

La Investigación en Informática en España. Análisis bibliométrico.

Francisco Ruiz

Dep. de Tecnologías y Sistemas de Información, Universidad de Castilla-La Mancha
[\[francisco.ruizg@uclm.es\]](mailto:francisco.ruizg@uclm.es)

Web complementaria: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/per/fruiz/wos-cs/>

Resumen:

En los últimos 20 años la investigación en Informática en el estado Español ha logrado unos avances muy importantes. Así, la Informática ha logrado posicionarse como una de las disciplinas en las que España tiene más peso a nivel internacional. Esto ha sido posible gracias a la constitución de una importante comunidad de profesores investigadores en un número significativo de universidades. En este informe se presenta un estudio estadístico, basado en datos bibliométricos obtenidos del 'Web of Science' (antiguo ISI), que permite hacerse una clara composición cuantitativa y cualitativa de la situación.

Palabras clave: investigación en Informática, estudio bibliométrico.

Spanish Research on Computer Science. Bibliometric analysis.

Francisco Ruiz

Department of Information Technologies & Systems, University of Castilla-La Mancha
[\[francisco.ruizg@uclm.es\]](mailto:francisco.ruizg@uclm.es)

Abstract:

In last 20 years the Spanish research in Computer Science has achieved very important advances. So at the present time the Computer Science has been able to be positioned among the list of disciplines in which Spain has more weight at international level. Mainly it has been possible thanks to the creation of an important community of professors and researchers in a significant number of universities. In this article a statistical study is presented in order to obtain a clear quantitative and qualitative view of the situation. It is based on bibliometric data obtained of the 'Web of Science' (former ISI).

Key words: Computer Science research, bibliometric study.

1. Introducción

La cienciometría es una rama del saber que estudia la producción científica con el fin de medir y analizar la misma. Habitualmente está basada en el empleo de datos sobre publicaciones científicas, recibiendo entonces el nombre más específico de bibliometría. Gracias a los avances y desarrollos de la tecnología Informática, en la actualidad existen varias organizaciones que ofrecen bases de datos sobre publicaciones científicas, gracias a las cuales es posible llevar a cabo estudios bibliométricos cada vez más precisos y detallados. Estos estudios son cada vez más usados como instrumentos para analizar resultados de investigación a distintos niveles: individuos, grupos, organizaciones, áreas, disciplinas, o incluso países. Entre las principales fuentes bibliométricas destacan las dos siguientes:

- Web of Science (WOS) ¹, de Thompson-Reuters, conocida hasta hace poco como ISI. Es probablemente la más reconocida a nivel mundial gracias a su índice para clasificar y valorar revistas científicas (*Journal Citation Report*).
- SCOPUS ², de Elsevier, es otra base de datos similar que indexa referencias de millones de artículos y otras publicaciones científicas. En base a sus datos se crea la lista de clasificación y valoración de congresos ERA (*Excellence in Research for Australia*), anteriormente conocida como CORE.

Adicionalmente existen otras fuentes que emplean la Web en sentido amplio como repositorio de referencias científicas. Frente a las anteriores se consideran menos rigurosas (al no tener filtros de calidad) y más amplias, al incluir prácticamente todas las fuentes actuales de producción e información científica. Entre otras, cabe citar las producidas, y ofrecidas de manera gratuita, por dos de los gigantes de la industria Informática mundial: Google Scholar (<http://scholar.google.es/>) y Microsoft Academic Search (<http://academic.research.microsoft.com/>).

En este artículo se presentan los resultados de un estudio bibliométrico sobre la producción científica en Informática (*Computer Science*) en España. Una versión más completa puede encontrarse en la web http://alarcos.esi.uclm.es/per/fruiz/wos_cs/, incluyendo detalles de la manera de obtener la información (consultas a WOS) para facilitar el principio de replicabilidad recomendado en el método científico. También incluye tablas con todos los datos y cálculos, que pueden ser descargadas libremente. El estudio ha sido realizado aplicando los siguientes criterios:

- a) Utilizar WOS, al ser la referencia más reconocida a nivel mundial para estos fines.
- b) Emplear una franja temporal que permita tener una visión actual (no histórica) a la vez que se evitan las fluctuaciones anuales. Para ello se ha optado por el quinquenio 2006-2010.
- c) Emplear el número de artículos en revistas como indicador cuantitativo.
- d) Emplear el número de veces que una publicación es referida por otras (citas) como indicador cualitativo.
- e) Analizar los datos a nivel global de Informática (subject area = 'Computer Science') y también por especialidades.
- f) Además de evaluar la situación global de España, realizar también un análisis por organizaciones individuales.

¹ <http://science.thomsonreuters.com/es/productos/wos/>

² <http://visitwww.onlinebooksonsciencedirect.com/scopus/>

Aunque la parte central del estudio se basa en los datos del periodo 2006-2010, también se ha realizado una comparativa general con el quinquenio 1996-2000 para poder tener una visión evolutiva.

La opción c) se ha adoptado buscando un alineamiento con la manera de proceder de las disciplinas más avanzadas en investigación. Además, la gran mayoría de las citas proceden de los artículos en revistas (ver tabla 1): 3'92 citas de media por artículo de revista frente a 0'90 de un 'paper' en congreso. De manera complementaria, en la web se han incluido también datos para todos los tipos de publicaciones, incluidos congresos ('*proceedings paper*'). El número de citas siempre se refiere a las obtenidas hasta noviembre de 2011 por las publicaciones del periodo seleccionado. Los totales en las diversas tablas no coinciden con las sumas de los valores de las filas porque un mismo documento pueden computar varias veces (tiene autores de varios países, la revista se incluye en varias categorías, etc.).

| Tipo de publicación | Documentos | Citas | Factor de Impacto (FI) |
|--------------------------|------------|-------|------------------------|
| Artículo en revista | 8395 | 32837 | 3.91 |
| Comunicación en congreso | 11942 | 10691 | 0.90 |
| Otras | 480 | 1584 | 3.30 |
| TODAS | 18938 | 39798 | 2.10 |

tabla 1. Publicaciones en Informática con algún autor español en el quinquenio 2006-2010.

Al publicar y comentar rankings de producción científica o de otro tipo (universitarios, etc.), suele aplicarse un único valor o indicador global para evaluar o clasificar aspectos parciales. Esto es un error que puede llevar a opiniones y decisiones incorrectas. Saber que, por ejemplo, la universidad U queda la primera en el número de artículos científicos en general, no ayuda a conocer su calidad en investigaciones agrarias o en formar expertos en derecho financiero. Para evitar este tipo de errores y ayudar a que la visión de la investigación en Informática española sea lo más precisa posible, este estudio bibliométrico se ha desglosado por las siete categorías WOS³ de '*Computer Science*' (ver tabla 4).

En aras de la citada precisión y detalle, también se ha desglosado a nivel de organizaciones concretas con al menos 5 artículos (media de uno al año). Esto supone un total de 82 organizaciones, incluyendo 56 universidades (todas las públicas con actividad académica ordinaria y 8 de las 23 privadas), 29 centros públicos de investigación, 3 hospitales y 11 empresas y entidades privadas.

Existen otros estudios bibliométricos relacionados, pero ninguno de ellos permite cumplir todos los requisitos anteriormente mencionados. Por este motivo, los datos han sido obtenidos por el propio autor empleando las opciones de consulta y análisis incluidas en WOS. La web '*SCImago Journal & Country Rank*'⁴, desarrollada por un grupo de investigadores españoles, permite consultar de forma amigable los datos de SCOPUS por revistas, países y campos-áreas de especialización; pero no facilita datos a nivel de organizaciones concretas. Probablemente el estudio bibliométrico más elaborado hasta la fecha sobre la Informática en España sea el informe técnico titulado '*Productividad y Visibilidad Científica de los Profesores Funcionarios de las Universidades Públicas Españolas en el Área de Tecnologías Informáticas*' [1], aunque no abarca todos los tipos de organizaciones en general y además realiza un análisis

³ http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_scie/

⁴ <http://www.scimagoir.com/>

histórico acumulado que no tiene porqué coincidir con la situación actual. El ‘Ranking ISI de Universidades Españolas’ [2] fue la opción que se empezó a utilizar para realizar este estudio ya que, frente a otras, incluye datos a nivel de especialidades (categorías del WOS) y universidades, que incluso pueden ser descargados en archivos. Al final, aún a costa de un trabajo considerablemente mayor, tampoco fue empleado porque sólo considera universidades y porque no incluye los datos globales por país, necesarios para conocer el peso o importancia relativa que una organización tiene.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta la posición que desempeña España a nivel mundial y en la sección 3 se ofrece una panorámica general a nivel de país y un resumen de la evolución reciente. La sección 4 se dedica a mostrar el mapa de la investigación Informática por organizaciones. Con más detalle, la sección 5 precisa la situación para las 7 especialidades (categorías WOS). El artículo concluye con un resumen y conclusiones en la sección 6. Se incluyen al final dos anexos, uno con mapas y otro con información de la manera en que se han obtenido los datos.

2. Posición Internacional

En la tabla 2 se muestran las cifras de artículos para los 25 países con autores en al menos el 1% de los artículos en Informática en el periodo 2006-2010. España ocupa una muy honrosa novena posición, muy cerca de Japón, de forma que el 4’71% de los artículos en Informática publicados en el mundo tienen algún autor español. Si se comparan los datos porcentuales con el quinquenio 1996-2000, cabe concluir que la evolución de España ha sido de las más favorables a nivel mundial ya que se encuentra entre los cuatro países que han mejorado más de 2 puntos porcentuales, junto con China (con una ‘espectacular’ evolución de +10’49 puntos) y los ‘tigres asiáticos’, Corea del Sur y Taiwán. El lector seguramente estará pensando que estos buenos datos no pueden ser verdad porque no coinciden con la realidad industrial del país. En este sentido debe recordarse que se trata de datos sobre cantidad de producción de conocimiento pero nada significan en términos de su transferencia (patentes, etc.). Este otro es el gran y difícil reto que tenemos pendiente y que corresponde, fundamentalmente, al tejido empresarial, ya que son las empresas las únicas que pueden aprovechar de forma práctica el conocimiento generado por las universidades y centros de investigación.

| | PAIS | Artículos | | % | | |
|----|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | | 2006-2010 | 1996-2000 | 2006-2010 | 1996-2000 | cambio |
| 1 | Estados Unidos | 47055 | 38240 | 26.41 | 34.45 | -8.03 |
| 2 | China | 23014 | 2698 | 12.92 | 2.43 | 10.49 |
| 3 | Inglaterra | 11077 | 7916 | 6.22 | 7.13 | -0.91 |
| 4 | Alemania | 10670 | 8851 | 5.99 | 7.97 | -1.98 |
| 5 | Francia | 9914 | 6296 | 5.57 | 5.67 | -0.11 |
| 6 | Canadá | 9322 | 4962 | 5.23 | 4.47 | 0.76 |
| 7 | Taiwan | 9255 | 3199 | 5.20 | 2.88 | 2.31 |
| 8 | Japón | 8488 | 6862 | 4.76 | 6.18 | -1.42 |
| 9 | ESPAÑA | 8395 | 2750 | 4.71 | 2.48 | 2.24 |
| 10 | Corea del Sur | 7996 | 2300 | 4.49 | 2.07 | 2.42 |
| 11 | Italia | 7668 | 4880 | 4.30 | 4.40 | -0.09 |
| 12 | Australia | 4890 | 3331 | 2.75 | 3.00 | -0.26 |
| 13 | Paises Bajos | 4055 | 2985 | 2.28 | 2.69 | -0.41 |

| | PAIS | Artículos | | % | | |
|---------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | | 2006-2010 | 1996-2000 | 2006-2010 | 1996-2000 | cambio |
| 14 | India | 3782 | 1784 | 2.12 | 1.61 | 0.52 |
| 15 | Turquía | 3082 | 544 | 1.73 | 0.49 | 1.24 |
| 16 | Israel | 3060 | 2211 | 1.72 | 1.99 | -0.27 |
| 17 | Singapur | 3012 | 1386 | 1.69 | 1.25 | 0.44 |
| 18 | Grecia | 2922 | 1303 | 1.64 | 1.17 | 0.47 |
| 19 | Suiza | 2824 | 1586 | 1.59 | 1.43 | 0.16 |
| 20 | Bélgica | 2752 | 1415 | 1.54 | 1.27 | 0.27 |
| 21 | Polonia | 2574 | 1047 | 1.44 | 0.94 | 0.50 |
| 22 | Brasil | 2555 | 990 | 1.43 | 0.89 | 0.54 |
| 23 | Irán | 2325 | 150 | 1.31 | 0.14 | 1.17 |
| 24 | Suecia | 1943 | 1490 | 1.09 | 1.34 | -0.25 |
| 25 | Austria | 1942 | 1136 | 1.09 | 1.02 | 0.07 |
| TOTAL MUNDIAL | | 178139 | 111007 | | | |

tabla 2. Producción de artículos en Informática por países.

WOS incluye la opción ‘*Citation report*’ para obtener los datos de citas, pero solo se activa para conjuntos de menos de 10000 publicaciones. Por este motivo para conocer las citas por países se ha recurrido al ‘Essential Science Indicators’ (ESI), otra de las opciones junto con WOS y JCR provistas dentro de la ‘Web of Knowledge’ de Thompson-Reuters. La tabla 3 muestra a todos los países con más de 2000 artículos en Informática en el periodo enero-2001 a agosto-2011 (ESI es muy restringido y no permite elegir intervalos de tiempo), ordenados por su factor de impacto (FI). La posición española es media-baja (3’08 citas por artículo) y refleja que en el aspecto cualitativo todavía nos queda un cierto camino por recorrer para situarnos en posiciones similares a Alemania (4’25) o Francia (3’81).

| | | 2001-2011(VIII) | | | | | 2001-2011(VIII) | | |
|----|----------------|-----------------|--------|------|----|---------------|-----------------|-------|------|
| | País | Artículos | Citas | FI | | País | Artículos | Citas | FI |
| 1 | Suecia | 3295 | 30673 | 9.31 | 16 | Finlandia | 2707 | 9637 | 3.56 |
| 2 | Estados Unidos | 72778 | 473951 | 6.51 | 17 | Italia | 11966 | 41911 | 3.50 |
| 3 | Suiza | 4202 | 25180 | 5.99 | 18 | Japón | 14748 | 47335 | 3.21 |
| 4 | Dinamarca | 2140 | 11640 | 5.44 | 19 | ESPAÑA | 10914 | 33582 | 3.08 |
| 5 | Israel | 4468 | 24196 | 5.42 | 20 | Turquía | 3007 | 9111 | 3.03 |
| 6 | Inglaterra | 16377 | 79490 | 4.85 | 21 | Taiwán | 10103 | 30185 | 2.99 |
| 7 | Escocia | 2220 | 10577 | 4.76 | 22 | Portugal | 2034 | 6028 | 2.96 |
| 8 | Canadá | 12759 | 57493 | 4.51 | 23 | India | 4653 | 13413 | 2.88 |
| 9 | Alemania | 19086 | 81204 | 4.25 | 24 | Grecia | 4209 | 11968 | 2.84 |
| 10 | Australia | 7127 | 30208 | 4.24 | 25 | Polonia | 3149 | 8557 | 2.72 |
| 11 | Bélgica | 3609 | 15290 | 4.24 | 26 | Brasil | 3360 | 8337 | 2.48 |
| 12 | Países Bajos | 6169 | 25818 | 4.19 | 27 | China | 26481 | 64432 | 2.43 |
| 13 | Francia | 15351 | 58451 | 3.81 | 28 | Corea del Sur | 15442 | 27492 | 1.78 |
| 14 | Austria | 2938 | 11038 | 3.76 | 29 | Rusia | 2821 | 4128 | 1.46 |
| 15 | Singapur | 4189 | 15143 | 3.61 | | | | | |

tabla 3. Citas y factor de impacto por países (fuente: *Essential Science Indicators*).

Si se analizan los datos desglosados para las siete categorías en que WOS divide la Informática (ver tabla 4), se comprueba que en todas ellas la producción española tiene un peso internacional similar, oscilando entre un máximo del 5’63% para la Inteligencia Artificial y un mínimo del 3’61% para los Sistemas de Información. Estas diferencias manifiestan un pequeño sesgo, respecto del promedio mundial, hacia las especialidades

más teóricas. Si se mira la evolución relativa de los porcentajes sobre el total mundial, se observa que la muy positiva evolución de la producción científica Informática española es común a todas sus especialidades, destacando ligeramente la Ingeniería y Tecnología del Software.

| Categoría de WOS | Artículos España | | % mundial | | | Artículos Mundial | |
|--|------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------------------|-----------|
| | 2006-2010 | 1996-2000 | 2006-2010 | 1996-2000 | cambio | 2006-2010 | 1996-2000 |
| Aplicaciones Interdisciplinares (API) | 2341 | 655 | 4.91 | 2.45 | +2.46 | 47659 | 26686 |
| Cibernética (CIB) | 210 | 96 | 3.91 | 2.00 | +1.90 | 5375 | 4790 |
| Hardware y Arquitectura (HAR) | 646 | 181 | 3.65 | 1.26 | +2.39 | 17687 | 14318 |
| Ingeniería y Tecnología del Software (SOF) | 1355 | 283 | 4.52 | 1.49 | +3.03 | 29981 | 18936 |
| Inteligencia Artificial (INT) | 2274 | 731 | 5.63 | 3.32 | +2.31 | 40360 | 22017 |
| Sistemas de Información (SIN) | 1435 | 205 | 3.61 | 1.07 | +2.54 | 39795 | 19223 |
| Teoría y Métodos (TEO) | 2207 | 967 | 5.13 | 2.99 | +2.14 | 43018 | 32376 |
| INFORMÁTICA (global) | 8395 | 2750 | 4.71 | 2.48 | +2.24 | 178139 | 111007 |

tabla 4. Producción española en Informática por categorías WOS (especialidades).

3. Situación dentro de España

En el apartado anterior se ha analizado el peso de la investigación en Informática española en el contexto internacional. A continuación se muestran los datos que permiten comparar, dentro de España, con el resto de disciplinas. Para ello se han clasificado las 247 categorías de WOS en 37 disciplinas siguiendo los criterios de varias clasificaciones internacionales (información detallada al respecto se incluye en la web que complementa este artículo). La tabla 5 muestra las cifras del periodo 2006-2010 con las 37 disciplinas ordenadas en base al porcentaje que los artículos españoles suponen respecto del total mundial.

| Disciplina | ESPAÑA | | | | MUNDIAL Artículos |
|---|-----------|-----------|--------|-------|----------------------|
| | Artículos | % Mundial | Citas | FI | |
| Astronomía | 5589 | 7.52% | 70439 | 12.60 | 74346 |
| Ciencia y Tecnología de los Alimentos | 7267 | 7.21% | 49617 | 6.83 | 100762 |
| Ciencias Medioambientales y Ecología | 11800 | 5.08% | 85227 | 7.22 | 232338 |
| Economía y Negocios | 5057 | 4.82% | 14625 | 2.89 | 104934 |
| INFORMÁTICA | 8395 | 4.71% | 32837 | 3.91 | 178139 |
| Agricultura | 9258 | 4.68% | 48264 | 5.21 | 197744 |
| Ciencias Sociales de la Comunicación y la Información | 1209 | 4.61% | 2332 | 1.93 | 26243 |
| Matemáticas | 11692 | 4.51% | 40309 | 3.45 | 259485 |
| Biología | 11404 | 4.48% | 69933 | 6.13 | 254409 |
| Ingeniería Química | 4295 | 4.44% | 32193 | 7.50 | 96634 |
| Química | 28949 | 4.14% | 251585 | 8.69 | 699181 |
| Automática y Robótica | 1336 | 3.99% | 7338 | 5.49 | 33497 |
| Historia y Geografía | 2052 | 3.95% | 2153 | 1.05 | 51884 |
| Ciencias Básicas de la Vida | 21827 | 3.92% | 215962 | 9.89 | 556162 |
| Ciencias de la Tierra | 7435 | 3.84% | 45611 | 6.13 | 193547 |
| Ingeniería de Instrumentos | 2563 | 3.69% | 14944 | 5.83 | 69422 |
| Ingeniería Civil y Arquitectura | 3826 | 3.65% | 22943 | 6.00 | 104816 |
| Ingeniería de Combustibles y Energía | 3430 | 3.48% | 20371 | 5.94 | 98678 |
| Física | 25425 | 3.39% | 194987 | 7.67 | 750025 |
| Telecomunicaciones | 1423 | 3.36% | 4122 | 2.90 | 42407 |

| Disciplina | ESPAÑA | | | | MUNDIAL |
|------------------------------------|-----------|-----------|--------|-------|-----------|
| | Artículos | % Mundial | Citas | FI | Artículos |
| Educación | 1432 | 3.33% | 2215 | 1.55 | 43031 |
| Ciencias Biomédicas | 16524 | 3.28% | 135826 | 8.22 | 503723 |
| Ingeniería Eléctrica y Electrónica | 6053 | 3.25% | 28330 | 4.68 | 186313 |
| Farmacología | 5049 | 3.21% | 34738 | 6.88 | 157366 |
| Psicología | 4010 | 3.19% | 15504 | 3.87 | 125671 |
| Medicina Clínica | 31783 | 3.05% | 287747 | 9.05 | 1041855 |
| Otras Ingenierías | 2100 | 2.91% | 7930 | 3.78 | 72281 |
| Lingüística y Literatura | 1603 | 2.77% | 991 | 0.62 | 57901 |
| Ciencias Multidisciplinar | 1881 | 2.67% | 45301 | 24.08 | 70560 |
| Ciencia y Tecnología de Materiales | 9898 | 2.66% | 65714 | 6.64 | 372272 |
| Filosofía | 597 | 2.54% | 475 | 0.80 | 23513 |
| Ingeniería Industrial y Mecánica | 3335 | 2.45% | 14422 | 4.32 | 136338 |
| Ciencias y Servicios para la Salud | 4038 | 2.22% | 19287 | 4.78 | 181666 |
| Otras Ciencias Sociales | 1992 | 2.20% | 6945 | 3.49 | 90616 |
| Sociología y Ciencias Políticas | 1143 | 2.02% | 1796 | 1.57 | 56519 |
| Artes y Otras Humanidades | 937 | 1.98% | 213 | 0.23 | 47440 |
| Derecho | 257 | 1.51% | 139 | 0.54 | 17050 |
| TODAS las disciplinas | 190800 | 3.54% | | | 5385619 |

tabla 5. Producción científica española por disciplinas.

La tabla 5 permite hacerse una visión general de las disciplinas en que España tiene más presencia internacional y, por tanto, de aquellas en que los esfuerzos de transferencia podrían impactar de manera más evidente en la competitividad internacional del país. Informática aparece en quinta posición, siendo la primera disciplina dentro del ámbito de la ingeniería y tecnología, seguida por Agricultura.

En términos absolutos, las primeras disciplinas en producción son Medicina Clínica, Química, Física y Ciencias Básicas de la Vida (bioquímica, biología molecular, genética, etc.); todas ellas con más de 20000 artículos, es decir, más del doble que los 8395 artículos de Informática. Las diferencias tan grandes que existen en producción absoluta entre unas disciplinas y otras dependen de diversos factores, como el tamaño de la comunidad investigadora (cantidad de investigadores que engloba) y su productividad media; pero también de la cultura o hábitos, ya que las áreas de ciencias experimentales y de la salud tienen una tradición antigua de publicar todos sus trabajos, mientras que otros ámbitos no se han incorporado del todo a dicha manera de trabajar. Informática es una disciplina que ha avanzado mucho en los últimos 10/15 años en el hábito de publicar en revistas. Además, si se computan los trabajos publicados en actas de congresos, tan importantes en esta disciplina, la producción media de artículos por investigador es parecida a la de las áreas de ciencias experimentales. En cuanto al impacto cualitativo medido en número de citas y factor de impacto (FI), las diferencias entre disciplinas son también muy considerables, oscilando entre 24'08 citas por artículo en Ciencias Multidisciplinar (debido a que engloba a algunas de las revistas científicas más importantes, como *Nature* y *Science*) y 0'23 en Artes y Humanidades. Informática queda en la posición 23 (de 37), con 3'91 citas por artículo. Otra vez se manifiesta que en el aspecto cualitativo no estamos tan bien como en el cuantitativo. Un aspecto que influye de manera directa es el tamaño de la comunidad investigadora a nivel mundial, tanto en cuanto a número de investigadores como de revistas y cantidad de artículos anuales totales publicados en ellas. Así, las comunidades más 'grandes', no sólo cuentan con más revistas y más artículos, sino que también los JCR (factor de impacto referido a los dos años anteriores) de sus revistas suelen ser más altos.

Cualquier investigador informático que haya participado en comisiones multidisciplinares de evaluación sabe que en ciencias experimentales factores inferiores a 5 son mal vistos, mientras que en Informática son casi un milagro.

A pesar de las consideraciones anteriores, al autor le llama un poco la atención que las disciplinas en que España juega un papel más importante a nivel mundial no son las que habitualmente se ven reflejadas en los medios de comunicación y que en los ámbitos académicos aparecen también muchas veces como los puntos fuertes del país en investigación. Así, se ha transmitido una cierta idea de que donde España es más potente a nivel científico es en Ciencias Básicas de la Vida y en Ciencias Biomédicas. De hecho, la mayoría de las noticias sobre ciencia y tecnología se refieren a ellas y los grandes centros de investigación públicos, con cientos de investigadores, están dedicados fundamentalmente a ellas. Obviamente, en tamaño, las comunidades de estas dos disciplinas son bastante mayores que la de Informática, y parecido pasa a nivel mundial. Pero, la producción científica en Informática española supone el 4'71% del total mundial, mientras que en Ciencias Básicas de la Vida es el 3'92% y en Ciencias Biomédicas supone el 3'28%.

Un aspecto de interés a la hora de evaluar la situación de la producción científica es su grado de internacionalización. Para ello se pueden utilizar las cifras de artículos que cuentan con autores de otros países, además de los españoles. La tabla 6 muestra que casi un 34% de los artículos españoles en Informática se han realizado en colaboración con autores de otros países, destacando en primer lugar Estados Unidos (7'1%), seguido de Inglaterra, Italia, Francia y Alemania. Si se analizan las cifras de citas y factor de impacto, se observa que las publicaciones en colaboración internacional tienen un impacto más alto (4'47 citas por artículo) que las que sólo tienen autores españoles (3'63). Esta situación también se da en las demás disciplinas. Los factores de impacto más altos se consiguen en artículos con autores de algunos pequeños países europeos, como Austria, Países Bajos y Suecia. Por el contrario, los ratios de impacto más bajos se dan con autores de países latinoamericanos (México, Argentina y Chile) y Canadá.

| País | Artículos | % | Citas | FI |
|-----------------|-----------|--------|-------|------|
| Solo españoles | 5554 | 66.16 | 20140 | 3.63 |
| Con extranjeros | 2841 | 33.84 | 12697 | 4.47 |
| TOTAL artículos | 8395 | 100.00 | 32837 | 3.91 |
| Estados Unidos | 597 | 7.11 | 2924 | 4.90 |
| Inglaterra | 352 | 4.19 | 2082 | 5.91 |
| Italia | 283 | 3.37 | 1435 | 5.07 |
| Francia | 271 | 3.23 | 1379 | 5.09 |
| Alemania | 255 | 3.04 | 1256 | 4.93 |
| Países Bajos | 131 | 1.56 | 913 | 6.97 |
| Canadá | 127 | 1.51 | 435 | 3.43 |
| Bélgica | 114 | 1.36 | 544 | 4.77 |
| Suiza | 111 | 1.32 | 649 | 5.85 |
| México | 93 | 1.11 | 276 | 2.97 |
| Portugal | 84 | 1.00 | 382 | 4.55 |
| Austria | 80 | 0.95 | 566 | 7.08 |
| Argentina | 73 | 0.87 | 241 | 3.30 |
| Australia | 73 | 0.87 | 340 | 4.66 |
| Rumania | 68 | 0.81 | 389 | 5.72 |
| Japón | 63 | 0.75 | 328 | 5.21 |

| País | Artículos | % | Citas | FI |
|---------|-----------|------|-------|------|
| Escocia | 60 | 0.71 | 290 | 4.83 |
| Grecia | 57 | 0.68 | 263 | 4.61 |
| Cuba | 55 | 0.66 | 229 | 4.16 |
| China | 52 | 0.62 | 322 | 6.19 |
| Suecia | 52 | 0.62 | 326 | 6.27 |
| Chile | 51 | 0.61 | 180 | 3.53 |

tabla 6. Artículos en colaboración con autores de otros países.

Por otro lado, las revistas indexadas en WOS se asignan a una o varias categorías (entre una lista global de 247 en el año 2010, incluidas las 7 de Informática ya presentadas). Con cierta frecuencia, una misma revista se incluye en más de una categoría, incluso de disciplinas diferentes. En el caso de Informática es muy común esta situación. De hecho, entre las revistas con índices de impacto más elevado en Informática se encuentran algunas claramente orientadas a otras disciplinas, como es el caso de *‘Medical Image Analysis’* o *‘Journal of Chemical Information and Modeling’*. Esta manera de reflejar el carácter multidisciplinar que tienen muchos trabajos de investigación permite conocer el grado de transversalidad con cifras concretas. Así, en la tabla 7 se muestran los datos de los 8395 artículos españoles en Informática repartidos por categorías (acotado a las que suponen más del 1%). Se observa que la gran mayoría de los artículos (el 56’8%) están publicados en revistas con carácter multidisciplinar, es decir, revistas que también se incluyen en categorías no informáticas. Entre dichas categorías no Informáticas con las que mas interacción hay destacan la Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Matemáticas y relacionadas, Automática, y Telecomunicaciones. Esta situación era previsible ya que coinciden con aquellas áreas con las que Informática tiene un mayor vínculo. Llama la atención, no obstante, una excepción: las categorías de ‘Administración’ (*Management*), Negocios (*Business*) y Economía (*Economics*) no se incluyen en la tabla porque sólo 18, 12 y 0 artículos, respectivamente, interseccionan entre ellas e Informática. Coincide que en este ámbito el autor ha vivido en persona varios intentos frustrados de establecer colaboraciones con ‘la otra orilla’. Para proyectos de investigación en temas como *‘Business process management’* le ha sido más fácil encontrar socios entre médicos de un hospital que entre los compañeros de Administración de Empresas de la Universidad. Quizás nuestros intereses en investigación no coinciden con los de los colegas de Economía y Negocios; o quizás nuestra manera de trabajar, sistémica y rigurosa por obligación, les queda demasiado lejana. La situación es más llamativa si cabe cuando se compara con otros países avanzados, en los cuales la colaboración en investigación entre ambas disciplinas es bastante común.

| Categoría WOS | Artículos | % | Citas | FI |
|--|-----------|--------|-------|------|
| Solo en Informática | 3627 | 43.20 | 11167 | 3.08 |
| También en otras categorías | 4768 | 56.80 | 21670 | 4.54 |
| TOTAL artículos | 8395 | 100.00 | 32837 | 3.91 |
| Ingeniería Eléctrica y Electrónica | 1352 | 16.10 | | |
| Matemáticas Aplicadas | 773 | 9.21 | | |
| Estadística y probabilidad | 540 | 6.43 | | |
| Automática y Sistemas de Control | 415 | 4.94 | | |
| Telecomunicaciones | 385 | 4.59 | | |
| Investigación Operativa y C. de la Gestión | 378 | 4.50 | | |
| C. de la Información y Biblioteconomía | 299 | 3.56 | | |
| Biología Computacional y Matemática | 225 | 2.68 | | |

| Categoría WOS | Artículos | % | Citas | FI |
|---|-----------|------|-------|----|
| Física Matemática | 189 | 2.25 | | |
| Aplicaciones Matemáticas Interdisciplinares | 184 | 2.19 | | |
| Informática Médica | 169 | 2.01 | | |
| Ingeniería Industrial | 163 | 1.94 | | |
| Ingeniería Biomédica | 162 | 1.93 | | |
| Ingeniería Multidisciplinar | 158 | 1.88 | | |
| Robótica | 151 | 1.80 | | |
| Bioquímica Experimental | 135 | 1.61 | | |
| Óptica | 117 | 1.39 | | |
| Mecánica | 112 | 1.33 | | |
| Biotecnología Aplicada y Microbiología | 110 | 1.31 | | |
| Instrumentos e Instrumentación | 107 | 1.27 | | |
| Química Multidisciplinar | 98 | 1.17 | | |
| Química Analítica | 89 | 1.06 | | |

tabla 7. Artículos en revistas incluidas a la vez en otras disciplinas.

El positivo presente de la investigación española en Informática es, lógicamente, fruto de una muy favorable evolución histórica, como se refleja al analizar las cifras de artículos indexados en WOS en los últimos 30 años (ver figura 1). Así, en 1981 sólo se publicaron 13 artículos con autor español. En 1989 se superaron, por primera vez, los 100 artículos. En 2001 se sobrepasaron los 500 y en 2006 se alcanzó el millar. La evolución ascendente ha seguido en los últimos años hasta llegar a 1820 en el año 2010. Con fines de homogeneidad, las cifras reflejadas en la figura no incluyen los datos de ‘papers’ incluidos en las series ‘Lecture Notes’ (LNCS y LNAI) de la editorial Springer, que hasta 2006 se incluyeron como artículos de revistas y después han pasado a considerarse como congresos (en 2006 WOS registra 2080 artículos, pero 851 eran de la serie ‘Lecture Notes on Computer Science’ y 164 de la serie ‘Lecture Notes on Artificial Intelligence’).

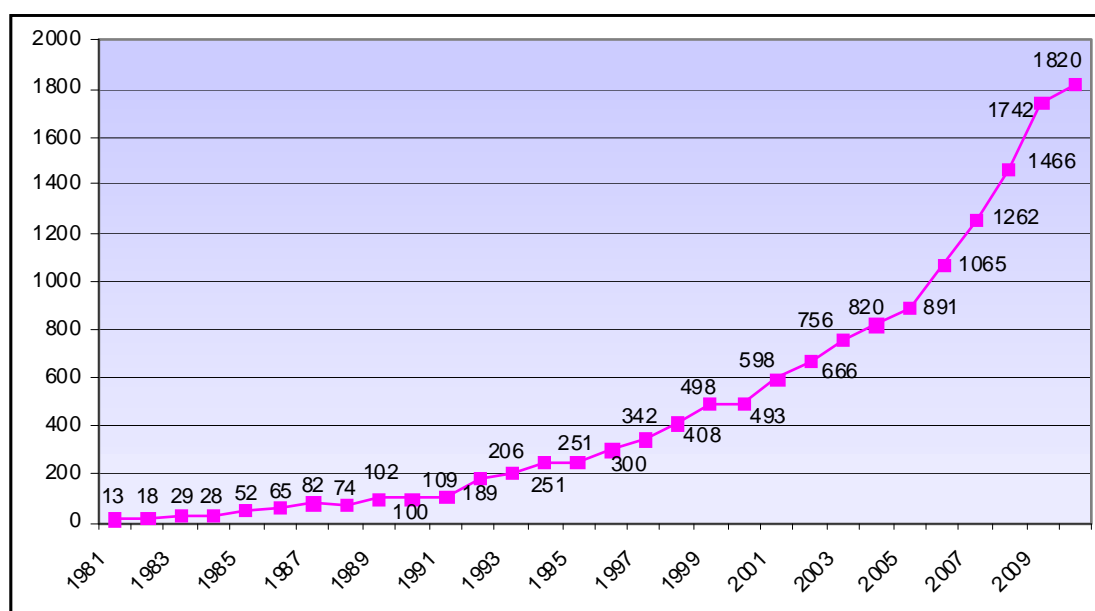


figura 1. Evolución histórica de la producción científica Informática española.

Esta fuerte mejora en cifras absolutas también ha significado una importante mejora en el peso que la producción científica en Informática significa en el total español. La tabla

8 muestra la comparativa entre el número de artículos en Informática y el total de todas las disciplinas por años. Se comprueba que en los últimos 30 años la producción informática (14696 artículos) ha supuesto, de media, el 2'74% del total español (536693 artículos). Pero dicha media esconde una importante mejora porcentual. Así, en 1980 los artículos en Informática eran tan solo el 0'40% del total de artículos con autor español. En 1985 se alcanzó por primera vez el 1% y en 1998 el 2%. En la última decena se ha reafirmado la mejora, lográndose el 3% en 2003 y un 4'18% en el año 2010.

| Año | Artículos | | | Año | Artículos | | |
|------|-------------|-------|------|------|-------------|--------|------|
| | Informática | Total | % | | Informática | Total | % |
| 1981 | 13 | 3231 | 0.40 | 1996 | 300 | 17588 | 1.71 |
| 1982 | 18 | 3742 | 0.48 | 1997 | 342 | 19070 | 1.79 |
| 1983 | 29 | 4210 | 0.69 | 1998 | 408 | 20407 | 2.00 |
| 1984 | 28 | 4770 | 0.59 | 1999 | 498 | 21563 | 2.31 |
| 1985 | 52 | 5182 | 1.00 | 2000 | 493 | 21937 | 2.25 |
| 1986 | 65 | 6161 | 1.06 | 2001 | 598 | 23144 | 2.58 |
| 1987 | 82 | 6707 | 1.22 | 2002 | 666 | 24333 | 2.74 |
| 1988 | 74 | 7471 | 0.99 | 2003 | 756 | 24881 | 3.04 |
| 1989 | 102 | 7899 | 1.29 | 2004 | 820 | 26696 | 3.07 |
| 1990 | 100 | 8722 | 1.15 | 2005 | 891 | 28790 | 3.09 |
| 1991 | 109 | 9559 | 1.14 | 2006 | 1065 | 31386 | 3.39 |
| 1992 | 189 | 11286 | 1.67 | 2007 | 1262 | 35208 | 3.58 |
| 1993 | 206 | 12345 | 1.67 | 2008 | 1466 | 38428 | 3.81 |
| 1994 | 251 | 12881 | 1.95 | 2009 | 1742 | 41139 | 4.23 |
| 1995 | 251 | 14381 | 1.75 | 2010 | 1820 | 43576 | 4.18 |
| | | | | SUMA | 14696 | 536693 | 2.74 |

tabla 8. Cifras absolutas y relativas de la evolución histórica de la producción española.

En consecuencia, con las cifras mostradas en las tres tablas anteriores se puede afirmar que la Informática ha pasado a ser una de las disciplinas clave en la investigación en España y es una de las que mejor puede ayudar en el cambio de modelo productivo.

4. Organizaciones más Significativas

En este apartado se presenta el mapa de los sitios (organizaciones) donde trabajan los investigadores españoles en Informática. Para ello se han seleccionado las organizaciones con al menos 5 artículos en el quinquenio 2006-2010, es decir, con una media de uno o más artículos al año. Algunas organizaciones aparecen en WOS con varios nombres diferentes y por ello ha sido necesario hacer un proceso de consolidación. La tabla 9 muestra los resultados agrupados por tipo de organización: 56 universidades (8 de ellas privadas), 19 centros públicos de investigación, 2 hospitales y 5 empresas o centros privados de investigación. Además de los artículos, citas y factor de impacto (FI), se ha incluido el factor H, cuyo valor es un indicador de la cantidad de artículos más citados: un valor H significa que existen H artículos con al menos H citas (y no existen H+1 artículos con al menos H+1 citas). El valor H=40 para el total significa que 40 artículos tienen al menos 40 citas. Las 82 organizaciones encontradas suman más del 94% de los artículos y más del 96% de las citas totales.

Se puede afirmar con rotundidad que casi toda la investigación se realiza en instituciones públicas, ya que las 13 organizaciones privadas (universidades, empresas y

centros) acumulan menos del 3% de los artículos y citas. Las Universidades realizan la inmensa mayoría de la investigación en Informática en España (más del 90% de los artículos y de las citas corresponden a las 56 seleccionadas), seguidas a gran distancia por los centros públicos de investigación (6'63% de los artículos y 7'95% de las citas).

| Tipo de Organización | Número | Artículos | Citas | FI | H | %Artículos | %Citas |
|------------------------------------|--------|-----------|-------|------|----|------------|--------|
| U Universidad | 56 | 7606 | 30123 | 3.96 | 39 | 90.60 | 91.73 |
| Pública | 48 | 7511 | 29770 | 3.96 | 39 | 89.47 | 90.66 |
| Privada | 8 | 158 | 611 | 3.87 | 12 | 1.88 | 1.86 |
| C Centro Público de I+D | 19 | 557 | 2612 | 4.69 | 21 | 6.63 | 7.95 |
| H Hospital | 2 | 10 | 73 | 7.30 | 5 | 0.12 | 0.22 |
| E Empresa o centro privado de I+D | 5 | 71 | 261 | 3.68 | 9 | 0.85 | 0.79 |
| TOTAL organizaciones seleccionadas | 82 | 7905 | 31534 | 3.99 | 40 | 94.16 | 96.03 |

tabla 9. Producción científica por tipo de organización.

La tabla 10 es similar a la anterior, pero desglosada por cada una de las 82 organizaciones seleccionadas, ordenadas de mayor a menor número de artículos y de citas (en caso de empate en artículos). La columna 'Tipo' indica el tipo de organización (U=Universidad pública, Up=universidad privada, C=Centro público de investigación, H=hospital y E=empresa o centro privado). La columna FIN (factor de impacto normalizado) indica la relación entre el factor de impacto FI de la organización y el valor medio de España (3'91). Por tanto, una cifra superior a 1 indica que la organización tiene más citas por artículo que la media del país y un valor inferior a 1 indica lo contrario. Los valores de FIN están muy influenciados por las especialidades (categorías WOS) en que cada organización está especializada ya que, como se verá en el apartado siguiente, los factores de impacto cambian bastante entre las 7 especialidades. La columna 'Esp' indica, con el código de tres letras mostrado en la tabla 4, la especialidad o categoría, en la que la organización cuenta con más artículos. Aunque ya se ha comentado, conviene recordar que las sumas de artículos y citas no coinciden con los totales porque un mismo artículo puede tener autores de varias organizaciones. Por igual motivo, las sumas de porcentajes superan el 100%.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | % Artíc. | % Citas | Esp. |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|------|----|-------|----------|---------|------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 862 | 2815 | 3.27 | 17 | 0.835 | 10.27 | 8.57 | TEO |
| 2 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 628 | 2308 | 3.68 | 19 | 0.940 | 7.48 | 7.03 | API |
| 3 | UNIV GRANADA | U | 552 | 3121 | 5.65 | 25 | 1.445 | 6.58 | 9.50 | INT |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 458 | 1476 | 3.22 | 17 | 0.824 | 5.46 | 4.49 | TEO |
| 5 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 393 | 1525 | 3.88 | 15 | 0.992 | 4.68 | 4.64 | TEO |
| 6 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 382 | 1049 | 2.75 | 13 | 0.702 | 4.55 | 3.19 | TEO |
| 7 | CSIC | C | 363 | 1880 | 5.18 | 19 | 1.324 | 4.32 | 5.73 | INT |
| 8 | UNIV SEVILLA | U | 308 | 1104 | 3.58 | 14 | 0.916 | 3.67 | 3.36 | TEO |
| 9 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 302 | 1089 | 3.61 | 15 | 0.922 | 3.60 | 3.32 | SOF |
| 10 | UNIV MALAGA | U | 290 | 1076 | 3.71 | 14 | 0.949 | 3.45 | 3.28 | INT |
| 11 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 284 | 1208 | 4.25 | 16 | 1.087 | 3.38 | 3.68 | INT |
| 12 | UNIV ZARAGOZA | U | 244 | 1017 | 4.17 | 14 | 1.066 | 2.91 | 3.10 | API |
| 13 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 220 | 915 | 4.16 | 13 | 1.063 | 2.62 | 2.79 | INT |
| 14 | UNIV PAIS VASCO | U | 218 | 669 | 3.07 | 12 | 0.785 | 2.60 | 2.04 | INT |
| 15 | UNIV POMPEU FABRA | U | 212 | 1156 | 5.45 | 16 | 1.394 | 2.53 | 3.52 | INT |
| 16 | UNIV VALENCIA | U | 194 | 1039 | 5.36 | 16 | 1.369 | 2.31 | 3.16 | API |
| 17 | UNIV OVIEDO | U | 194 | 954 | 4.92 | 15 | 1.257 | 2.31 | 2.91 | API |
| 18 | UNIV BARCELONA | U | 192 | 1748 | 9.10 | 17 | 2.328 | 2.29 | 5.32 | API |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | % Artíc. | % Citas | Esp. |
|-----|--|------|--------|-------|-------|----|-------|----------|---------|------|
| 19 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 192 | 857 | 4.46 | 13 | 1.141 | 2.29 | 2.61 | TEO |
| 20 | UNIV ALICANTE | U | 190 | 569 | 2.99 | 12 | 0.766 | 2.26 | 1.73 | INT |
| 21 | UNIV VIGO | U | 187 | 610 | 3.26 | 11 | 0.834 | 2.23 | 1.86 | API |
| 22 | UNIV VALLADOLID | U | 183 | 786 | 4.30 | 12 | 1.098 | 2.18 | 2.39 | API |
| 23 | UNIV MURCIA | U | 169 | 440 | 2.60 | 10 | 0.666 | 2.01 | 1.34 | SIN |
| 24 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 161 | 392 | 2.43 | 9 | 0.622 | 1.92 | 1.19 | INT |
| 25 | UNIV JAEN | U | 154 | 910 | 5.91 | 15 | 1.511 | 1.83 | 2.77 | INT |
| 26 | UNIV A CORUÑA | U | 143 | 282 | 1.97 | 8 | 0.504 | 1.70 | 0.86 | INT |
| 27 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 142 | 764 | 5.38 | 14 | 1.376 | 1.69 | 2.33 | API |
| 28 | UNIV JAUME I | U | 139 | 558 | 4.01 | 12 | 1.026 | 1.66 | 1.70 | TEO |
| 29 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 136 | 479 | 3.52 | 11 | 0.900 | 1.62 | 1.46 | TEO |
| 30 | UNIV CANTABRIA | U | 124 | 315 | 2.54 | 8 | 0.649 | 1.48 | 0.96 | TEO |
| 31 | UNIV CORDOBA | U | 121 | 769 | 6.36 | 13 | 1.625 | 1.44 | 2.34 | INT |
| 32 | UNIV GIRONA | U | 109 | 600 | 5.50 | 12 | 1.407 | 1.30 | 1.83 | API |
| 33 | UNIV SALAMANCA | U | 107 | 426 | 3.98 | 11 | 1.018 | 1.27 | 1.30 | INT |
| 34 | UNIV NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA | U | 106 | 420 | 3.96 | 12 | 1.013 | 1.26 | 1.28 | INT |
| 35 | UNIV EXTREMADURA | U | 99 | 391 | 3.95 | 10 | 1.010 | 1.18 | 1.19 | TEO |
| 36 | UNIV LA LAGUNA | U | 98 | 271 | 2.77 | 8 | 0.707 | 1.17 | 0.83 | API |
| 37 | UNIV POLITECNICA DE CARTAGENA | U | 93 | 215 | 2.31 | 7 | 0.591 | 1.11 | 0.65 | API |
| 38 | UNIV ILLES BALEARS | U | 79 | 408 | 5.16 | 11 | 1.320 | 0.94 | 1.24 | INT |
| 39 | UNIV PUBLICA DE NAVARRA | U | 79 | 366 | 4.63 | 10 | 1.184 | 0.94 | 1.11 | SIN |
| 40 | UNIV ALMERIA | U | 71 | 206 | 2.90 | 8 | 0.742 | 0.85 | 0.63 | API |
| 41 | EUROPEAN CTR SOFT COMPUTING | C | 62 | 189 | 3.05 | 6 | 0.779 | 0.74 | 0.58 | INT |
| 42 | UNIV MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE | U | 59 | 210 | 3.56 | 7 | 0.910 | 0.70 | 0.64 | API |
| 43 | UNIV LLEIDA | U | 57 | 149 | 2.61 | 6 | 0.668 | 0.68 | 0.45 | TEO |
| 44 | UNIV CADIZ | U | 50 | 182 | 3.64 | 6 | 0.931 | 0.60 | 0.55 | API |
| 45 | UNIV LAS PALMAS DE GRAN CANARIA | U | 50 | 165 | 3.30 | 7 | 0.844 | 0.60 | 0.50 | SOF |
| 46 | UNIV NAVARRA | Up | 49 | 173 | 3.53 | 6 | 0.903 | 0.58 | 0.53 | API |
| 47 | BSC-CNS (UPC) | C | 47 | 146 | 3.11 | 7 | 0.794 | 0.56 | 0.44 | TEO |
| 48 | UNIV OBERTA DE CATALUNYA | Up | 44 | 100 | 2.27 | 5 | 0.581 | 0.52 | 0.30 | SIN |
| 49 | UNIV BURGOS | U | 41 | 289 | 7.05 | 8 | 1.802 | 0.49 | 0.88 | INT |
| 50 | UNIV PABLO DE OLAVIDE | U | 37 | 199 | 5.38 | 9 | 1.375 | 0.44 | 0.61 | INT |
| 51 | UNIV HUELVA | U | 36 | 106 | 2.94 | 6 | 0.753 | 0.43 | 0.32 | INT |
| 52 | TELEFONICA ID | E | 35 | 139 | 3.97 | 5 | 1.015 | 0.42 | 0.42 | SIN |
| 53 | UNIV RAMON LLULL | Up | 31 | 210 | 6.77 | 7 | 1.732 | 0.37 | 0.64 | INT |
| 54 | YAHOO RESEARCH BARCELONA | E | 31 | 65 | 2.10 | 5 | 0.536 | 0.37 | 0.20 | SIN |
| 55 | CVC (UAB) | C | 24 | 48 | 2.00 | 4 | 0.511 | 0.29 | 0.15 | INT |
| 56 | CTTC | C | 21 | 52 | 2.48 | 4 | 0.633 | 0.25 | 0.16 | SIN |
| 57 | ICREA | C | 21 | 51 | 2.43 | 4 | 0.621 | 0.25 | 0.16 | INT |
| 58 | UNIV LA RIOJA | U | 21 | 46 | 2.19 | 4 | 0.560 | 0.25 | 0.14 | TEO |
| 59 | CIBER BBN (CSIC) | C | 16 | 76 | 4.75 | 4 | 1.214 | 0.19 | 0.23 | API |
| 60 | CIEMAT | C | 16 | 22 | 1.38 | 3 | 0.352 | 0.19 | 0.07 | API |
| 61 | UNIV LEON | U | 15 | 43 | 2.87 | 5 | 0.733 | 0.18 | 0.13 | INT |
| 62 | UNIV EUROPEA DE MADRID | Up | 14 | 18 | 1.29 | 2 | 0.329 | 0.17 | 0.05 | TEO |
| 63 | UNIV DEUSTO | Up | 11 | 26 | 2.36 | 3 | 0.604 | 0.13 | 0.08 | TEO |
| 64 | IMDEA NETWORKS | C | 11 | 12 | 1.09 | 2 | 0.279 | 0.13 | 0.04 | SIN |
| 65 | UNIV PONTIFICIA DE COMILLAS | Up | 10 | 38 | 3.80 | 3 | 0.971 | 0.12 | 0.12 | INT |
| 66 | INST MAR INVEST MEDICAS | C | 9 | 105 | 11.67 | 7 | 2.983 | 0.11 | 0.32 | API |
| 67 | CRG (UPF) | C | 9 | 82 | 9.11 | 5 | 2.329 | 0.11 | 0.25 | API |
| 68 | UNIV SAN PABLO CEU | Up | 8 | 46 | 5.75 | 3 | 1.470 | 0.10 | 0.14 | INT |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | % Artíc. | % Citas | Esp. |
|-----|-------------------------|------|--------|-------|-------|---|-------|----------|---------|------|
| 69 | UNIV ANTONIO DE NEBRIJA | Up | 8 | 14 | 1.75 | 2 | 0.447 | 0.10 | 0.04 | HAR |
| 70 | IMDEA SOFTWARE | C | 8 | 8 | 1.00 | 1 | 0.256 | 0.10 | 0.02 | SOF |
| 71 | CIPF | C | 7 | 65 | 9.29 | 5 | 2.374 | 0.08 | 0.20 | API |
| 72 | CEIT (UNAV) | C | 7 | 34 | 4.86 | 3 | 1.242 | 0.08 | 0.10 | API |
| 73 | INTEL BARCELONA RES CTR | E | 7 | 33 | 4.71 | 2 | 1.205 | 0.08 | 0.10 | SOF |
| 74 | INST SALUD CARLOS III | C | 6 | 77 | 12.83 | 5 | 3.281 | 0.07 | 0.23 | SIN |
| 75 | IIIA (CSIC) | C | 6 | 32 | 5.33 | 3 | 1.364 | 0.07 | 0.10 | INT |
| 76 | DENODO | E | 6 | 11 | 1.83 | 1 | 0.469 | 0.07 | 0.03 | TEO |
| 77 | VICOMTECH | C | 6 | 8 | 1.33 | 1 | 0.341 | 0.07 | 0.02 | CIB |
| 78 | HOSP RIO HORTEGA | H | 5 | 49 | 9.80 | 4 | 2.505 | 0.06 | 0.15 | API |
| 79 | ICIQ (URV) | C | 5 | 31 | 6.20 | 3 | 1.585 | 0.06 | 0.09 | API |
| 80 | HOSP CLIN SAN CARLOS | H | 5 | 24 | 4.80 | 2 | 1.227 | 0.06 | 0.07 | API |
| 81 | TISSAT | E | 5 | 14 | 2.80 | 2 | 0.716 | 0.06 | 0.04 | INT |
| 82 | EUROPEAN SOFTWARE INST | C | 5 | 10 | 2.00 | 2 | 0.511 | 0.06 | 0.03 | TEO |

tabla 10. Lista de organizaciones con 5 o más artículos en el periodo 2006-2010.

Analizando la lista de organizaciones y los valores incluidos en la tabla 10 se pueden extraer algunas conclusiones:

- La investigación informática española está bastante repartida con 37 instituciones con más del 1% de los artículos (todas ellas universidades públicas menos el CSIC). La primera organización acumula el 10'27% de los artículos (Politécnica de Catalunya) o el 9'50% de las citas (Granada). Otra evidencia más de esta distribución es que 34 instituciones tienen un factor H igual o superior a 10, lo que puede interpretarse como que cuentan con una comunidad de investigación en Informática consolidada en producción e impacto.
- Entre las 10 primeras organizaciones en producción de artículos se encuentran 9 universidades públicas: una catalana (Politécnica de Catalunya), una valenciana (Politécnica de Valencia), tres andaluzas (Granada, Sevilla y Málaga), tres madrileñas (Politécnica de Madrid, Complutense y Carlos III) y una castellano-manchega (Castilla-La Mancha).
- Aunque las universidades privadas han crecido considerablemente en número y en 2010 eran 23 (con el 12'2% del total de estudiantes de grado), sólo 8 de ellas cumplen el filtro de los 5 artículos en el quinquenio analizado. La primera privada es la Universidad de Navarra (posición 46, 0'58% de artículos y 0'53% de citas). Le siguen la Oberta de Catalunya (posición 48), la Ramón Llul de Barcelona (posición 53) y la Europea de Madrid (posición 62).
- Entre los centros públicos de investigación, ocupando la séptima posición, destaca el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) con un 4'32% de artículos y 5'73% de citas, con más producción que todos los demás centros públicos juntos. Los siguientes en la lista son el Centro Europeo de 'Soft Computing' de Mieres (posición 41, 0'74% de artículos) y el 'Barcelona Supercomputing Center BSC-CNS' (posición 47 con 0'56% de artículos).
- Telefonica I+D es la primera entre las empresas privadas (posición 52) con el 0'42% de los artículos y citas. Le sigue el centro de investigación de Yahoo en Barcelona (posición 54) con el 0'37% de los artículos. Aún tratándose de artículos científicos, el número de empresas y centros privados (solo 5) es excepcionalmente bajo. Si en lugar de sólo artículos se consideran todos los tipos de publicaciones la lista se amplía a 11. Estas cifras son un reflejo de que las empresas españolas, salvo

- honrosas excepciones, siguen aplicando el principio de que ‘investiguen ellos’ (referido a otros países y a las instituciones públicas de España).
- Empleando el factor H para identificar las organizaciones con más artículos muy citados, los primeros lugares están ocupados por las universidades de Granada (H=25) y Politécnica de Valencia (19) y el CSIC (19).
 - Si clasificamos las organizaciones en base a la categoría WOS en que tienen mayor número de artículos (especialidad mayoritaria) se obtiene el siguiente reparto: 27 en Inteligencia Artificial, 24 en Aplicaciones Interdisciplinares, 17 en Teoría y Métodos, 8 en Sistemas de Información, 4 en Ingeniería y Tecnología del Software, 1 en Hardware y Arquitectura, y 1 en Cibernética.
 - Entre las 56 universidades las categorías mayoritarias son las mismas: 21 en Inteligencia Artificial, 15 en Aplicaciones Interdisciplinares y 14 en Teoría y Métodos. Sólo 3 universidades tienen mayoría en Sistemas de Información, 2 en Ingeniería y Tecnología del Software y 1 en Hardware y Arquitectura.
 - Los centros públicos de investigación están especializados, principalmente, en Aplicaciones Interdisciplinares (7) e Inteligencia Artificial (5). Por el contrario, 2 empresas y centros privados se orientan hacia Sistemas de Información y 1 a Ingeniería y Tecnología del Software, Teoría y Métodos, e Inteligencia Artificial.

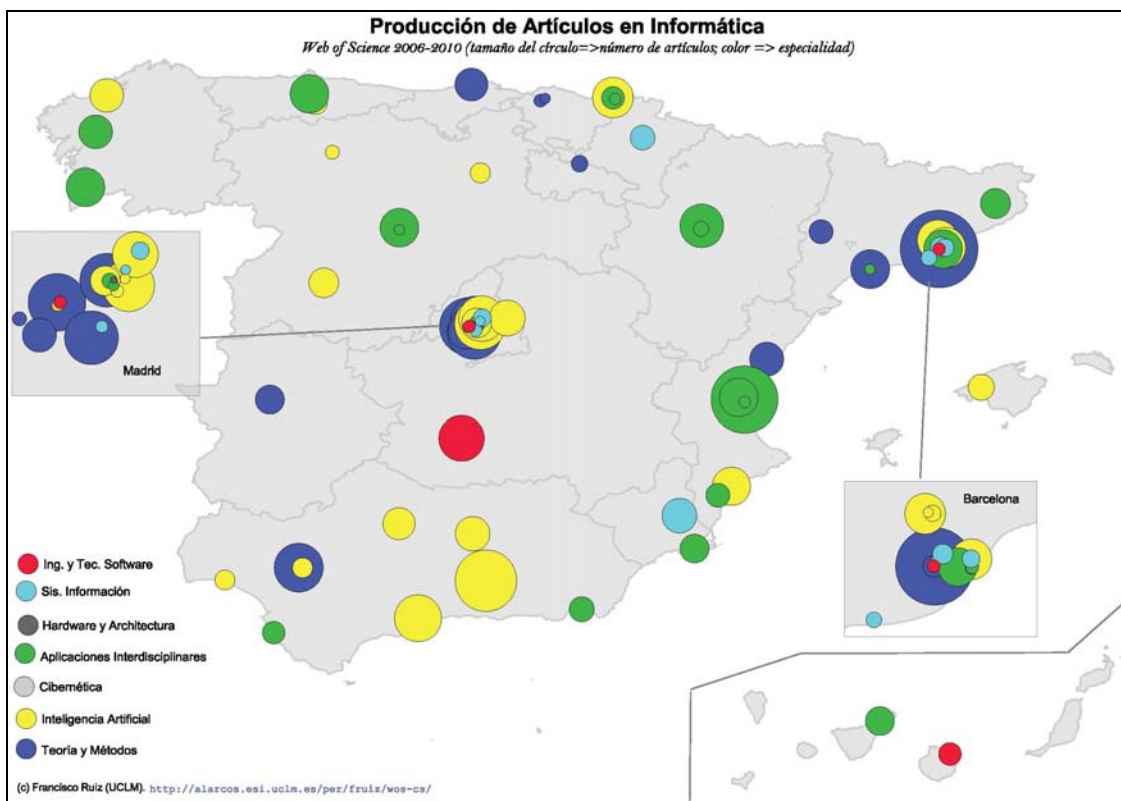


figura 2. Número de artículos por organización (tamaño del círculo) y especialidad mayoritaria (color).

En la figura 2 se muestra el mapa con la localización geográfica de las 82 organizaciones. El tamaño de los círculos es proporcional al número de artículos, mientras que el color de relleno indica la especialidad mayoritaria en la organización. Cuando una organización tiene varias sedes geográficas, se ha elegido como posición geográfica la de la sede oficial.

En un anexo al final del informe y en la web que complementa este artículo se incluyen mapas similares mostrando las organizaciones para cada una de las siete especialidades. Igualmente, en la web se facilitan archivos KMZ para poder consultar con Google Earth los datos globales y los específicos para las siete categorías WOS que especializan la Informática, y que se presentan en el apartado siguiente. Las figuras 3 y 4 muestran imágenes de la visualización de los datos a través de Google Earth.

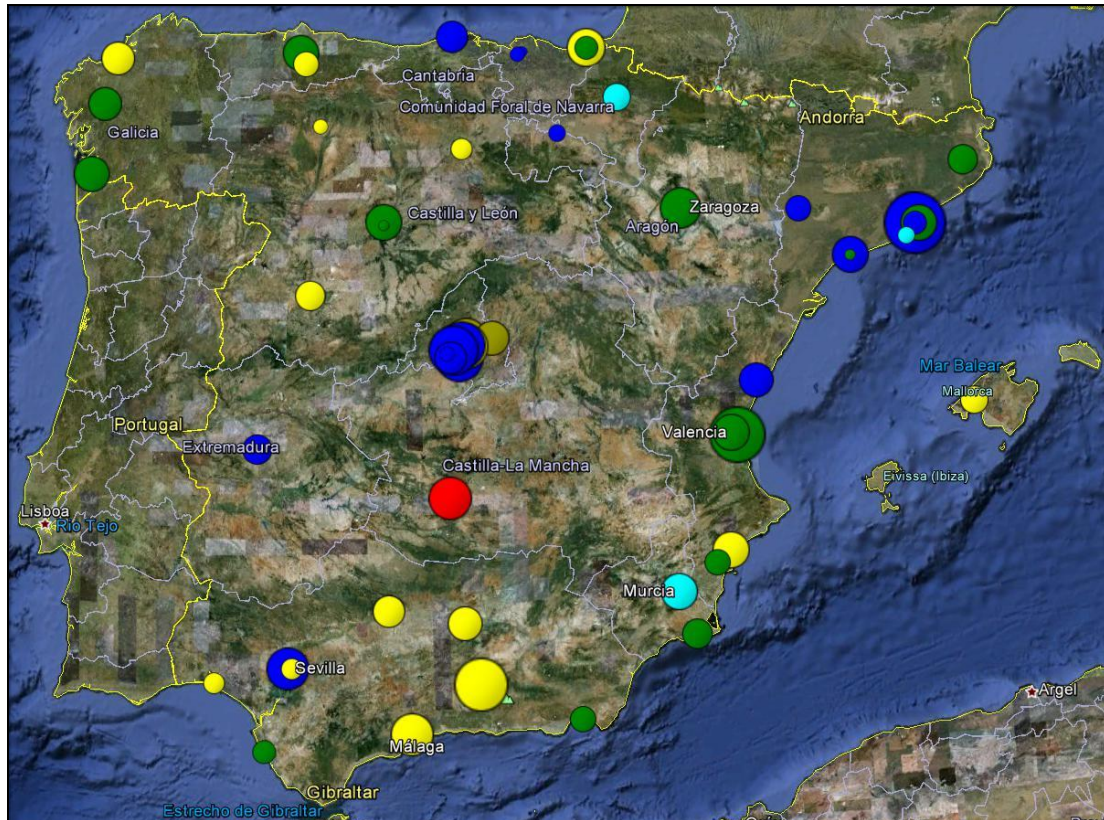


figura 3. Vista general de los datos globales con Google Earth (sin Canarias).



figura 4. Vista detallada de los datos de una organización con Google Earth.

5. Análisis por Especialidades

El campo de la Informática ha crecido tanto en amplitud que es necesario, cada vez más, realizar una cierta especialización. En el mundo de la investigación esta situación es, si cabe, todavía mayor. En apartados anteriores ya se han presentado algunas cifras globales de las siete categorías en que WOS especializa la Informática. A continuación se completan con la información detallada de los principales actores, a nivel de organizaciones, en cada una de ellas. Los porcentajes de artículos y citas de cada organización se refieren a los totales a nivel de España para cada categoría (mostrados en la tabla 11). En esta tabla también se indican los factores de impacto globales de cada especialidad, oscilando entre el máximo de 4'89 citas por artículo en Inteligencia Artificial y el mínimo de 2'56 en Ingeniería y Tecnología del Software. El factor H más alto corresponde a Inteligencia Artificial (33) mientras que el más bajo es el de Cibernética (14).

| Categoría de WOS | Artículos | Citas | FI | H |
|--|-----------|-------|------|----|
| Aplicaciones Interdisciplinares (API) | 2341 | 11407 | 4.87 | 31 |
| Cibernética (CIB) | 210 | 840 | 4.00 | 14 |
| Hardware y Arquitectura (HAR) | 646 | 1938 | 3.00 | 16 |
| Ingeniería y Tecnología del Software (SOF) | 1355 | 3468 | 2.56 | 17 |
| Inteligencia Artificial (INT) | 2274 | 11116 | 4.89 | 33 |
| Sistemas de Información (SIN) | 1435 | 5191 | 3.62 | 25 |
| Teoría y Métodos (TEO) | 2207 | 6489 | 2.94 | 22 |
| INFORMÁTICA (global) | 8395 | 32837 | 3.91 | 40 |

tabla 11. Cifras globales de las siete especialidades (categorías WOS).

En los siguientes subapartados se incluye información detallada para cada una de las siete categorías WOS o especialidades de la Informática. En la tabla 12 se muestra un resumen de las posiciones que ocupan, en el global de Informática y en cada especialidad, las 34 organizaciones que cuentan con más de 100 artículos en el periodo analizado. Se han marcado en negrita y fondo resaltado las tres primeras posiciones y solo en negrita los puestos del 4 al 10.

| Organización | GLOBAL | INT | CIB | HAR | API | SIN | SOF | TEO |
|-------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | 2 | 4 | 7 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| UNIV GRANADA | 3 | 1 | 2 | 10 | 3 | 2 | 7 | 5 |
| UNIV POLITECNICA DE MADRID | 4 | 5 | 9 | 8 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | 5 | 10 | 3 | 2 | 6 | 14 | 5 | 3 |
| UNIV CARLOS III DE MADRID | 6 | 6 | 18 | 3 | 9 | 3 | 12 | 7 |
| CSIC | 7 | 3 | 13 | 7 | 4 | 13 | 18 | 12 |
| UNIV SEVILLA | 8 | 16 | | 5 | 14 | 17 | 8 | 6 |
| UNIV CASTILLA-LA MANCHA | 9 | 15 | | 13 | 12 | 8 | 3 | 9 |
| UNIV MALAGA | 10 | 9 | 6 | 9 | 21 | 7 | 6 | 8 |
| UNIV AUTONOMA DE MADRID | 11 | 7 | 5 | 12 | 18 | 6 | 10 | 10 |
| UNIV ZARAGOZA | 12 | 25 | 15 | 16 | 10 | 9 | 11 | 15 |
| UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | 13 | 13 | | 32 | 19 | 16 | 22 | 13 |
| UNIV PAIS VASCO | 14 | 11 | 8 | 17 | 20 | 18 | 32 | 14 |
| UNIV POMPEU FABRA | 15 | 8 | 12 | 26 | 16 | 20 | 21 | 16 |
| UNIV VALENCIA | 16 | 19 | 11 | 28 | 7 | 33 | 23 | 32 |
| UNIV OVIEDO | 17 | 17 | | | 11 | 31 | 14 | 25 |

| Organización | GLOBAL | INT | CIB | HAR | API | SIN | SOF | TEO |
|--|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| UNIV BARCELONA | 18 | 20 | 10 | 38 | 8 | 25 | 27 | 28 |
| UNIV ROVIRA I VIRGILI | 19 | 29 | | 14 | 37 | 10 | 26 | 11 |
| UNIV ALICANTE | 20 | 22 | 1 | 42 | 25 | 12 | 13 | 18 |
| UNIV VIGO | 21 | 26 | | 36 | 13 | 19 | 9 | 20 |
| UNIV VALLADOLID | 22 | 23 | 16 | 30 | 17 | 15 | 25 | 17 |
| UNIV MURCIA | 23 | 31 | | 6 | 32 | 11 | 15 | 24 |
| UNIV ALCALA DE HENARES | 24 | 18 | | 22 | 29 | 23 | 19 | 23 |
| UNIV JAEN | 25 | 12 | | | 22 | 22 | 28 | 34 |
| UNIV A CORUÑA | 26 | 27 | | 35 | 28 | 21 | 16 | 26 |
| UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | 27 | 24 | | 23 | 15 | 30 | 34 | 36 |
| UNIV JAUME I | 28 | 28 | 17 | 34 | 39 | 24 | 24 | 19 |
| UNIV REY JUAN CARLOS | 29 | 30 | | 20 | 36 | 28 | 20 | 21 |
| UNIV CANTABRIA | 30 | 50 | | 18 | 24 | 38 | 38 | 22 |
| UNIV CORDOBA | 31 | 14 | | 40 | 26 | 43 | 39 | 31 |
| UNIV GIRONA | 32 | 37 | | 41 | 33 | 36 | 17 | 30 |
| UNIV SALAMANCA | 33 | 32 | | | 31 | 35 | 30 | 29 |
| UNIV NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA | 34 | 21 | | | 27 | 49 | 40 | 39 |

tabla 12. Posiciones de las organizaciones según el número de artículos.

5.1 Aplicaciones Interdisciplinares

Ésta categoría es definida por WOS como ‘la aplicación de la tecnología y métodos informáticos a otras disciplinas, tales como gestión de la información, ingeniería, biología, medicina, estudios medioambientales, ciencias de la tierra, artes y humanidades, agricultura, química y física’. Un total de 59 organizaciones cuentan con al menos 5 artículos en esta especialidad. En la tabla 13 se muestran las 37 entidades (35 universidades públicas, una universidad privada y un centro público) que tienen autores en más del 1% de los artículos.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|-------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 255 | 932 | 3.65 | 14 | 0.750 | 10.89 | 8.17 |
| 2 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 213 | 951 | 4.46 | 13 | 0.916 | 9.10 | 8.34 |
| 3 | UNIV GRANADA | U | 143 | 772 | 5.40 | 14 | 1.108 | 6.11 | 6.77 |
| 4 | CSIC | C | 132 | 832 | 6.30 | 14 | 1.294 | 5.64 | 7.29 |
| 5 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 124 | 615 | 4.96 | 11 | 1.018 | 5.30 | 5.39 |
| 6 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 100 | 396 | 3.96 | 11 | 0.813 | 4.27 | 3.47 |
| 7 | UNIV VALENCIA | U | 96 | 507 | 5.28 | 12 | 1.084 | 4.10 | 4.44 |
| 8 | UNIV BARCELONA | U | 91 | 1267 | 13.92 | 13 | 2.857 | 3.89 | 11.11 |
| 9 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 90 | 303 | 3.37 | 8 | 0.691 | 3.84 | 2.66 |
| 10 | UNIV ZARAGOZA | U | 79 | 461 | 5.84 | 12 | 1.198 | 3.37 | 4.04 |
| 11 | UNIV OVIEDO | U | 76 | 395 | 5.20 | 10 | 1.067 | 3.25 | 3.46 |
| 12 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 73 | 295 | 4.04 | 10 | 0.829 | 3.12 | 2.59 |
| 13 | UNIV VIGO | U | 68 | 278 | 4.09 | 6 | 0.839 | 2.90 | 2.44 |
| 14 | UNIV SEVILLA | U | 65 | 232 | 3.57 | 7 | 0.732 | 2.78 | 2.03 |
| 15 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 62 | 521 | 8.40 | 14 | 1.725 | 2.65 | 4.57 |
| 16 | UNIV POMPEU FABRA | U | 62 | 504 | 8.13 | 12 | 1.668 | 2.65 | 4.42 |
| 17 | UNIV VALLADOLID | U | 60 | 219 | 3.65 | 8 | 0.749 | 2.56 | 1.92 |
| 18 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 57 | 269 | 4.72 | 9 | 0.969 | 2.43 | 2.36 |
| 19 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 55 | 372 | 6.76 | 8 | 1.388 | 2.35 | 3.26 |
| 20 | UNIV PAIS VASCO | U | 53 | 174 | 3.28 | 6 | 0.674 | 2.26 | 1.53 |
| 21 | UNIV MALAGA | U | 52 | 237 | 4.56 | 9 | 0.935 | 2.22 | 2.08 |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|--|------|--------|-------|------|---|-------|---------|--------|
| 22 | UNIV JAEN | U | 45 | 270 | 6.00 | 7 | 1.231 | 1.92 | 2.37 |
| 23 | UNIV LA LAGUNA | U | 43 | 149 | 3.47 | 6 | 0.711 | 1.84 | 1.31 |
| 24 | UNIV CANTABRIA | U | 41 | 120 | 2.93 | 6 | 0.601 | 1.75 | 1.05 |
| 25 | UNIV ALICANTE | U | 39 | 170 | 4.36 | 6 | 0.895 | 1.67 | 1.49 |
| 26 | UNIV CORDOBA | U | 38 | 249 | 6.55 | 6 | 1.345 | 1.62 | 2.18 |
| 27 | UNIV NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA | U | 36 | 170 | 4.72 | 7 | 0.969 | 1.54 | 1.49 |
| 28 | UNIV A CORUÑA | U | 36 | 88 | 2.44 | 5 | 0.502 | 1.54 | 0.77 |
| 29 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 34 | 132 | 3.88 | 6 | 0.797 | 1.45 | 1.16 |
| 30 | UNIV POLITECNICA DE CARTAGENA | U | 34 | 80 | 2.35 | 5 | 0.483 | 1.45 | 0.70 |
| 31 | UNIV SALAMANCA | U | 33 | 119 | 3.61 | 6 | 0.740 | 1.41 | 1.04 |
| 32 | UNIV MURCIA | U | 32 | 117 | 3.66 | 7 | 0.750 | 1.37 | 1.03 |
| 33 | UNIV GIRONA | U | 31 | 222 | 7.16 | 8 | 1.470 | 1.32 | 1.95 |
| 34 | UNIV EXTREMADURA | U | 30 | 153 | 5.10 | 7 | 1.047 | 1.28 | 1.34 |
| 35 | UNIV NAVARRA | Up | 26 | 130 | 5.00 | 6 | 1.026 | 1.11 | 1.14 |
| 36 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 25 | 117 | 4.68 | 6 | 0.960 | 1.07 | 1.03 |
| 37 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 24 | 165 | 6.88 | 7 | 1.411 | 1.03 | 1.45 |

tabla 13. Cifras de las principales organizaciones (Aplicaciones Interdisciplinares).

Las tres primeras posiciones en número de artículos están ocupadas por las universidades Politécnica de Valencia (10'89%), Politécnica de Catalunya (9'10%) y Granada (6'11%). Hasta 6 organizaciones cuentan con más de un centenar de artículos. En términos de citas la primera posición la ocupa la Universidad de Barcelona (11'11%), seguida de Politécnica de Catalunya (8'34%) y Politécnica de Valencia (8'17%). Los factores de impacto más elevados, por encima del doble de la media española, corresponden a las universidades de Barcelona (13'92 citas por artículo), Santiago de Compostela (8'40) y Pompeu Fabra de Barcelona (8'13). Por último, los índices H más altos, todos con 14, corresponden a las universidades Politécnica de Valencia, Granada y Santiago de Compostela, junto con el CSIC.

Al igual que para las demás categorías, en la web que complementa este artículo se encuentran las tablas completas con todas las organizaciones con más de 5 artículos, así como archivos KMZ para poder consultar los datos en forma de mapas en Google Earth.

5.2 Cibernética

Esta categoría es la de menor producción científica en consonancia, seguramente, con el menor número de investigadores dedicados a ella. WOS la define como el estudio del “control y flujos de información internos y entre sistemas artificiales (máquinas) y biológicos”, estando fuertemente relacionada con las categorías de inteligencia artificial, automática y control, y robótica. Una veintena de organizaciones españolas (17 universidades públicas y 3 centros públicos) se incluyen en la tabla 14, al contar con al menos 5 artículos en esta categoría. Además del CSIC, los otros dos centros públicos son el ICREA (Institut Catalana de Recerca i Estudis Avançats) y el CVC (Centre de Visió per Computador) adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|------|---|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV ALICANTE | U | 27 | 19 | 0.70 | 3 | 0.176 | 12.86 | 2.26 |
| 2 | UNIV GRANADA | U | 17 | 124 | 7.29 | 5 | 1.824 | 8.10 | 14.76 |
| 3 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 17 | 29 | 1.71 | 4 | 0.426 | 8.10 | 3.45 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 16 | 80 | 5.00 | 6 | 1.250 | 7.62 | 9.52 |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|------------------------------|------|--------|-------|------|---|-------|---------|--------|
| 5 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 11 | 78 | 7.09 | 5 | 1.773 | 5.24 | 9.29 |
| 6 | UNIV MALAGA | U | 11 | 65 | 5.91 | 5 | 1.477 | 5.24 | 7.74 |
| 7 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 9 | 79 | 8.78 | 4 | 2.194 | 4.29 | 9.40 |
| 8 | UNIV PAIS VASCO | U | 9 | 45 | 5.00 | 3 | 1.250 | 4.29 | 5.36 |
| 9 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 9 | 22 | 2.44 | 3 | 0.611 | 4.29 | 2.62 |
| 10 | UNIV BARCELONA | U | 8 | 24 | 3.00 | 3 | 0.750 | 3.81 | 2.86 |
| 11 | UNIV VALENCIA | U | 8 | 16 | 2.00 | 2 | 0.500 | 3.81 | 1.90 |
| 12 | UNIV POMPEU FABRA | U | 7 | 28 | 4.00 | 3 | 1.000 | 3.33 | 3.33 |
| 13 | CSIC | C | 7 | 11 | 1.57 | 2 | 0.393 | 3.33 | 1.31 |
| 14 | ICREA | C | 6 | 27 | 4.50 | 3 | 1.125 | 2.86 | 3.21 |
| 15 | UNIV ZARAGOZA | U | 6 | 13 | 2.17 | 2 | 0.542 | 2.86 | 1.55 |
| 16 | UNIV VALLADOLID | U | 5 | 32 | 6.40 | 2 | 1.600 | 2.38 | 3.81 |
| 17 | UNIV JAUME I | U | 5 | 27 | 5.40 | 3 | 1.350 | 2.38 | 3.21 |
| 18 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 5 | 22 | 4.40 | 3 | 1.100 | 2.38 | 2.62 |
| 19 | CVC (UAB) | C | 5 | 10 | 2.00 | 1 | 0.500 | 2.38 | 1.19 |
| 20 | UNIV ALMERIA | U | 5 | 2 | 0.40 | 1 | 0.100 | 2.38 | 0.24 |

tabla 14. Cifras de las principales organizaciones (Cibernética).

Por número de artículos las primeras instituciones son las universidades de Alicante (12'86%), Granada (8'10%) y Complutense (8'10%). En orden descendente de citas los tres primeros puestos los ocupan las universidades de Granada (14'76%), Politécnica de Catalunya (9'52%) y Politécnica de Valencia (9'40%).

El factor de impacto más alto, y único que supera el doble de la media española, es el de la Universidad Politécnica de Valencia (8'78), si bien, debe tenerse en cuenta que al tratarse de una especialidad con un número bajo de artículos se pueden producir fluctuaciones importantes de carácter puntual (debidas, por ejemplo, a un único artículo). El índice H más alto corresponde a la Universidad Politécnica de Catalunya (H=6).

5.3 Hardware y Arquitectura

Esta categoría engloba, según WOS, las publicaciones sobre “componentes físicos de un sistema informático: placas principal y lógica, buses internos e interfaces, memoria estática y dinámica, unidades y medios para almacenamiento, fuentes de energía, unidades de entrada y salida, interfaces de red, y hardware de red tales como routers y pasarelas (Bridges). También incluye la arquitectura de unidades informáticas, tales como diseños SPARC, RISC o CISC; o arquitecturas informáticas escalables, paralelas y multi-procesador“.

La tabla 15 contiene los datos de producción científica e impacto de las 36 organizaciones (31 universidades públicas, 4 centros públicos y 1 empresa) con al menos un 1% de los 646 artículos (ver tabla 11) con algún autor español. Otras 6 organizaciones alcanzan los 5 artículos pero no se incluyen al no suponer el 1%. Los cuatro centros públicos son el CSIC, el ‘Barcelona Supercomputing Center’ – Centro Nacional de Supercomputación (adscrito a la Universidad Politécnica de Catalunya), CTTC (Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya) en Barcelona y IMDEA (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados) – Networks, en Leganés (Madrid). La única empresa es Telefónica I+D.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|---------------------------------|------|--------|-------|------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 135 | 501 | 3.71 | 11 | 1.237 | 20.90 | 25.85 |
| 2 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 55 | 194 | 3.53 | 9 | 1.176 | 8.51 | 10.01 |
| 3 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 52 | 169 | 3.25 | 7 | 1.083 | 8.05 | 8.72 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 50 | 172 | 3.44 | 8 | 1.147 | 7.74 | 8.88 |
| 5 | UNIV SEVILLA | U | 36 | 105 | 2.92 | 6 | 0.972 | 5.57 | 5.42 |
| 6 | UNIV MURCIA | U | 29 | 32 | 1.10 | 3 | 0.368 | 4.49 | 1.65 |
| 7 | CSIC | C | 26 | 128 | 4.92 | 6 | 1.641 | 4.02 | 6.60 |
| 8 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 25 | 62 | 2.48 | 4 | 0.827 | 3.87 | 3.20 |
| 9 | UNIV MALAGA | U | 23 | 99 | 4.30 | 5 | 1.435 | 3.56 | 5.11 |
| 10 | UNIV GRANADA | U | 19 | 81 | 4.26 | 5 | 1.421 | 2.94 | 4.18 |
| 11 | BSC-CNS (UPC) | C | 17 | 74 | 4.35 | 5 | 1.451 | 2.63 | 3.82 |
| 12 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 17 | 24 | 1.41 | 3 | 0.471 | 2.63 | 1.24 |
| 13 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 16 | 71 | 4.44 | 6 | 1.479 | 2.48 | 3.66 |
| 14 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 15 | 56 | 3.73 | 4 | 1.244 | 2.32 | 2.89 |
| 15 | UNIV EXTREMADURA | U | 13 | 43 | 3.31 | 4 | 1.103 | 2.01 | 2.22 |
| 16 | UNIV ZARAGOZA | U | 13 | 29 | 2.23 | 3 | 0.744 | 2.01 | 1.50 |
| 17 | UNIV PAIS VASCO | U | 11 | 52 | 4.73 | 4 | 1.576 | 1.70 | 2.68 |
| 18 | UNIV CANTABRIA | U | 11 | 24 | 2.18 | 3 | 0.727 | 1.70 | 1.24 |
| 19 | CTTC | C | 11 | 22 | 2.00 | 3 | 0.667 | 1.70 | 1.14 |
| 20 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 11 | 12 | 1.09 | 2 | 0.364 | 1.70 | 0.62 |
| 21 | UNIV LA LAGUNA | U | 10 | 43 | 4.30 | 5 | 1.433 | 1.55 | 2.22 |
| 22 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 10 | 20 | 2.00 | 2 | 0.667 | 1.55 | 1.03 |
| 23 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 10 | 18 | 1.80 | 3 | 0.600 | 1.55 | 0.93 |
| 24 | UNIV LAS PALMAS DE GRAN CANARIA | U | 10 | 16 | 1.60 | 2 | 0.533 | 1.55 | 0.83 |
| 25 | TELEFONICA ID | E | 9 | 20 | 2.22 | 3 | 0.741 | 1.39 | 1.03 |
| 26 | UNIV POMPEU FABRA | U | 9 | 14 | 1.56 | 2 | 0.519 | 1.39 | 0.72 |
| 27 | UNIV MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE | U | 9 | 13 | 1.44 | 3 | 0.481 | 1.39 | 0.67 |
| 28 | UNIV VALENCIA | U | 8 | 38 | 4.75 | 3 | 1.583 | 1.24 | 1.96 |
| 29 | UNIV POLITECNICA DE CARTAGENA | U | 8 | 31 | 3.88 | 3 | 1.292 | 1.24 | 1.60 |
| 30 | UNIV VALLADOLID | U | 8 | 21 | 2.63 | 2 | 0.875 | 1.24 | 1.08 |
| 31 | UNIV ILLES BALEARS | U | 8 | 13 | 1.63 | 2 | 0.542 | 1.24 | 0.67 |
| 32 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 7 | 16 | 2.29 | 3 | 0.762 | 1.08 | 0.83 |
| 33 | IMDEA NETWORKS | C | 7 | 8 | 1.14 | 1 | 0.381 | 1.08 | 0.41 |
| 34 | UNIV JAUME I | U | 7 | 8 | 1.14 | 2 | 0.381 | 1.08 | 0.41 |
| 35 | UNIV A CORUÑA | U | 7 | 6 | 0.86 | 1 | 0.286 | 1.08 | 0.31 |
| 36 | UNIV VIGO | U | 7 | 6 | 0.86 | 1 | 0.286 | 1.08 | 0.31 |

tabla 15. Cifras de las principales organizaciones (Hardware y Arquitectura).

En esta categoría existe un importante liderazgo por parte de la Universidad Politécnica de Catalunya (20'90% de los artículos y 25'85% de las citas), siendo la única que supera el centenar de artículos, siguiéndole de lejos las universidades Complutense (8'51%) y Carlos III de Madrid (8'05%). Por citas, sus seguidores son la Complutense (10'01%) y la Politécnica de Valencia (8'88%).

Los factores de impacto más altos, pero sin doblar la media estatal, corresponden al CSIC (4'92 citas por artículo) y a las universidades de Valencia (4'75) y País Vasco (4'73). Los índices H más altos los ostentan las universidades Politécnica de Catalunya (11), Complutense (9) y Politécnica de Valencia (8).

5.4 Ingeniería y Tecnología del Software

WOS establece esta categoría como la relacionada con “los programas, rutinas y lenguajes simbólicos que controlan el funcionamiento del hardware y dirigen su funcionamiento. También cubre los gráficos por computador, procesamiento de señal digital y lenguajes de programación”. Esta definición es anticuada o, al menos, incompleta, en el sentido de que no refleja adecuadamente el conjunto de revistas que incluye, dedicadas en un porcentaje importante a lo que da nombre en inglés a la categoría (*Software Engineering*).

Hay 51 organizaciones que cumplen el requisito de tener 5 o más artículos publicados en el periodo 2006-2010. De ellas, en la tabla 16 se incluyen los datos de las 37 (34 universidades públicas, una privada y 2 centros públicos) que superan el 1% de los artículos. Los dos centros públicos son el CSIC y el BSC de Barcelona. La única universidad privada es la Oberta de Catalunya.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|---------------------------------|------|--------|-------|-------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 138 | 423 | 3.07 | 10 | 1.198 | 10.18 | 12.20 |
| 2 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 129 | 254 | 1.97 | 7 | 0.769 | 9.52 | 7.32 |
| 3 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 104 | 309 | 2.97 | 8 | 1.161 | 7.68 | 8.91 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 82 | 225 | 2.74 | 7 | 1.072 | 6.05 | 6.49 |
| 5 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 73 | 213 | 2.92 | 8 | 1.140 | 5.39 | 6.14 |
| 6 | UNIV MALAGA | U | 66 | 192 | 2.91 | 7 | 1.137 | 4.87 | 5.54 |
| 7 | UNIV GRANADA | U | 53 | 122 | 2.30 | 6 | 0.899 | 3.91 | 3.52 |
| 8 | UNIV SEVILLA | U | 52 | 212 | 4.08 | 6 | 1.593 | 3.84 | 6.11 |
| 9 | UNIV VIGO | U | 50 | 85 | 1.70 | 5 | 0.664 | 3.69 | 2.45 |
| 10 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 46 | 106 | 2.30 | 6 | 0.900 | 3.39 | 3.06 |
| 11 | UNIV ZARAGOZA | U | 46 | 96 | 2.09 | 5 | 0.815 | 3.39 | 2.77 |
| 12 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 45 | 117 | 2.60 | 6 | 1.016 | 3.32 | 3.37 |
| 13 | UNIV ALICANTE | U | 38 | 72 | 1.89 | 5 | 0.740 | 2.80 | 2.08 |
| 14 | UNIV OVIEDO | U | 34 | 64 | 1.88 | 4 | 0.735 | 2.51 | 1.85 |
| 15 | UNIV MURCIA | U | 32 | 74 | 2.31 | 4 | 0.904 | 2.36 | 2.13 |
| 16 | UNIV A CORUÑA | U | 31 | 43 | 1.39 | 3 | 0.542 | 2.29 | 1.24 |
| 17 | UNIV GIRONA | U | 30 | 131 | 4.37 | 7 | 1.706 | 2.21 | 3.78 |
| 18 | CSIC | C | 30 | 72 | 2.40 | 4 | 0.938 | 2.21 | 2.08 |
| 19 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 30 | 36 | 1.20 | 3 | 0.469 | 2.21 | 1.04 |
| 20 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 29 | 54 | 1.86 | 5 | 0.728 | 2.14 | 1.56 |
| 21 | UNIV POMPEU FABRA | U | 26 | 68 | 2.62 | 5 | 1.022 | 1.92 | 1.96 |
| 22 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 25 | 54 | 2.16 | 4 | 0.844 | 1.85 | 1.56 |
| 23 | UNIV VALENCIA | U | 24 | 62 | 2.58 | 4 | 1.009 | 1.77 | 1.79 |
| 24 | UNIV JAUME I | U | 24 | 56 | 2.33 | 4 | 0.912 | 1.77 | 1.61 |
| 25 | UNIV VALLADOLID | U | 22 | 76 | 3.45 | 5 | 1.350 | 1.62 | 2.19 |
| 26 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 21 | 134 | 6.38 | 4 | 2.493 | 1.55 | 3.86 |
| 27 | UNIV BARCELONA | U | 21 | 42 | 2.00 | 4 | 0.781 | 1.55 | 1.21 |
| 28 | UNIV JAEN | U | 19 | 24 | 1.26 | 3 | 0.494 | 1.40 | 0.69 |
| 29 | BSC-CNS (UPC) | C | 17 | 42 | 2.47 | 3 | 0.965 | 1.25 | 1.21 |
| 30 | UNIV SALAMANCA | U | 17 | 35 | 2.06 | 3 | 0.804 | 1.25 | 1.01 |
| 31 | UNIV LA LAGUNA | U | 17 | 33 | 1.94 | 3 | 0.758 | 1.25 | 0.95 |
| 32 | UNIV PAIS VASCO | U | 17 | 32 | 1.88 | 3 | 0.735 | 1.25 | 0.92 |
| 33 | UNIV LLEIDA | U | 16 | 21 | 1.31 | 3 | 0.513 | 1.18 | 0.61 |
| 34 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 14 | 144 | 10.29 | 4 | 4.019 | 1.03 | 4.15 |
| 35 | UNIV LAS PALMAS DE GRAN CANARIA | U | 14 | 54 | 3.86 | 4 | 1.507 | 1.03 | 1.56 |
| 36 | UNIV EXTREMADURA | U | 14 | 34 | 2.43 | 3 | 0.949 | 1.03 | 0.98 |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|--------------------------|------|--------|-------|------|---|-------|---------|--------|
| 37 | UNIV OBERTA DE CATALUNYA | U | 14 | 22 | 1.57 | 2 | 0.614 | 1.03 | 0.63 |

tabla 16. Cifras de las principales organizaciones (Ingeniería y Tecnología del Software).

En la tabla 16 se muestra que, por número de artículos, las tres primeras instituciones, y las únicas que superan el centenar, son las universidades Politécnica de Catalunya (10'18%), Politécnica de Valencia (9'52%) y Castilla-La Mancha (7'68%). En base al impacto medido por el número de citas, también lideran el ranking las mismas tres universidades pero con cambio en el orden: Politécnica de Catalunya (12'20%), Castilla-La Mancha (8'91%) y Politécnica de Valencia (7'32%).

Los factores de impacto más elevados corresponden a las universidades de Santiago de Compostela (10'29 citas por artículo) y Rovira i Virgili de Tarragona (6'38), ambas superando el doble de la media estatal. Los índices H más elevados corresponden a las universidades Politécnica de Catalunya (10), Castilla-La Mancha (8) y Complutense (8).

En algunos casos, como esta categoría, pueden resultar llamativas las importantes diferencias en el factor de impacto entre unas organizaciones y otras. Obviamente, en entidades con un bajo número de artículos es más fácil que se produzcan desviaciones grandes respecto de la media. En estos casos puede influir mucho la temática de unos pocos artículos publicados en revistas compartidas con otras disciplinas y que suelen tener cifras bastante más altas de citas y de impacto. Ejemplo de ello es que los tres artículos más citados, entre los más de 8300 del global de Informática correspondientes al quinquenio 2006-2010, están publicados en la revista '*Bioinformatics*', y el primero cuenta con 646 citas, un impacto 'astronómico' para lo habitual en Informática (solo 242 artículos, el 2'9%, tienen 20 o más citas).

5.5 Inteligencia Artificial

Según WOS, esta categoría "se centra en la investigación y técnicas para crear máquinas que intentan, de forma eficiente, razonar, resolver problemas, usar representaciones del conocimiento, y realizar análisis de información contradictoria o ambigua. Incluye tecnologías de inteligencia artificial como sistemas expertos, sistemas difusos, procesamiento del lenguaje natural, reconocimiento del habla, reconocimiento de patrones, visión por computador, sistemas de soporte a la decisión, bases de conocimiento, y redes neuronales".

Un total de 58 organizaciones españolas alcanzan la cifra de 5 artículos en esta categoría. De ellas, en la tabla 17 se muestran las 36 que superan el 1% del total de artículos. Todas son universidades públicas salvo los centros públicos CSIC y '*European Center for Soft Computing*' de Mieres (Asturias).

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV GRANADA | U | 240 | 1954 | 8.14 | 22 | 1.666 | 10.55 | 17.58 |
| 2 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 149 | 620 | 4.16 | 13 | 0.851 | 6.55 | 5.58 |
| 3 | CSIC | C | 136 | 711 | 5.23 | 15 | 1.069 | 5.98 | 6.40 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 131 | 704 | 5.37 | 14 | 1.099 | 5.76 | 6.33 |
| 5 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 119 | 344 | 2.89 | 9 | 0.591 | 5.23 | 3.09 |
| 6 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 99 | 292 | 2.95 | 9 | 0.603 | 4.35 | 2.63 |
| 7 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 90 | 488 | 5.42 | 11 | 1.109 | 3.96 | 4.39 |
| 8 | UNIV POMPEU FABRA | U | 89 | 546 | 6.13 | 13 | 1.255 | 3.91 | 4.91 |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|--|------|--------|-------|-------|----|-------|---------|--------|
| 9 | UNIV MALAGA | U | 89 | 305 | 3.43 | 9 | 0.701 | 3.91 | 2.74 |
| 10 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 85 | 300 | 3.53 | 9 | 0.722 | 3.74 | 2.70 |
| 11 | UNIV PAIS VASCO | U | 78 | 308 | 3.95 | 9 | 0.808 | 3.43 | 2.77 |
| 12 | UNIV JAEN | U | 75 | 691 | 9.21 | 14 | 1.885 | 3.30 | 6.22 |
| 13 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 67 | 323 | 4.82 | 11 | 0.986 | 2.95 | 2.91 |
| 14 | UNIV CORDOBA | U | 66 | 578 | 8.76 | 13 | 1.792 | 2.90 | 5.20 |
| 15 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 66 | 337 | 5.11 | 11 | 1.045 | 2.90 | 3.03 |
| 16 | UNIV SEVILLA | U | 65 | 261 | 4.02 | 10 | 0.821 | 2.86 | 2.35 |
| 17 | UNIV OVIEDO | U | 64 | 451 | 7.05 | 12 | 1.442 | 2.81 | 4.06 |
| 18 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 58 | 147 | 2.53 | 5 | 0.518 | 2.55 | 1.32 |
| 19 | UNIV VALENCIA | U | 56 | 412 | 7.36 | 13 | 1.505 | 2.46 | 3.71 |
| 20 | UNIV BARCELONA | U | 53 | 268 | 5.06 | 9 | 1.034 | 2.33 | 2.41 |
| 21 | UNIV NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA | U | 52 | 211 | 4.06 | 7 | 0.830 | 2.29 | 1.90 |
| 22 | UNIV ALICANTE | U | 50 | 246 | 4.92 | 9 | 1.006 | 2.20 | 2.21 |
| 23 | UNIV VALLADOLID | U | 48 | 347 | 7.23 | 10 | 1.479 | 2.11 | 3.12 |
| 24 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 46 | 189 | 4.11 | 8 | 0.841 | 2.02 | 1.70 |
| 25 | UNIV ZARAGOZA | U | 45 | 232 | 5.16 | 8 | 1.055 | 1.98 | 2.09 |
| 26 | UNIV VIGO | U | 44 | 179 | 4.07 | 8 | 0.832 | 1.93 | 1.61 |
| 27 | UNIV A CORUÑA | U | 43 | 112 | 2.60 | 6 | 0.533 | 1.89 | 1.01 |
| 28 | UNIV JAUME I | U | 39 | 275 | 7.05 | 10 | 1.442 | 1.72 | 2.47 |
| 29 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 37 | 171 | 4.62 | 8 | 0.945 | 1.63 | 1.54 |
| 30 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 37 | 155 | 4.19 | 7 | 0.857 | 1.63 | 1.39 |
| 31 | UNIV MURCIA | U | 37 | 141 | 3.81 | 7 | 0.780 | 1.63 | 1.27 |
| 32 | UNIV SALAMANCA | U | 36 | 253 | 7.03 | 10 | 1.438 | 1.58 | 2.28 |
| 33 | EUROPEAN CTR SOFT COMPUTING | C | 35 | 138 | 3.94 | 6 | 0.807 | 1.54 | 1.24 |
| 34 | UNIV POLITECNICA DE CARTAGENA | U | 34 | 76 | 2.24 | 4 | 0.457 | 1.50 | 0.68 |
| 35 | UNIV BURGOS | U | 23 | 244 | 10.61 | 8 | 2.170 | 1.01 | 2.20 |
| 36 | UNIV ILLES BALEARS | U | 23 | 160 | 6.96 | 7 | 1.423 | 1.01 | 1.44 |

tabla 17. Cifras de las principales organizaciones (Inteligencia Artificial).

Por cifras de artículos, la lista la encabezan las universidades de Granada (10'55%) y Politécnica de Catalunya (6'55), seguidas del CSIC (5'98%). Otras dos universidades, las politécnicas de Valencia y de Madrid, superan el centenar de artículos. La Universidad de Granada también encabeza, de manera muy destacada, el ranking por número de citas con el 17'58%. Le siguen a distancia el CSIC (6'40%) y la Universidad Politécnica de Valencia (6'33%).

Sólo la Universidad de Burgos con 10'61 citas por artículo, supera el doble del factor de impacto medio estatal, si bien sobre un número bajo de artículos. Las organizaciones con valores más altos del índice H son la Universidad de Granada (22), el CSIC (15) y las universidades de Jaén y Politécnica de Valencia, ambas con H=14.

5.6 Sistemas de Información

En esta categoría de WOS se engloban las revistas orientadas hacia 'la adquisición, procesamiento, almacenamiento, gestión y diseminación de información electrónica manejable por humanos, por máquinas o por ambos. También incluye algunas revistas

sobre sistemas de información para: telecomunicaciones, medicina, procesamiento de datos químicos, geografía y biblioteconomía”.

De un total de 54 organizaciones con 5 o más artículos, la tabla 18 muestra los datos para las 38 organizaciones que suponen más del 1% del total estatal. En esta lista se incluyen 5 organizaciones que no son universidades públicas: los centros públicos CSIC y CTTC (Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya), la privada Universidad Oberta de Catalunya, la empresa Telefonica I+D y el centro privado de Yahoo Research en Barcelona.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 176 | 522 | 2.97 | 11 | 0.820 | 12.26 | 10.06 |
| 2 | UNIV GRANADA | U | 88 | 450 | 5.11 | 12 | 1.414 | 6.13 | 8.67 |
| 3 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 87 | 210 | 2.41 | 7 | 0.667 | 6.06 | 4.05 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 84 | 198 | 2.36 | 7 | 0.652 | 5.85 | 3.81 |
| 5 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 81 | 259 | 3.20 | 8 | 0.884 | 5.64 | 4.99 |
| 6 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 61 | 226 | 3.70 | 7 | 1.024 | 4.25 | 4.35 |
| 7 | UNIV MALAGA | U | 57 | 252 | 4.42 | 8 | 1.222 | 3.97 | 4.85 |
| 8 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 55 | 235 | 4.27 | 9 | 1.181 | 3.83 | 4.53 |
| 9 | UNIV ZARAGOZA | U | 49 | 176 | 3.59 | 8 | 0.993 | 3.41 | 3.39 |
| 10 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 48 | 193 | 4.02 | 8 | 1.112 | 3.34 | 3.72 |
| 11 | UNIV MURCIA | U | 45 | 85 | 1.89 | 5 | 0.522 | 3.14 | 1.64 |
| 12 | UNIV ALICANTE | U | 39 | 224 | 5.74 | 8 | 1.588 | 2.72 | 4.32 |
| 13 | CSIC | C | 39 | 204 | 5.23 | 8 | 1.446 | 2.72 | 3.93 |
| 14 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 39 | 133 | 3.41 | 6 | 0.943 | 2.72 | 2.56 |
| 15 | UNIV VALLADOLID | U | 37 | 142 | 3.84 | 7 | 1.061 | 2.58 | 2.74 |
| 16 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 36 | 82 | 2.28 | 5 | 0.630 | 2.51 | 1.58 |
| 17 | UNIV SEVILLA | U | 35 | 128 | 3.66 | 7 | 1.011 | 2.44 | 2.47 |
| 18 | UNIV PAIS VASCO | U | 29 | 75 | 2.59 | 5 | 0.715 | 2.02 | 1.44 |
| 19 | UNIV VIGO | U | 29 | 72 | 2.48 | 4 | 0.686 | 2.02 | 1.39 |
| 20 | UNIV POMPEU FABRA | U | 28 | 182 | 6.50 | 8 | 1.797 | 1.95 | 3.51 |
| 21 | UNIV A CORUÑA | U | 28 | 52 | 1.86 | 4 | 0.513 | 1.95 | 1.00 |
| 22 | UNIV JAEN | U | 25 | 131 | 5.24 | 6 | 1.449 | 1.74 | 2.52 |
| 23 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 24 | 64 | 2.67 | 4 | 0.737 | 1.67 | 1.23 |
| 24 | UNIV JAUME I | U | 24 | 63 | 2.63 | 5 | 0.726 | 1.67 | 1.21 |
| 25 | UNIV BARCELONA | U | 22 | 210 | 9.55 | 7 | 2.639 | 1.53 | 4.05 |
| 26 | TELEFONICA ID | E | 22 | 96 | 4.36 | 4 | 1.206 | 1.53 | 1.85 |
| 27 | UNIV PUBLICA DE NAVARRA | U | 22 | 92 | 4.18 | 4 | 1.156 | 1.53 | 1.77 |
| 28 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 22 | 74 | 3.36 | 5 | 0.930 | 1.53 | 1.43 |
| 29 | UNIV EXTREMADURA | U | 22 | 55 | 2.50 | 4 | 0.691 | 1.53 | 1.06 |
| 30 | UNIV SANTIAGO DE COMPOSTELA | U | 21 | 107 | 5.10 | 6 | 1.409 | 1.46 | 2.06 |
| 31 | UNIV OVIEDO | U | 21 | 62 | 2.95 | 5 | 0.816 | 1.46 | 1.19 |
| 32 | YAHOO RESEARCH BARCELONA | E | 21 | 43 | 2.05 | 4 | 0.566 | 1.46 | 0.83 |
| 33 | UNIV VALENCIA | U | 19 | 68 | 3.58 | 4 | 0.989 | 1.32 | 1.31 |
| 34 | CTTC | C | 18 | 45 | 2.50 | 4 | 0.691 | 1.25 | 0.87 |
| 35 | UNIV SALAMANCA | U | 17 | 98 | 5.76 | 6 | 1.594 | 1.18 | 1.89 |
| 36 | UNIV GIRONA | U | 17 | 82 | 4.82 | 6 | 1.333 | 1.18 | 1.58 |
| 37 | UNIV OBERTA DE CATALUNYA | U | 16 | 43 | 2.69 | 3 | 0.743 | 1.11 | 0.83 |
| 38 | UNIV CANTABRIA | U | 15 | 40 | 2.67 | 5 | 0.737 | 1.05 | 0.77 |

tabla 18. Cifras de las principales organizaciones (Sistemas de Información).

En esta categoría la lidera de manera holgada la Universidad Politécnica de Catalunya con el 12'26% de los artículos, seguida por las también universidades de Granada (6'13%) y Carlos III de Madrid (6'06%). Los tres primeros puestos por citas los ocupan las universidades Politécnica de Catalunya (10'06%), Granada (8'67%) y Politécnica de Madrid (4'99%).

La Universidad de Barcelona es la única que supera en más del doble, con 9'55 citas por artículo, el factor de impacto medio estatal. Los índices H más elevados corresponden a las universidades de Granada (12), Politécnica de Catalunya (11) y Castilla-La Mancha (9).

5.7 Teoría y Métodos

WOS establece que esta categoría se refiere a 'los métodos de procesamiento informáticos experimentales, las técnicas de programación como computación paralela, computación distribuida, programación lógica, programación orientada a objetos, computación de alta velocidad, y supercomputación'. Conviene resaltar que esta definición no corresponde al conjunto completo de las revistas que incluye, al dejar fuera algunas revistas que se dedican a otros métodos y teorías diferentes, como computación evolutiva, computación cuántica, matemáticas computacionales, o criptografía.

Un total de 58 organizaciones tienen al menos 5 artículos en el periodo 2006-2010. La tabla 19 muestra los resultados de las 34 que suponen más del 1% del total de artículos en España. Todas ellas son universidades públicas salvo el CSIC.

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|-------------------------------|------|--------|-------|------|----|-------|---------|--------|
| 1 | UNIV POLITECNICA DE CATALUNYA | U | 256 | 655 | 2.56 | 11 | 0.870 | 11.60 | 10.09 |
| 2 | UNIV POLITECNICA DE VALENCIA | U | 162 | 524 | 3.23 | 10 | 1.100 | 7.34 | 8.08 |
| 3 | UNIV COMPLUTENSE DE MADRID | U | 136 | 559 | 4.11 | 11 | 1.398 | 6.16 | 8.61 |
| 4 | UNIV POLITECNICA DE MADRID | U | 133 | 306 | 2.30 | 8 | 0.783 | 6.03 | 4.72 |
| 5 | UNIV GRANADA | U | 119 | 495 | 4.16 | 13 | 1.415 | 5.39 | 7.63 |
| 6 | UNIV SEVILLA | U | 114 | 380 | 3.33 | 10 | 1.134 | 5.17 | 5.86 |
| 7 | UNIV CARLOS III DE MADRID | U | 104 | 287 | 2.76 | 9 | 0.939 | 4.71 | 4.42 |
| 8 | UNIV MALAGA | U | 86 | 270 | 3.14 | 8 | 1.068 | 3.90 | 4.16 |
| 9 | UNIV CASTILLA-LA MANCHA | U | 86 | 185 | 2.15 | 7 | 0.732 | 3.90 | 2.85 |
| 10 | UNIV AUTONOMA DE MADRID | U | 78 | 279 | 3.58 | 8 | 1.217 | 3.53 | 4.30 |
| 11 | UNIV ROVIRA I VIRGILI | U | 75 | 266 | 3.55 | 10 | 1.206 | 3.40 | 4.10 |
| 12 | CSIC | C | 67 | 273 | 4.07 | 10 | 1.386 | 3.04 | 4.21 |
| 13 | UNIV AUTONOMA DE BARCELONA | U | 67 | 175 | 2.61 | 7 | 0.888 | 3.04 | 2.70 |
| 14 | UNIV PAIS VASCO | U | 67 | 173 | 2.58 | 7 | 0.878 | 3.04 | 2.67 |
| 15 | UNIV ZARAGOZA | U | 58 | 176 | 3.03 | 7 | 1.032 | 2.63 | 2.71 |
| 16 | UNIV POMPEU FABRA | U | 56 | 162 | 2.89 | 7 | 0.984 | 2.54 | 2.50 |
| 17 | UNIV VALLADOLID | U | 51 | 154 | 3.02 | 6 | 1.027 | 2.31 | 2.37 |
| 18 | UNIV ALICANTE | U | 49 | 66 | 1.35 | 5 | 0.458 | 2.22 | 1.02 |
| 19 | UNIV JAUME I | U | 48 | 172 | 3.58 | 4 | 1.219 | 2.17 | 2.65 |
| 20 | UNIV VIGO | U | 46 | 124 | 2.70 | 7 | 0.917 | 2.08 | 1.91 |
| 21 | UNIV REY JUAN CARLOS | U | 45 | 152 | 3.38 | 7 | 1.149 | 2.04 | 2.34 |
| 22 | UNIV CANTABRIA | U | 45 | 95 | 2.11 | 6 | 0.718 | 2.04 | 1.46 |
| 23 | UNIV ALCALA DE HENARES | U | 45 | 84 | 1.87 | 5 | 0.635 | 2.04 | 1.29 |
| 24 | UNIV MURCIA | U | 41 | 82 | 2.00 | 6 | 0.680 | 1.86 | 1.26 |
| 25 | UNIV OVIEDO | U | 34 | 199 | 5.85 | 8 | 1.991 | 1.54 | 3.07 |

| Pos | Organización | Tipo | Artíc. | Citas | FI | H | FIN | %Artíc. | %Citas |
|-----|------------------|------|--------|-------|------|---|-------|---------|--------|
| 26 | UNIV A CORUÑA | U | 32 | 41 | 1.28 | 3 | 0.436 | 1.45 | 0.63 |
| 27 | UNIV EXTREMADURA | U | 31 | 135 | 4.35 | 5 | 1.481 | 1.40 | 2.08 |
| 28 | UNIV BARCELONA | U | 28 | 89 | 3.18 | 6 | 1.081 | 1.27 | 1.37 |
| 29 | UNIV SALAMANCA | U | 28 | 46 | 1.64 | 4 | 0.559 | 1.27 | 0.71 |
| 30 | UNIV GIRONA | U | 26 | 91 | 3.50 | 5 | 1.190 | 1.18 | 1.40 |
| 31 | UNIV CORDOBA | U | 25 | 97 | 3.88 | 6 | 1.320 | 1.13 | 1.49 |
| 32 | UNIV VALENCIA | U | 23 | 104 | 4.52 | 5 | 1.538 | 1.04 | 1.60 |
| 33 | UNIV LA LAGUNA | U | 23 | 50 | 2.17 | 4 | 0.739 | 1.04 | 0.77 |
| 34 | UNIV JAEN | U | 22 | 50 | 2.27 | 3 | 0.773 | 1.00 | 0.77 |

tabla 19. Cifras de las principales organizaciones (Teoría y Métodos).

Las principales organizaciones en cifras de artículos son las universidades Politécnica de Catalunya (11'60%), Politécnica de Valencia (7'34%) y Complutense de Madrid (6'16%). Las tres primeras posiciones en número de citas las ocupan las mismas instituciones, pero con un cambio de orden entre los puestos 2 y 3: Politécnica de Catalunya (10'09%), Complutense de Madrid (8'61%) y Politécnica de Valencia (8'08%).

En esta categoría no se producen, como en otras, disparidades tan fuertes en los factores de impacto, oscilando entre el máximo de 5'85 citas por artículo de la Universidad de Oviedo y el mínimo de 1'28 de la Universidad de A Coruña. Los valores mas elevados del índice H corresponden a las universidades de Granada (13), Complutense de Madrid (11) y Politécnica de Catalunya (11).

6. Conclusiones

En este informe se ha presentado una visión de la producción científica española en la disciplina de Informática. Para ello se han empleado los datos de artículos y citas en el periodo 2006-2010 proporcionados por el 'Web of Science' (antiguo ISI). Otros indicadores utilizados han sido el factor de impacto (medido como el ratio entre número de citas y número de artículos), factor de impacto normalizado (respecto de la media de España) e índice H. Además de estudiar los datos globales a nivel de estado español, se ha desglosado por las siete especialidades (categorías) en que WOS divide la Informática ('subject area' de 'Computer Science'). Algunas conclusiones extraídas son:

- España ocupa la novena posición con el 4'71% de la producción de artículos mundiales en Informática.
- La evolución en los últimos 10 años ha sido especialmente favorable, ya que se encuentra entre los únicos cuatro países que han mejorado su peso mundial en más del 2%, acompañando a China, Taiwán y Corea del Sur.
- En las siete especialidades se tiene un peso internacional importante. Oscilando entre un máximo del 5'63% en Inteligencia Artificial y un mínimo del 3'61% en Sistemas de Información.
- A nivel interno de España y comparando con las demás disciplinas, se obtiene que Informática es la quinta (de 37 disciplinas) en la que España supone más peso en el total mundial, estando nuestro 4'71% por encima de otras disciplinas de ingeniería relacionadas: Automática y Robótica (3'99%), Telecomunicaciones (3'36%), o Ingeniería Eléctrica y Electrónica (3'25%).
- De los 8395 artículos en Informática en el periodo 2006-2010 que cuentan con algún autor español, el 33'8% se escribieron en colaboración con autores de otros países,

destacando en primer lugar Estados Unidos seguido de Inglaterra. El 43'2% de dichos artículos se publicaron en revistas 'puras' de Informática, es decir, que no están indexadas en paralelo en otras disciplinas.

- La evolución del número de artículos en términos absolutos ha sido muy positiva, pasando de solo 13 artículos en 1981 a 100 en 1990, 493 en 2000 y 1820 en 2010. En términos relativos, dichos artículos han supuesto cada vez un porcentaje mayor del total de artículos españoles en todas las disciplinas: 0'40% en 1981, 1'15% en 1990, 2'25% en 2000 y 4'18% en 2010.
- Hasta 82 organizaciones españolas tienen 5 o más artículos publicados en el quinquenio analizado. Destacan de manera considerable las 48 universidades públicas, que suponen el 89'5% de los artículos y el 90'7% de las citas.
- Las cuatro organizaciones que superan el 5% del total de artículos son las universidades Politécnica de Catalunya, Politécnica de Valencia, Granada y Politécnica de Madrid.
- Entre los centros públicos de investigación destaca el CSIC con 363 artículos (4'32% del total). Solo 8 universidades privadas (de las 23 existentes) aparecen en la lista. La primera en aparecer es la Universidad de Navarra (posición 46, 49 artículos, 0'48% del total). Entre las instituciones privadas, solo superan los 10 artículos Telefonica I+D y el centro de I+D de Yahoo en Barcelona, aunque ambos en posiciones posteriores a la 50 en el ranking global por número de artículos.
- Existe una cierta diferenciación de las organizaciones según las especialidades mayoritarias (en número de artículos) en ellas. Las más frecuentes son Aplicaciones Interdisciplinarias (con 27 organizaciones), Inteligencia Artificial (24) y Teoría y Métodos (17). Sistemas de Información es mayoritaria en 8 organizaciones, e Ingeniería y Tecnología del Software en 4. Las categorías de Hardware y Arquitectura y de Cibernética solo tienen mayoría en sendas organizaciones.
- Las organizaciones que aparecen en alguna de las tres primeras posiciones en una o varias de las siete especialidades son: Universidad Politécnica de Catalunya (en 6), Universidad de Granada (en 4), Universidad Politécnica de Valencia (en 3), Universidad Complutense de Madrid (en 3), Universidad Carlos III de Madrid (en 2), CSIC (en 1), Universidad de Castilla-La Mancha (en 1) y Universidad de Alicante (en 1). La Universidad Politécnica de Madrid, aunque ocupa la cuarta posición en el ranking global de Informática, no supera esa misma posición en los rankings de las siete especialidades.

Referencias

- [1] A. Ibañez, C. Bielza y P. Larrañaga. 'Productividad y Visibilidad Científica de los Profesores Funcionarios de las Universidades Públicas Españolas en el Área de Tecnologías Informáticas'. Informe técnico 9407, Facultad de Informática (UPM), 2011. Disponible en <http://oa.upm.es/9407/>.
- [2] D. Torres-Salinas, J.G. Moreno-Torres, N. Robinson, E. Delgado y F. Herrera. 'Rankings ISI de las Universidades Españolas según Campos y Disciplinas Científicas (2º ed. 2011)'. Disponible en <http://rankinguniversidades.es>.

Anexo de Mapas

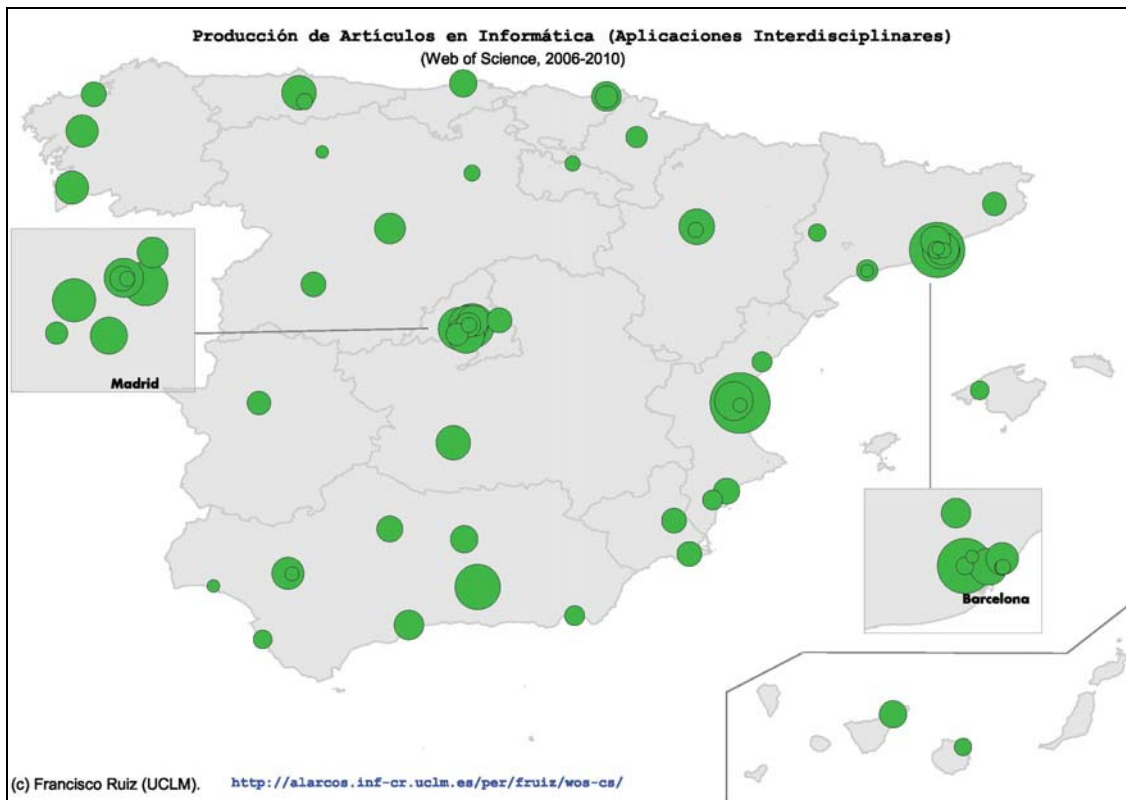


figura 5. Mapa de producción en la categoría de ‘Aplicaciones Interdisciplinarias’.

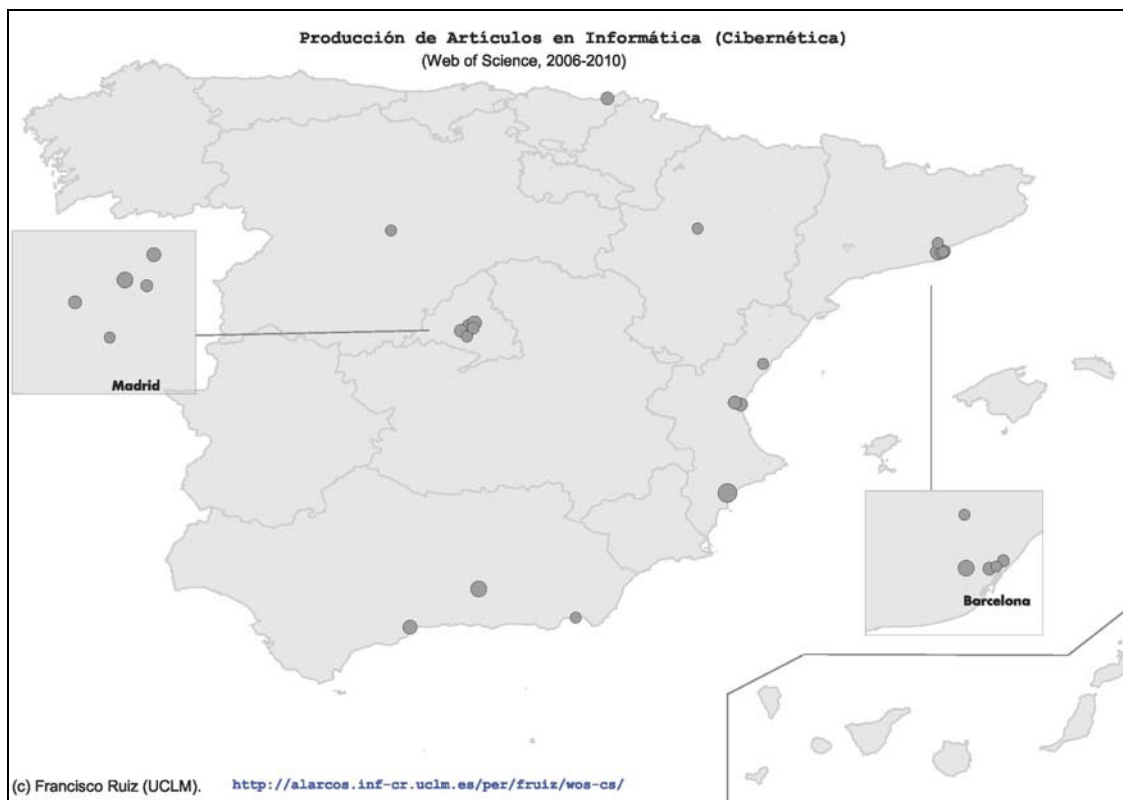


figura 6. Mapa de producción en la categoría de ‘Cibernética’.

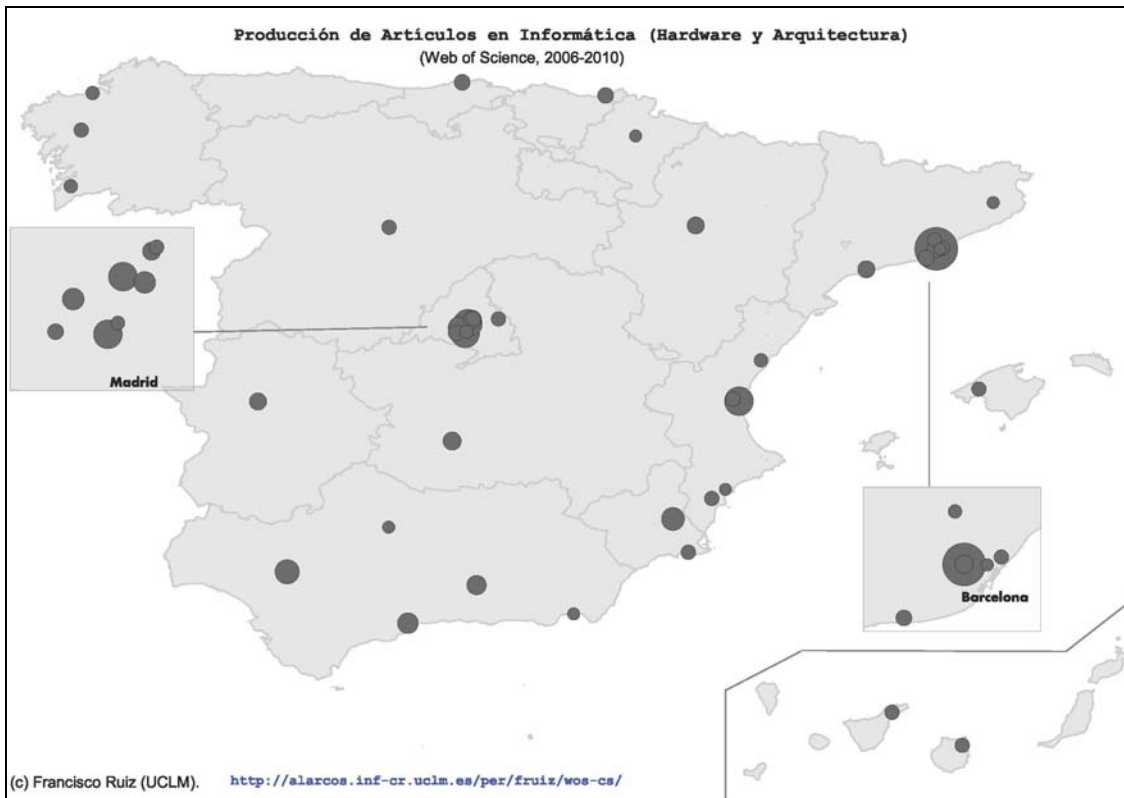


figura 7. Mapa de producción en la categoría de ‘Hardware y Arquitectura’.

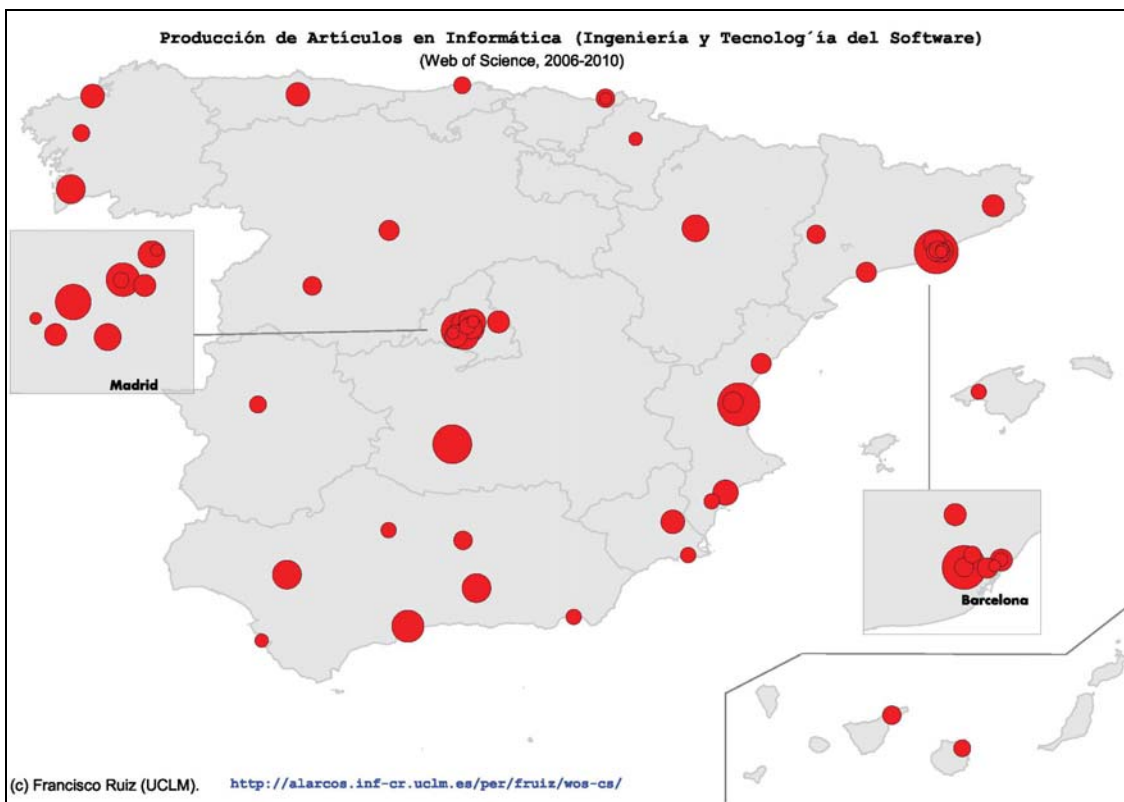


figura 8. Mapa de producción en la categoría de ‘Ingeniería y Tecnología del Software’.

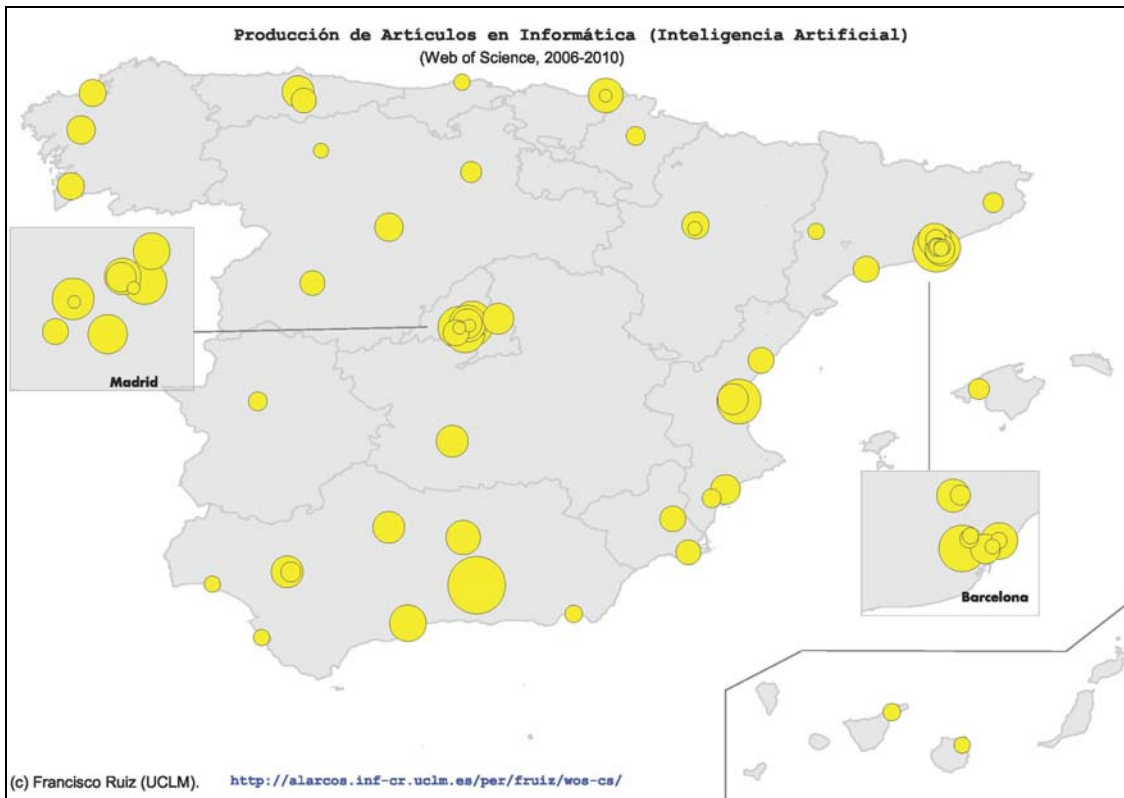


figura 9. Mapa de producción en la categoría de 'Inteligencia Artificial'.

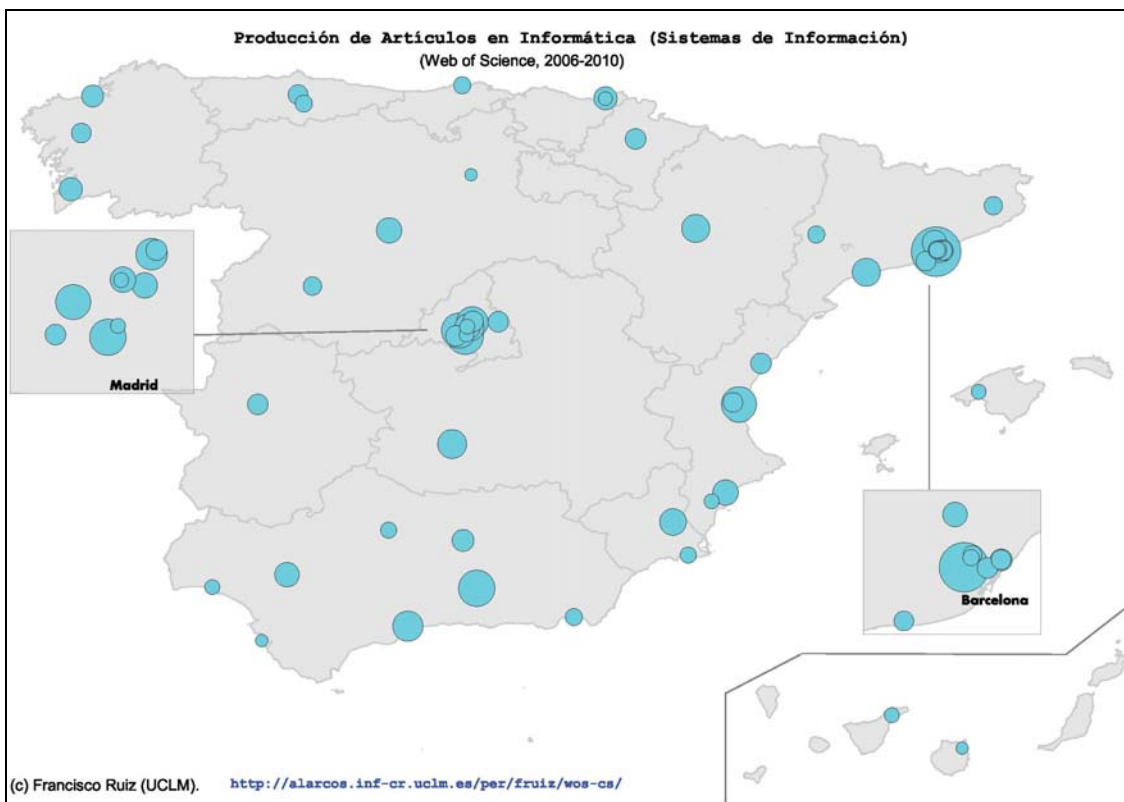


figura 10. Mapa de producción en la categoría de 'Sistemas de Información'.

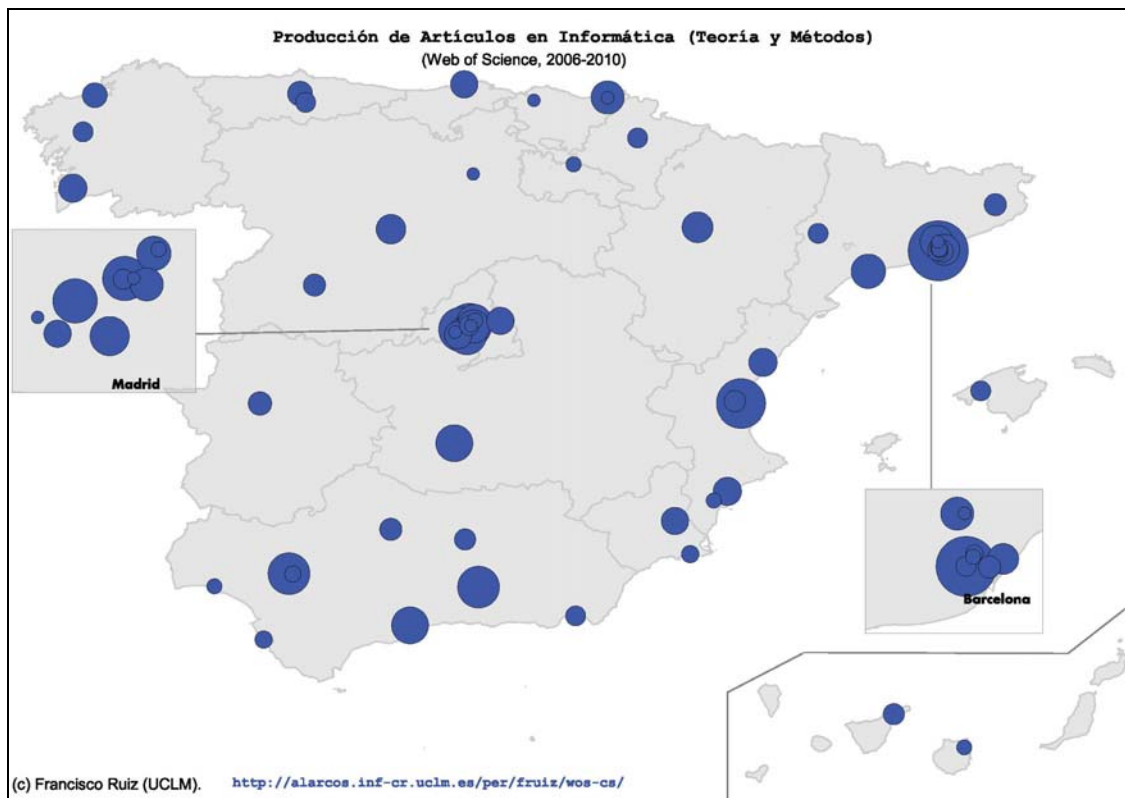


figura 11. Mapa de producción en la categoría de ‘Teoría y Métodos’.

Anexo Metodológico

En este apartado se incluyen las explicaciones de cómo se han obtenido los datos. El objetivo es facilitar que cualquier lector pueda replicar las consultas a WOS para verificarlos, reproducirlos o actualizarlos. Debe tenerse en cuenta que Thompson-Reuters realiza ciertas revisiones periódicas que pueden producir pequeñas fluctuaciones en las cifras de artículos, especialmente de los dos últimos años. Las cifras de citas dependen de la fecha de la consulta (un artículo del periodo 2006-2010 puede ser citado con posterioridad a la realización de este estudio). Por tanto, lo normal será que se vayan incrementando con el paso del tiempo.

La cifra de publicaciones se ha obtenido mediante consultas utilizando la opción ‘*Advanced Search*’. Una vez disponible el conjunto de publicaciones buscado, se ha empleado la opción ‘*Analyze Results*’ para obtener estadísticas de sus propiedades, por ejemplo, país u organización. Adicionalmente, con la opción ‘*Create Citation Report*’ se han obtenido las cifras de citas.

Para acotar los conjuntos de publicaciones se han empleado algunas de las opciones de acotar las búsquedas avanzadas que ofrece WOS: opción ‘*article*’ para obtener sólo los artículos de revistas y no otro tipo de publicaciones; opción ‘*Timespan*’ para acotar al intervalo de años deseado (normalmente 21006-2010). Para filtrar temáticamente se han empleado las siguientes opciones incluidas en el menú ‘*Refine Results*’:

- ‘*Web of Science Categories*’ para seleccionar una única categoría o especialidad dentro de Informática.
- ‘*Subject Areas*’ para seleccionar artículos de Informática (‘*subject area*’=‘*Computer Science*’).

A continuación se indican las consultas utilizadas para obtener los datos de las tablas:

| Conjunto de Publicaciones | Consultas en ' <i>Advanced Search</i> ' |
|---|---|
| Españolas | CU=(Spain) |
| Publicadas en el quinquenio aaaa-bbbb | Y=(aaaa-bbbb) |
| De una organización (puede aparecer con varios nombres) | OG=(nombre 1) OR ... OR OG=(nombre n) |

A la hora de obtener las publicaciones de una organización se ha realizado una intersección (AND) entre el conjunto de publicaciones españolas en Informática (o en una de sus categorías) y el conjunto de publicaciones de la organización (obtenido según se indica en la tabla anterior). Puesto que una misma organización puede aparecer con diversos nombres, ha sido necesario realizar un proceso de consolidación consistente en obtener (con la opción '*Analyze Results*') todos los nombres de organizaciones ('*institutions*' en WOS) que aparecen con al menos 5 artículos en el conjunto de las 8395 artículos españoles en Informática en los 5 años estudiados. De los casi 400 nombres resultantes se han desechado los correspondientes a organizaciones extranjeras quedando 207 nombres. La revisión detallada de dichos nombres ha conducido a que corresponden, en realidad, a las 82 organizaciones citadas en el informe y sus tablas. En la web que complementa este informe se incluye una tabla con la información sobre las organizaciones. Por ejemplo, se indica que la búsqueda para la Universidad de Alcalá de Henares es la siguiente: (OG=(ALCALA UNIV) OR OG=(UNIV ALCALA DE HENARES)).