	Sanitario	31	32	94	159	142	189	647
106	**Institut de Fisica d'Altes Energies**	Gobierno	50	63	144	138	126	119	640

Fuente: Scopus. Tratamiento de datos: SCImago.Junio2010.

En la medida que la producción es una variable interdependiente del

tamaño parece oportuno comparar instituciones del mismo sector. En este caso se han generado cuatro rankings, en el que se agrupan instituciones del mismo sector: institutos de investigación (**Tabla 17**), universidades (**Tabla 18**), sector sanitario (**Tabla 19**) y empresas (**Tabla 20**).

Los indicadores que se han seleccionado para incluirse en cada uno de ellos son "producción científica", impacto normalizado o "calidad científica promedio", citas por documento, porcentaje de publicaciones internacionales y porcentaje de trabajos publicados en el primer cuartil de la distribución de revistas de *Scopus*, atendiendo al *SCimago Journal Rank.*

En la tabla 17 se presentan los centros considerados como Institutos de Investigación o entes públicos de investigación - pues coexisten diversas naturalezas jurídicas- y que son el resultado de diversas iniciativas políticas públicas de distinta orientación y que dependen de la propia Comunidad. En esta red de centros de investigación, trabajan unos 2500 investigadores, lo que suponen un 18% del total de investigadores públicos[4] de Cataluña.

Tabla 17. Principales indicadores Institutos de Investigación Cataluña. 2003-2008.

Organization	Output	Impacto normalizado	Nº medio de citas por documento	% con colaboración internacional	Q1
Institucio Catalana de Recerca i Estudis Avancats	1844	2,26	12,77	69,85	75,92
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries Barcelona	994	1,35	7,23	46,88	59,05
Institut de Ciencies Fotoniques	682	1,93	9,23	71	69,65
Institut d'Estudis Espacials de Catalunya	652	3,01	21,1	78,99	58,9
Institut de Fisica d'Altes Energies	640	1,91	14,96	80,78	69,69
Institut Catala d'Investigacio Quimica	442	2,69	16,82	47,74	83,94
Centre de Recerca Ecologica i Aplicacions Forestals	374	1,74	11,42	45,19	80,21
Centre Tecnologic de Telecomunicacions de Catalunya	343	1,31	3,32	40,23	32,36
Generalitat de Catalunya Barcelona	326	1,08	3,87	37,12	44,79
Xarxa de Referencia en Tecnologia dels Aliments	239	1,57	8,7	17,15	40,74
Centre Especial de Recerca en Quimica Teorica	234	1,51	11,3	61,54	85,04
Barcelona Supercomputing Center	232	1,6	4	53,45	46,12
Centre de Recerca en Sanitat Animal	217	2,05	8,8	43,32	71,53

[4] OECD Reviews of Regional Innovation: Catalonia, Spain 2010.

Centre de Visio per Computador	190	1,06	3,36	31,58	20
Institut Catala de Nanotecnologia	132	1,42	5,2	75	75
Centre Internacional en Metodes Numerics en Enginyeria	110	1,54	6,05	55,45	74,55
Centre Tecnologic Forestal de Catalunya	91	1,7	7,73	60,44	61,54
Institut de Bioenginyeria de Catalunya	87	1,29	3,68	57,47	70,11
Centre de Referencia en Materials Avancats per a l'Energia	78	2,21	6,78	61,54	73,08
Centre Tecnologic de Manresa	78	0,88	3,28	35,9	44,87
Laboratorio de Genetica Molecular Vegetal	72	1,79	12,51	70,97	80,56
Consortium for the Exploitation of the Synchrotron Light Laboratory	66	0,9	3,08	75,76	48,48
Institut d'Estudis Catalans	63	0,7	5,68	44,4	49,21
Centro de Referencia de Bioingenieria de Cataluna	60	1,5	6,9	57,47	58,33
Centre de Recerca Matematica	52	0,76	2	67,3	19,23
Museo de Ciencias Naturales Barcelona	48	1,06	6,17	56,25	72,92
Ajuntament de Barcelona	46	1,21	5,83	65,22	50
Centre Catala del Plastic	46	0,88	3,61	47,83	45,65
ALBA Synchrotron Light Facility	46	0,77	4,85	80,4	63,04
Institut Cartografic de Catalunya	44	0,66	3,48	38,6	36,36
Consorcio Escuela Industrial de Barcelona	42	0,71	2,52	33,3	26,19
Agencia Catalana de l'Aigua	31	1,38	6,97	25,81	58,06
Xarxa de Referencia de Recerca i Desenvolupament en Aquicultura	27	0,78	3,7	55,6	40,74
Departament d'Agricultura, Alimentacio i Accio Rural Barcelona	26	1,52	4,96	23,08	69,23
Museu de Granollers Ciències Naturals	26	0,88	5,92	34,62	53,85

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago. Junio 2010.

En la tabla 18 se presenta el ranking de las universidades catalanas. Las instituciones líderes en impacto no siempre están relacionadas con la producción masiva, situación que se produce también en el resto de España (Corera, et. al., 2010).

Tabla 18. Principales indicadores Universidades Cataluña. 2003-2008.

Organización	Ndoc	Impacto normalizado	Nº medio de citas por documento	% con colaboración internacional	Q1
Universitat de Barcelona	14932	1,41	9,84	42,06	61,99
Universitat Autonoma de Barcelona	11062	1,35	7,94	39,04	58,24
Universitat Politecnica de Catalunya	10143	1,18	4,18	38,96	42,86
Universitat Rovira i Virgili	3201	1,35	7,34	37,04	55,31
Universitat Pompeu Fabra	2553	1,57	10,37	51,12	61,5
Universitat de Girona	1917	1,26	6,63	41,58	55,09
Universitat de Lleida	1630	1,35	7,3	31,35	57,48

Universitat Ramon Llull	573	0,76	3,35	30,02	30,37
Universitat Oberta de Catalunya	227	0,93	1,44	24,67	13,22
Instituto Químico de Sarria	206	1,35	6,43	35,44	35,44
Universitat Internacional de Catalunya	119	0,72	9,92	21,85	21,85
Escola Superior d'Administracio i Direccio d'Empreses	83	0,94	2,43	42,17	42,17
Universitat de Vic	69	1,54	2,1	30,43	30,43
Escola Universitaria Salesiana de Sarria	38	0,97	4,11	36,84	36,84

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago Junio 2010.

Las instituciones sanitarias, presentan grandes variaciones entre hospitales universitarios, comarcales o institutos de investigación (**Tabla 19**). Los centros con mayor impacto normalizado son el Instituto de Investigación sobre el SIDA (Irsicaixa), El Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Hepáticas, el Instituto Catalá d'Oncología-Hospitalet de Llobregat, el Instituto d'Investigacio Biomédica de Bellvitge, el Centro de Regulación Genómica y el Parc de Recerca Biomédica de Barcelona.

Tabla 19. Principales indicadores Sector Sanitario Cataluña. 2003-2008.

Organización	Ndoc	Impacto normalizado	Nº medio Citas por documento	% col. internacional	Q1
H. Clinic i Provincial de Barcelona	6173	1,89	13,08	41,16	56,71
H. Universitari Vall d'Hebron	3579	1,73	11,21	39,12	49,79
H. de la Santa Creu i Sant Pau	2619	1,39	8,9	38,95	52,46
H. Universitari de Bellvitge	1961	1,45	13,04	35,39	50,79
I. d'Investigacions Biomediques August Pi i Sunyer	1795	2,14	13,65	43,68	71,92
H. Universitari Germans Trias i Pujol	1757	2,05	11,08	35,29	48,66
I. Municipal d'Investigacio Medica	1219	2,2	14,95	58,9	68,78
H. de Sant Joan de Deu de Esplugues de Llobregat	866	1,11	5,87	41,08	37,3
I. Catala d'Oncologia, Hospitalet de Llobregat	831	2,56	18,58	67,51	67,63
Corporacio Sanitaria Parc Tauli	736	1,17	8,99	41,44	36,28
I. d'Investigacio Biomedica de Bellvitge	647	2,13	13,04	43,43	68,78
I. de Recerca Biomedica Barcelona	554	1,31	10,73	51,81	79,78
H. Universitari de Girona Dr. Josep Trueta	544	1,39	11,11	35,48	49,63
I. Catala de la Salut Barcelona	472	0,91	3,48	35,38	19,28
H. Universitari de Tarragona Joan XXIII	471	1,09	10,2	38	45,44
H. Universitari Arnau de Vilanova	449	1,06	6,57	38,08	38,53
C. de Inv. Biomedica de Epidemiologia y Salud Pública	425	1,8	3,86	50,35	66,12
Fundacio Puigvert	402	0,97	5,94	31,34	36,82

I. Municipal d'Assistencia Sanitaria	400	0,7	5	32	37
Centro de Regulacion Genomica	383	2,03	22,74	70,48	83,72
Agencia de Salut Publica de Barcelona	334	1,53	7,2	44,91	44,31
Departament de Salut Barcelona	273	0,99	8,73	39,19	41,03
USP Institut Universitari Dexeus	265	0,8	6,52	45,66	33,21
C. de Inv. Biomédica en Red de Enfermedades Hepáticas	252	2,55	5	33,33	71,83
H. de Mataro	226	0,96	6,3	33,63	32,74
H. Universitari Sant Joan de Reus	214	1,32	7,1	40,65	45,79
Centro Medico Teknon	202	1,2	7,82	44,55	37,13
Fundacio Irsicaixa	196	3,49	20,84	54,59	82,14
Parc de Recerca Biomedica de Barcelona	170	2,03	16,23	59,41	74,71
H. Universitari Sagrat Cor	159	0,71	4,46	30,82	33,33

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago. Junio 2010.

Las empresas del sector farmacéutico principalmente (Química Farmacéutica Bayer,. Laboratorios Almirall, Boehringer Ingelheim España…), y centros de investigación de empresas (Telefónica Investigación y Desarrollo Barcelona), encabezan el ranking según el indicador de "calidad científico promedio".

Tabla 20. Principales indicadores Empresas Cataluña. 2003-2008.

Organización	Ndoc	Impacto normalizado	Nº medio de citas por documento	% con colaboración internacional	Q1
Prous Science, S.A[5].	1504	0,23	0,7	2,73	0,2
Laboratorios Almirall, S.A.	141	1,33	8,74	31,21	59,57
Yahoo Research Barcelona	84	1,9	2,21	76,19	27,38
Laboratorios Dr. Esteve, S.A.	84	1,23	10,46	35,71	59,52
Societat General d'Aigues de Barcelona, S.A.	53	1,61	7,34	16,98	71,7
Grupo Uriach	51	1,12	7,53	27,45	54,9
Starlab Barcelona, S.L.	41	1,3	4,34	65,85	34,15
Enviros Spain, S.L.	32	1,38	4,47	34,38	31,25
Ferrer Grupo	27	1,2	9,11	25,93	40,74
Laboratorios Ordesa, S.L.	27	1	4,56	11,11	48,15
Telefonica Investigacion y Desarrollo Barcelona	27	3,76	2,56	74,07	29,63
Laboratorios Hipra, S.A.	24	1,21	4,08	25	83,33
Fractus, S.A.	23	1,29	4,22	13.04	47,83
3D-Health Research	20	1,84	8,35	30	55
Centre d'Alt Rendiment	19	0,33	1,16	21,05	36,84
Bioiberica, S.A.	19	0,76	3,42	15,79	31,58

[5] La casa editorial Prous Science S.A, figura como la primera empresa del Ranking por cuanto consta como autor en los artículos publicados en las revistas que edita *Drugs of the future* y *Drugs of Today*

Quimica Farmaceutica Bayer, S.A.	19	2,06	9,74	10,53	31,58
Lead Molecular Design, S.L.	18	1,89	15	94,44	88,89
APC Europe, S.A.	17	0,46	3,88	52,94	52,94
Sanofi-Aventis, S.A. Barcelona	16	1,2	4,88	0	25
Ipsen Pharma, S.A.	16	3,64	17,31	75	81,25
Laboratori Clinic del Barcelones Nord i Valles Oriental	15	0,68	4,93	0	0
Fort Dodge Veterinaria, S.A	15	2,67	15	40	93,33
Danone, S.A.	14	0,87	5,57	7,14	35,71
Lacer, S.A.	14	0,6	6,21	7,14	64,29
Pildo Labs	13	0,17	0,31	53,85	7,69
Adelphi Targis S.L.	13	1,07	3,46	0	23,08
Futbol Club Barcelona	13	0,61	0,85	15,38	23,08
Instituto Grifols, S.A.	13	0,38	3,46	30,77	30,77
Boehringer Ingelheim Espana, S.A.	12	2,19	2,33	25	50
Affinity Petcare, S.A.	12	0,65	2,33	16,67	50
Bodegas Miguel Torres, S.A.	11	1,29	8,45	18,18	72,73
NTE-SENER, S.A.	10	0,59	0.85	60	10
Soikos, S.L.	10	1,19	14,6	40	50
Advancell, Advanced in Vitro Cell Technologies, S.L.	10	1,82	6,22	22,22	70
Agromillora Iberia, S.A.	10	0,76	2,4	30	50
Aquagest, S.A.	10	3,27	29,4	20	70
Hospital Ars Veterinaria	10	0,63	3,6	40	60
Industrias de Optica, S.A.U.	10	1,49	4,1	70	100

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago.. Junio 2010.

Bibliografía

Adler, R., Ewing, J., Taylor, P. *Citations statistics*. Report from the International Mathematical Union (IMU), 2008. http://www.mathunion.org/fileadmin/IMU/Report/CitationStatistics.pdf [Consulta: 16-07-2010].

Bakkalbasi N., Bauer K., Glover J, [et al.]. Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries,* 2006, 3 (7)

Bordons M., Gómez I., Fernández MT, [et al.]. Local, domestic and international scientific collaboration in biomedical research. *Scientometrics,* 1996, 37 (2), p. 279-295.

Bosman J., van Mourik, Rasch M., Sieverts E., Verhoeff H. *Scopus reviewed and compared*. [En línea]. Utrech: University Library, 2006. <http://igitur-archive.library.uu.nl/DARLIN/2006-1220-200432/Scopus%20doorgelicht%20&%20vergeleken%20-%20translated.pdf>. [Consulta: 15-5-2010].

Brin S., Page L. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems,* 1998, 30 (1-7), p. 107-117.

Codina L. Scopus: el mayor navegador científico de la web. *El Profesional de la Información,* 2005, 14 (1), p. 44-49.

Cole, S., Cole, J.R. Dietrich, L. Measuring the cognitive state of scientific disciplines. En: Elkana, Y. Lederberg, J., Merton, R.K. Thackray, A., Zuckerman, H. (Eds.). *Toward a metric of science: the advent of science indicators*. New York: John Wiley, p. 221-229

Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora. *Resolución de 6 de noviembre del 2007, por la que se establecen los criterios específicos en cada uno de los campos de evaluación*. [En línea]. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 2007. <http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/21/pdfs/A47613-47619.pdf>. [Consulta: 15-5-2010].

Corera, E., Chinchilla, Z.,Moya, F. de, Sanz Menéndez, L. Producción científica e impacto: ranking general y por áreas de las instituciones universitarias españolas. *Informe CYD 2009. La contribución de las universidades españolas al desarrollo*. Barcelona: Fundación Ciencia y Desarrollo. 2010, p. 254-262.

Deis LF., Goodman D. Update on Scopus and Web of Science. *Charleston Advisor,* 2007, 8 (3), p. 15-18.

Dess, H. M. Database reviews and reports. Scopus. *Issues in Science and technology Librarianship*, Winter 2006. <http://www.istl.org/06-winter/databases4.html>. [Consulta 14-07-2010]

Fingerman S. Scopus: profusion and confusion. *Online,* 2005, 29 (2), p. 36-38.

Fingerman S. Web of Science and Scopus: current features and capabilities. *Issues in Science and Technology Librarianship*, Fall 2006. <http://www.istl.org/06-fall/electronic2.html>. [Consulta: 30-5-2010].

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. *Portal de acceso a la Web of Knowledge (WoK)*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2004. <http://www.accesowok.fecyt.es/>. [Consulta: 30-4-2010].

Fundación COTEC para la innovación tecnológica. *Tecnología e Innovación en España. Informe COTEC 2010*. Madrid: Fundación COTEC, 2010,317 p.

Garfield, E. *Citation Indexing. Its theory and application in science, technology and humanities*. New York: John Wiley, 1979.

Glänzel, W. National characteristics in international scientific co-authorship. *Scientometrics,* 2001, 51 (1), p.69-115

Glänzel, W. Coauthorship patterns and trends in the sciences (1980-1998): A bibliometric study with implications for database indexing and search strategies. *Library Trends*, 2002, 50 (3), p. 461-473.

Glänzel, W., Schubert, A. A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. *Scientometrics*, 2003, 56 (3), p. 357-367

González Pereira, B., Guerrero-Bote, V.P., Moya Anegón. F. A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics,* 2010 4 (3), p.379-391

Holton, G. Can science be measured). En: Elkana, Y., Lederberg, J., Merton, R.K., Thackray, A., Zuckerman, H. (Eds.). *Toward a metric of science: the advent of science indicators*. New York: John Wiley, p. 39-68

Kretschmer, H., Rousseau, R. Author inflation leads to a breakdown of Lotkas´s Law. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2001, 52, (8), p. 610-614

Jacso P. As we may search-comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *Current Science,* 2005, 89 (9), p. 1537-1547.

JCR. *Journal Citation Report*. Philadelphia: Thomson Reuters, 2007. <http://www.accesowok.fecyt.es/>. [Consulta: 9-1-2010].

La Guardia C. *E-Views and reviews: Scopus vs Web of Science*. Library Journal, 2005. <http://www.libraryjournal.com/article/CA491154.html%22>. [Consulta: 30-4-2010]

Leydesdorff, L., Wagner, C. S. International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2008, 2 (4), p. 317-325.

Lewison, G. Researcher's and users' perceptions of the relative standing of biomedical papers in different journals. *Scientometrics*, 2002, 53 (2), p. 229-240.

Merton, R. K. *La sociología de la ciencia.Investigaciones teóricas y empíricas.* Recopilación e introducción Norman W. Storer. Madrid: Alianza, 1985.

Moed HF., Luwe, M., Nederhof, A.J. Towards research performance in the humanities. *Library Trends* 2002, (50) winter, p. 498-520.

Moed HF. *Citation analysis in research evaluation*. Dordrecht: Springer, 2005, 346 p

Moed HF. UK research assessment exercises: informed judgments on research quality or quantity? *Scientometrics,* 2008, 74 (1), p. 141-149.

Moya-Anegón F. *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española: ISI Web of Science 1998-2002*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2004.

Moya-Anegón F., Chinchilla-Rodríguez Z., Vargas-Quesada B, [et al.]. Coverage analysis of Scopus: a journal metric approach. *Scientometrics,* 2007, 73 (1), p. 53-78.

Newman, M.E.J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) 101 (Suppl. 1), p. 5200–5205.

Nicolaisen, J. *Social behavior and scientific practice - missing pieces of the citation puzzle.* Copenhagen: Department of Information Studies, Royal School of Library and Information Science, 2004, 214 p.

Persson, O., Glänzel, W., Danell, R. Inflationary values: The role for scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies. *Scientometrics*, 2004, 60 (3), p. 421-432.

Rehn C., Kronman U., Wadskog D. *Bibliometric indicators: definition and usage at Karolinska Institutet*. Stockholm: Karolinska Institutet, 2007.

Roth DL. The emergence of competitors to the Science Citation Index and the Web of Science. *Current Science,* 2005, 89 (9), p. 1531-1536.

Rodríguez-Navarro, Alonso. Sound Research, unimportant discoveries: research, universities, and formal evaluation of research in Spain. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2009, 60 (9), p. 1845-1858.

Scopus. *Content coverage*. [En línea]. Scopus, 2007. <http://www.info.scopus.com/docs/content_coverage.pdf>. [Consulta: 15-4-2010].

SIR. *SCImago Institutions Ranking*. [En línea]. Granada: SCImago. Research Group, 2009. <http://www.scimagoir.com/>. [Consulta: 15-4-2010].

SJR. *SCImago Journal and Country Rank*. [En línea]. Granada: SCImago. Research Group, 2007. <http://www.scimagojr.com/>. [Consulta: 15-4-2010].

van Leeuwen, T.N. The application of bibliometric analyses in the evaluation of social science research. Who benefits from it, and why it is still feasible. *Scientometrics*, 2006, 66 (1), p. 133-154.

Vargas-Quesada, B., Moya-Anegón, B. *Visualizing the structure of Science*. Berlin: Springer, 2007, 311 p.

Wagner, C.S. International collaboration in science and technology: promises and pitfalls. En: *Science and Technology Policy for Development, Dialogues at the Interface.* Louk de la Rive Box and Rutger Engelhard (eds). London: Anthem Press, 2006, 350 p.

Anexo 1. Áreas Temáticas Scopus

Área Temática	Abreviatura
Agricultural and Biological Sciences	AGR
Arts and Humanities	ART
Biochemistry, Genetics and Molecular Biol.	MOL
Business, Management and Accounting	BUS
Chemical Engineering	CHEN
Chemistry	CHE
Computer Science	COM
Decision Sciences	DEC
Dentistry	DEN
Earth and Planetary Sciences	EAR
Economics, Econometrics and Finance	ECO
Energy	ENE
Engineering	ENG
Enviromental Science	ENV
General	GRAL
Sanitario Professions	HEA
Immunology and Microbiology	IMM
Materials Science	MAR
Mathematics	MAT
Medicine	MED
Neuroscience	NEU
Nursing	NUR
Pharmacology and Toxicology	PHA
Physics and Astronomy	PHY
Phychology	PHYC
Social Sciences	SOC
Veterinary	VET

Anexo 2. Área de Medicina. Visibilidad y Actividad. Todas las categorías.

Abreviatura	Activity Index (Spain)	Normalized citation	Output
Medicine (misc)	1,07	2,8	4912
Neurol	1,03	1,37	1449
Cardiol	1,00	1,51	1327
Gastroenter	1,16	1,73	1265
Oncol	1,23	1,45	1238
Surgery	1,02	1,1	1193
Pediatrics	0,79	0,72	934
Pub Health	1,11	1,35	884
Psychiatry	1,25	1,31	873
Pulmonary	1,48	1,77	837
Hematol	1,42	1,47	800
Obstetrics	0,95	1,24	706
Radiol	1,05	1,14	600
Dermatol	0,79	1,33	598
Endocrinol	1,05	0,9	570
Microbiol	0,94	1,15	566
Pharmacol	1,36	1,24	550
Urol	0,72	0,72	502
Anesthesiol	0,98	0,75	442
Inmun	0,99	1,48	421
Pathology	0,83	1,82	418
Nephrol	0,81	0,95	411
Crit Care	1,05	1,43	366
Transplant	1,09	1,6	358
Genetics	1,11	1,16	346
Infect Dis	1,03	1,49	323
Geriatrics	1,05	0,67	317
Rheumatol	1,15	1,03	316
Otorhin	0,56	0,93	313
Hepatol	2,07	1,63	275
Orthopedics	0,81	0,94	267
Ophthalmol	0,52	1,4	251
Epidemiol	1,73	1,16	227
Internal Med	0,41	1,2	177
Rehab	0,96	2,2	99
Reprod Med	0,92	1,24	91
Health Pol	1,08	0,78	68
Emerg Med	1,08	1,41	56

Physiol	0,68	1,13	39
Histol	0,43	1,54	38
Health Inform	0,83	1,63	37
Family	0,39	0,46	37
Embryol	0,79	1,4	36
Anatomy	0,10	0,66	29
Biochemistry	0,60	0,02	13
Complementary	0,65	1,31	10
Drug	0,00	0	2

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago.. Junio 2010.

Abreviatura	Cites per document	Normalized citation	Output
Medicine (misc)	2,26	2,8	4912
Neurol	2,27	1,37	1449
Cardiol	2,92	1,51	1327
Gastroenter	2,06	1,73	1265
Oncol	6,22	1,45	1238
Surgery	1,49	1,1	1193
Pediatrics	0,52	0,72	934
Pub Health	1,96	1,35	884
Psychiatry	2,18	1,31	873
Pulmonary	2,43	1,77	837
Hematol	3,25	1,47	800
Obstetrics	2,01	1,24	706
Radiol	2,35	1,14	600
Dermatol	1,07	1,33	598
Endocrinol	3,86	0,9	570
Microbiol	1,40	1,15	566
Pharmacol	3,22	1,24	550
Urol	0,69	0,72	502
Anesthesiol	0,97	0,75	442
Inmun	4,20	1,48	421
Pathology	3,13	1,82	418
Nephrol	1,08	0,95	411
Crit Care	3,39	1,43	366
Transplant	2,56	1,6	358
Genetics	6,45	1,16	346
Infect Dis	5,16	1,49	323
Geriatrics	0,87	0,67	317
Rheumatol	1,82	1,03	316
Otorhin	0,66	0,93	313
Hepatol	3,25	1,63	275
Orthopedics	0,98	0,94	267
Ophthalmol	1,30	1,4	251
Epidemiol	2,45	1,16	227
Internal Med	1,19	1,2	177
Rehab	1,55	2,2	99
Reprod Med	7,34	1,24	91
Health Pol	1,38	0,78	68
Emerg Med	2,28	1,41	56
Physiol	2,48	1,13	39
Histol	3,15	1,54	38

Health Inform	2,60	1,63	37
Family	0,46	0,46	37
Embryol	8,82	1,4	36
Anatomy	2,42	0,66	29
Biochemistry	0,11	0,02	13
Complementary	0,94	1,31	10
Drug	0,00	0	2

Fuente: Scopus. Tratamiento: SCImago.. Junio 2010.