

LA MEMORIA DE ACTIVIDAD COMO FUENTE DE INFORMACIÓN BIBLIOMÉTRICA EN EL ESTUDIO DE UNA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Ángel Moros* y María Bordons**

Resumen: Se analiza la actividad científica de una Escuela Politécnica Superior durante tres cursos académicos: 1998-99, 1999-2000 y 2000-01 a través de las memorias de su universidad. Se recogen dos tipos de datos: a) datos de inversiones en investigación, como son los relativos al número de profesores y número y tipo de ayudas económicas; y b) datos de resultados, en los que se incluye el número de artículos, libros, obras colectivas, patentes y proyectos fin de carrera. El distinto tipo de actividad desarrollado por los diferentes departamentos se manifiesta en el tipo de resultado predominante, en las fuentes de financiación preferentes y en el carácter nacional/internacional de sus publicaciones. Los artículos, que constituyen entre el 13% y el 76% de los resultados de los departamentos, son mejor indicador de actividad en los departamentos básicos que en los aplicados, donde predomina la participación en obras colectivas. Solo el 46% de los artículos de la escuela politécnica se publican en revistas recogidas por el Institute for Scientific Information (ISI). Se ponen de manifiesto las limitaciones de los estudios bibliométricos basados solo en revistas ISI y el interés de las memorias para analizar la actividad de los departamentos más aplicados.

Palabras clave: indicadores bibliométricos, evaluación de centros, investigación aplicada, memorias de centros.

Abstract: Scientific activity of a Polytechnic University is analysed during three academic courses: 1998-99, 1999-2000 y 2000-01 by means of the university annual reports. Two different types of data are considered: a) research input data, including personnel and type of research projects conducted; and b) research output data, such as the number of articles, monographs, collective works, patents and dissertations for thesis and master degree. Inter-departmental differences in types of activity lead to differences in the type of documental product that predominates, type of financial source and in the national/international nature of the publications. Articles, which constitute 13-76% of the documental products of the departments, are a better indicator of activity for the basic departments than for the applied ones, since collective works predominate in the latter. Only 46% of the articles of the polytechnic university were published in journals covered by the Institute for Scientific Information (ISI). Usefulness of bibliometric studies based only on ISI journals is limited, especially for the most applied departments. Studies based on annual reports provide a more comprehensive overview of the activity of the departments.

* Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Correo-e: angelmoros@hotmail.com.

** Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC), CSIC, Madrid. Correo-e: mbordons@cindoc.csic.es.

Recibido: 21-5-2002; 2.^a versión, 15-2-2003.

Keywords: bibliometric indicators, research evaluation of centres, applied research, annual reports.

1 Introducción

La Comisión Interministerial de la Sociedad de la Información y de las Nuevas Tecnologías (1), en su definición de las acciones para el período 2000-2003, incidió de forma especial en todas aquellas orientadas a fomentar la innovación, el desarrollo tecnológico y el apoyo constante a la investigación a largo plazo en universidades y centros públicos.

La investigación científica y tecnológica es fundamental para garantizar el desarrollo económico y social de los países, pero requiere importantes inversiones económicas. Con el fin de optimizar los siempre limitados recursos económicos se han establecido en los países más avanzados distintos procedimientos de seguimiento y evaluación de la actividad investigadora de los centros. El objetivo que se persigue es asegurar la rentabilidad de las inversiones realizadas y apoyar a los gestores de política científica en sus decisiones.

En este contexto, los métodos bibliométricos han resultado ser una herramienta eficaz que facilita el suministro de indicadores de producción para el apoyo, la consecución y el diseño estratégico de una política científica consolidada. En los últimos años los estudios bibliométricos han adquirido gran importancia en los países desarrollados como herramienta para la evaluación de la actividad investigadora de países, regiones y centros (2-6). En lo que se refiere al estudio de centros, en nuestro país existen distintas experiencias (ver por ejemplo 7-10). Muchos de estos estudios analizan las publicaciones recogidas por las bases del Institute for Scientific Information de Filadelfia (ISI), en especial el Science Citation Index (SCI), para las áreas de ciencia y tecnología. Esta base de datos es multidisciplinar y reúne las principales revistas internacionales en todas las áreas del conocimiento. Aunque sus representantes defienden su carácter internacional (11), que la hace participativa en la ciencia mundial, se ha descrito de forma repetida su sesgo hacia publicaciones en lengua inglesa en detrimento de las publicaciones de los países no angloparlantes y se reconoce hoy que su representatividad es mayor para las áreas básicas de la investigación que para las aplicadas, especialmente si procede de los países menos desarrollados. Por este motivo, se ha planteado el presente trabajo, utilizando otras fuentes de datos.

Este estudio analiza la producción científica de la Escuela Politécnica de la Universidad Carlos III de Madrid (EPUCIII), a través de los datos contenidos en la Memoria de la Universidad de los cursos académicos: 1998-99; 1999-2000 y 2000-01. Se persiguen dos objetivos principales; a) determinar qué grado de cobertura tienen las bases de datos del ISI sobre las publicaciones de este centro universitario, que tiene una clara orientación tecnológica; b) obtener una visión general del patrón de actividad investigadora de este centro por departamentos y áreas del conocimiento a través de indicadores procedentes de las memorias de la UCIII, con el fin de identificar el peso relativo de las publicaciones científicas entre todos los resultados de su investigación. Valorar la calidad de la investigación realizada por dichos departamentos excede los objetivos de este trabajo.

2 Metodología

El estudio se desarrolla a partir de la información extraída de las Memorias de la Universidad Carlos III de Madrid, cursos académicos 1998-99; 1999-2000 y 2000-01 (12-14).

En primer lugar, se estudió la producción científica de la EPUCIII, identificándose los artículos en revistas y analizándose su cobertura en distintas bases de datos. Se consideraron las siguientes categorías:

- Publicaciones en revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI).
- Publicaciones en revistas recogidas en el Social Science Citation Index (SSCI).
- Publicaciones recogidas en la base de datos INSPEC (Institute Physics, Electronic and Computing), principal base de datos del área de Física, Informática e Ingeniería.
- Publicaciones en la base de datos española ICYT (Índice Español en Ciencia y Tecnología).
- Publicaciones en la base de datos española ISOC (Índice Español en Ciencias Sociales y Humanidades).
- Otras publicaciones (en revistas no recogidas en las bases de datos anteriores).

La cobertura por bases de datos de las revistas de publicación de los documentos de la EPUCIII se obtuvo por consulta del *Directorio Ulrich's* (15) y de la publicación *Guide & List of Source Publications* del ISI (16).

En segundo lugar, para cada uno de los departamentos de la EPUCIII se recogieron una serie de datos relativos a las inversiones («input») y resultados («output») de la investigación.

Los principales indicadores de «input» o inversiones en investigación analizados fueron los siguientes:

- Número de profesores universitarios de cada departamento, donde se incluyen las categorías de catedrático, profesor titular y profesor ayudante.
- Número y tipo de ayudas a la investigación recibidas, incluyendo las siguientes tipologías: proyectos de I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) (investigación aplicada, con frecuencia financiada por empresas), proyectos nacionales de investigación (proyectos financiados por el Plan Nacional y otras convocatorias de ámbito nacional), proyectos europeos y otros.

Para analizar los resultados de la actividad de los departamentos universitarios se recopilaron los siguientes datos:

- Número de artículos, desagregados en función de su publicación en revistas nacionales o internacionales.
- Número de participaciones en obras colectivas, donde se incluyen capítulos de libro y presentaciones a congresos publicadas en Actas.
- Número de libros.
- Número de tesis.
- Número de proyectos fin de carrera y tesinas.
- Número de patentes.

A lo largo de los tres cursos académicos analizados se evidenciaron cambios en las estructuras académico-administrativas de la EPUCIII, que pasó de tener 7 departamentos y 15 áreas del conocimiento, en el primer curso, hasta 8 departamentos y 19 áreas del conocimiento en el tercer curso analizado. A los efectos de este estudio, y con el fin de poder analizar todo el período de forma global, se han considerado los 8 departamentos. El último departamento creado surge al desglosarse un área del conocimiento de un departamento previamente existente. En concreto, el Departamento de Tecnología de las Comunicaciones, compuesto por dos Áreas de Conocimiento en el primer curso académico, se divide posteriormente en dos Departamentos: Ingeniería Telemática y Teoría y Señal de las Comunicaciones, con sus respectivas Áreas de Conocimiento con igual denominación.

En lo que se refiere al profesorado, este estudio analiza su evolución a lo largo de los tres años estudiados, pero los análisis en los que se relaciona el número de profesores con otras variables relativas a resultados siempre se refieren a las cifras de profesores en el curso 1998-99, ya que se considera que siempre hay un desfase temporal entre las inversiones en investigación y los resultados de dichas inversiones.

Dado que un departamento puede incluir profesores de distintas áreas del conocimiento, se optó por obtener los datos anteriores de «input» y «output» a los dos niveles de agregación: área y departamento, con el fin de detectar posibles diferencias entre áreas de un mismo departamento.

Las Memorias de la UPCIII recogen los datos por áreas del conocimiento, por lo que para efectuar el estudio a nivel de departamentos hubo que agrupar los datos correspondientes a las distintas áreas incluidas en un mismo departamento y quitar los duplicados detectados en algunos casos por colaboración entre distintas áreas. Por esta razón, la suma de los proyectos (o de las publicaciones) de las distintas áreas incluidas en un determinado departamento puede ser superior al número real de proyectos del departamento, ya que varias áreas del conocimiento pueden participar en un mismo proyecto (o publicación).

Para agrupar los departamentos con un perfil de actividad similar se aplicó el análisis de conglomerados jerárquicos, con el método de Ward para la conglomeración, utilizando el programa SPSS, versión 11.

3 Resultados

3.1 Cobertura ISI de las publicaciones

El punto de partida de este estudio fue el análisis de la orientación nacional/internacional de la producción científica de la EPUCIII utilizando como indicador el uso de revistas nacionales o internacionales. Se analizó a continuación el grado de cobertura de esta producción en las bases de datos del ISI, que son las más utilizadas en los estudios bibliométricos habituales.

La producción de la EPUCIII en forma de artículos de revista ascendió a 612 artículos en los tres cursos estudiados; de los cuales 147 (24%) se publicaron en revistas españolas y 465 (76%) en revistas extranjeras. El 65% de los documentos publicados en revistas internacionales estaban recogidos por el ISI, principalmente en el SCI. Considerando los restantes artículos internacionales, el 15% aparecieron publicados en revistas excluidas por el ISI, pero contenidas en la base de datos INSPEC; el

10% en otras bases de datos, y un pequeño porcentaje de documentos se publicaron en revistas internacionales no recogidas en el *Directorio Ulrich's*.

En lo que se refiere a la producción de la EPUCIII en revistas españolas, el 43% de los documentos se publicaron en revistas recogidas en la base de datos ICYT, y un 9% aparecieron en revistas indizadas en la base de datos ISOC. Los restantes documentos se publicaron en revistas no indizadas en ninguna de estas dos bases de datos. La búsqueda de estos títulos en el *Directorio Ulrich's* también resultó infructuosa en la mayor parte de los casos. Se localizaron algunos de estos títulos en el catálogo automatizado de las bibliotecas de la Universidad Carlos III, que contiene todas las referencias bibliográficas de los documentos (libros, revistas, etc.) existentes en la Biblioteca. Se observó que los títulos buscados correspondían en su mayor parte a publicaciones institucionales o pertenecientes a asociaciones (por ejemplo, *Boletín* es la Revista de la Asociación Profesional del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado). En otros casos, se localizaron los títulos a través de Internet (por ejemplo, Procesamiento del Lenguaje Natural en <http://www.sepln.org>, e Iberoamericana de Inteligencia Artificial, <http://aepia.dsic.upv.es>).

Se observó, pues, un amplio uso de revistas no recogidas por el ISI para la publicación de los resultados de la investigación de la EPUCIII. Se decidió profundizar en el análisis de cuáles son los principales tipos documentales utilizados por los investigadores de estas áreas con un importante componente tecnológico y complementar estos datos con otros relativos a «input» proporcionados por las memorias de investigación de la universidad. Dicho estudio se desglosa a nivel de departamentos y áreas del conocimiento para detectar posibles diferencias en hábitos de investigación y publicación según las áreas.

3.2 Análisis por departamentos

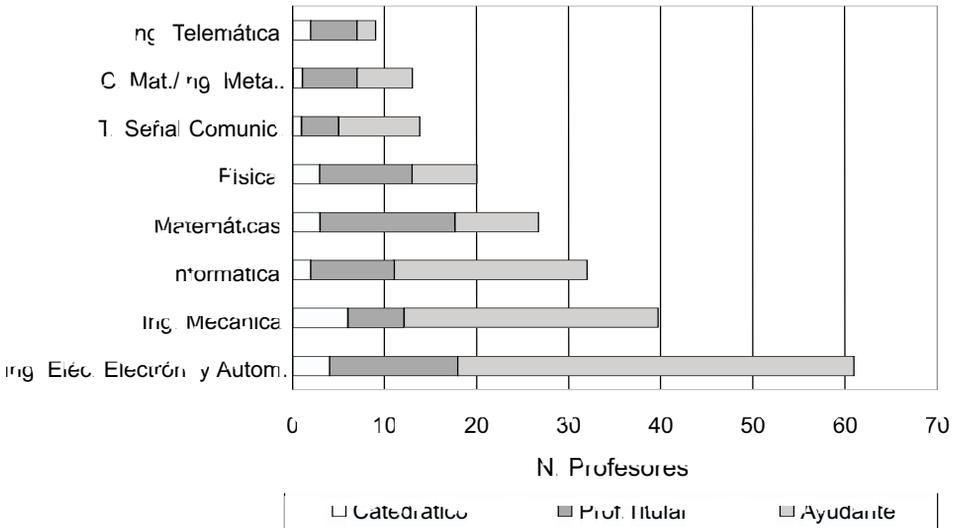
3.2.1 Datos de «input»

En el curso académico 1998-99, la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid contaba con 216 profesores: 22 catedráticos (10%), 69 profesores titulares (32%) y 125 profesores ayudantes (58%), distribuidos en 7 departamentos y 15 áreas del conocimiento. En el curso 2000-01, el número de profesores asciende a 257: 25 catedráticos (10%), 96 profesores (37%) y 136 ayudantes (53%). A lo largo de los tres cursos académicos el profesorado aumenta un 19%, siendo la categoría de profesor titular la que experimenta el mayor incremento.

La figura 1 muestra la distribución del personal investigador por categorías y departamentos en el primer curso académico analizado. Los catedráticos y profesores titulares suponen más del 50% del profesorado en todos los departamentos, salvo en Informática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería Mecánica, y Teoría y Señal de las Comunicaciones, donde sólo constituyen cerca del 30% y predominan los ayudantes.

Los proyectos de investigación se distribuyeron de la siguiente manera: 32% se corresponden con proyectos de I+D+I; 36% son proyectos nacionales de investigación; 12% son proyectos enmarcados dentro del ámbito europeo y el 20% restante se corresponden con trabajos de asesoría, o con fines académicos para sus respectivos departamentos. La tabla I muestra el número y tipo de proyecto de los distintos departamentos. Se observa una gran variabilidad entre departamentos, siendo los de

Figura 1. Distribución del personal investigador por categorías y departamentos. Curso 1998-99



Ingeniería Mecánica (19%), Informática (16%) e Ingeniería Eléctrica y Electrónica (16%) los que cuentan con mayor número de proyectos. El tipo de proyecto predominante es el proyecto de I+D+I en cuatro departamentos (Ingeniería Mecánica, Informática, Ingeniería Eléctrica y Teoría y Señal de las Comunicaciones), y el proyecto nacional en otros tres departamentos (Matemáticas, Física y Ciencia de Materiales).

Tabla I
Número y tipos de proyectos de los distintos departamentos

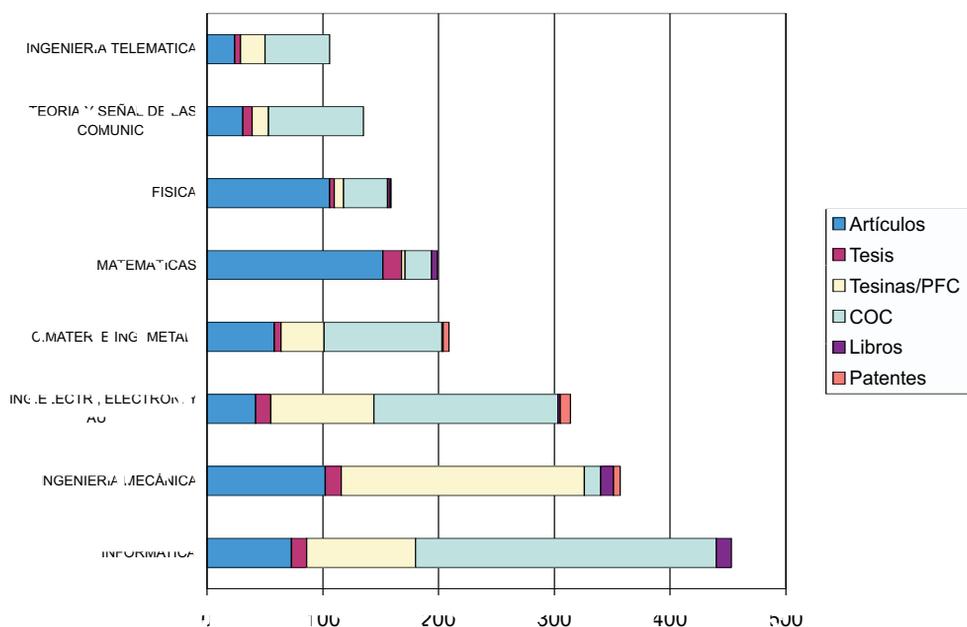
Departamentos	%				Total (N)
	I+D+I	Nacional	Europeo	Otros	
Ingeniería Mecánica	40	37	7	15	126
Informática	33	27	17	23	107
Ing. Eléctr. Electrón. y Automática	43	36	4	17	106
C. Mater. e Ing. Metalúrgica	24	39	15	22	97
Teoría Señal y Comunicaciones	39	29	11	21	70
Ingeniería Telemática	19	27	15	39	62
Matemáticas	4	61	25	11	56
Física	37	46	10	7	41

3.2.2 Datos de «output»

El mayor número de productos documentales corresponde al departamento de Informática, seguido por Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica (figura 2). En lo que respecta al tipo documental predominante, se observa una gran variabilidad inter-departamental.

La participación en obras colectivas es el principal resultado en cinco departamentos, (véase tabla II) mientras que los artículos predominan en los departamentos de Matemáticas y Física y las tesinas/proyectos fin de carrera lo hacen en Ingeniería Mecánica. Los artículos científicos, único tipo documental recogido en las bases de datos ISI, constituyen entre el 13% (Ingeniería Eléctrica y Electrónica) y el 76% (Matemáticas) de los resultados de la actividad de los departamentos.

Figura 2. Número y tipos de productos documentales por departamentos.



Nota: COC= Contribuciones a obras colectivas; PFC= proyectos fin de carrera.

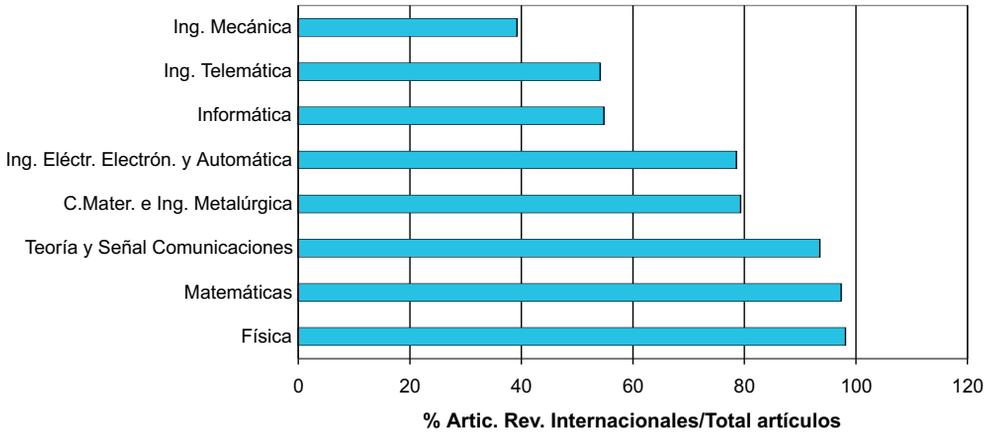
Tabla II
Resultados documentales de la actividad de los distintos departamentos

Departamentos	%						Total (N)
	COC	Artic.	Tesina/ PFC	Tesis	Libros	Patentes	
Informática	57	16	21	3	3	0	453
Ingeniería Mecánica	4	29	59	4	3	2	357
Ing. Eléctr., Electrón. y Automática	51	13	28	4	1	3	314
C. Mater. e Ing. Metalúrgica	49	28	18	3	0	2	209
Matemáticas	12	76	2	8	3	0	199
Física	24	67	5	3	1	1	159
Teoría y Señal Comunicaciones	61	23	10	6	0	0	135
Ingeniería Telemática	53	23	20	5	0	0	106

Nota: COC= Contribuciones a obras colectivas; PFC= proyectos fin de carrera.

En lo que se refiere al patrón de actividad nacional/internacional, algunos departamentos, como Matemáticas y Física muestran una clara orientación internacional tanto en sus artículos como en sus obras colectivas, mientras que en otros como Ingeniería Mecánica predominan las publicaciones en revistas españolas (figura 3).

Fig. 3
Orientación internacional de los departamentos a través de su porcentaje de artículos en revistas internacionales

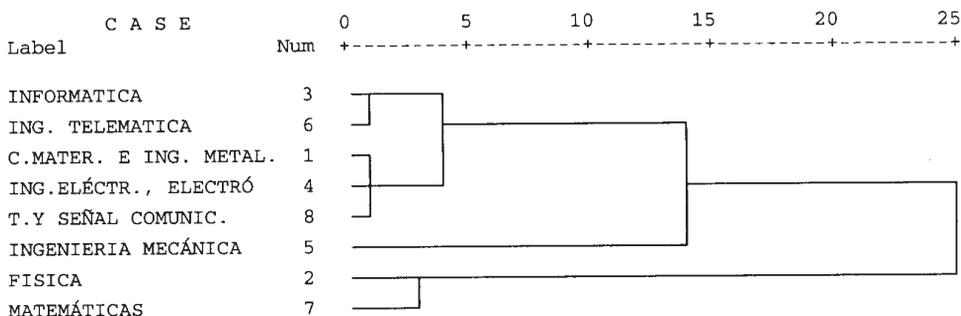


3.2.3 Tipologías de departamentos

Se pueden agrupar los departamentos en tres grandes clases o tipologías, atendiendo a su patrón de inversiones y resultados. En concreto, se utilizó un análisis de conglomerados jerárquicos, con el método de Ward para la conglomeración, con el fin de agrupar los departamentos (figura 4). Se utilizaron las siguientes variables: a) porcentaje de artículos, porcentaje de proyectos fin de carrera y porcentaje de obras colectivas respecto al total de «output» como indicadores de tipo de resultado; b) porcentaje de artículos internacionales respecto al total de artículos como indicador de orientación internacional de actividad; c) porcentaje de proyectos nacionales y porcentaje de proyectos de I+D+I respecto al total de «input» como indicador de tipo de inversiones. Se obtuvieron las siguientes tipologías:

1. Clase 1. Incluye los departamentos de Informática, Ingeniería Eléctrica, Ciencia de Materiales, Ingeniería Telemática, Teoría y Señal de las Comunicaciones. Orientación tecnológica.
2. Clase 2. Incluye los departamentos de Física y Matemáticas. Orientación científico-tecnológica.
3. Clase 3. Incluye el departamento de Ingeniería Mecánica. Orientación docente-tecnológica.

Figura 4
Dendrograma de los departamentos según su patrón de «input» y «output»



La tabla III muestra la descripción de las distintas clases, incluyéndose también algunas variables que no se tuvieron en cuenta para obtener las distintas tipologías. La clase 1 se caracteriza por un alto porcentaje de obras colectivas, presencia de patentes (componente tecnológico) y bajo porcentaje de artículos, aunque de predominio internacional. Son departamentos con un 46% de catedráticos y titulares.

La clase 2 tiene un alto porcentaje de artículos, de predominio internacional (componente científico), presenta algunas patentes (componente tecnológico), y escaso porcentaje de proyectos fin de carrera. Predominan los proyectos nacionales frente a los proyectos I+D+I como fuentes de financiación y es la clase con mayor actividad en proyectos internacionales. Son departamentos en los que un 70% del personal pertenece a la categoría de catedrático o profesor titular.

La clase 3 la constituye un solo departamento con orientación docente-tecnológica. Predominan las tesinas y proyectos fin de carrera (59% de los resultados) (com-

Tabla III
Descripción de las tipologías de departamentos

	Clase 1 (N=5) <i>Tecnológica</i>		Clase 2 (N=2) <i>Científico-tecnológica</i>		Clase 3 (N=1) <i>Docente-tecnológica</i>		Total	
	Media	D. típ.	Media	D. típ.	Media	D. típ.	Media	D. típ.
% Artículos/Output	20,57	5,77	71,52	6,87	28,57	-	34,31	23,69
% COC/Output	54,08	4,91	17,73	8,73	3,92	-	38,72	22,18
% Tesinas-PFC/Output	19,40	6,45	3,27	2,49	58,82	-	20,29	17,89
% Patentes/Output	1,05	1,45	0,31	0,44	1,68	-	0,95	1,19
% Art.Int./Total artículos	72,08	17,14	97,74	0,53	39,22	-	74,39	22,46
% P.Nac./Input	31,62	5,53	53,53	10,16	37,30	-	37,81	11,41
% P.I+D+I/Input	31,55	10,01	20,08	23,34	40,48	-	29,80	13,44
% P.Europeos/Input	12,40	5,21	17,38	10,78	7,14	-	12,99	6,54
% Cat.y tit./total profesores.	46,24	19,90	71,57	6,93	30,00	-	50,54	20,81

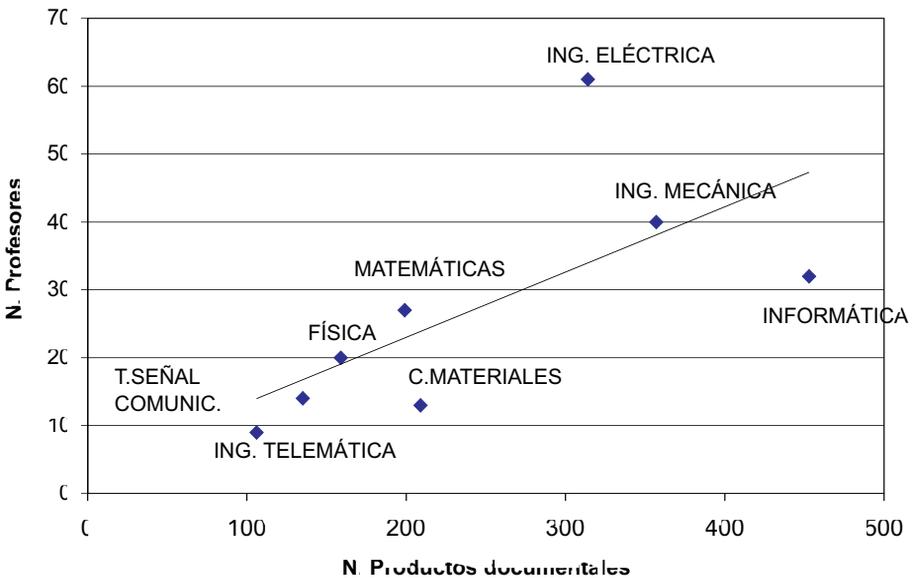
Nota: COC= Contribuciones a obras colectivas; PFC= Proyectos fin de carrera; Art.Int.= Artículos internacionales; P.Nac.= Proyectos nacionales; P.I+D+I= Proyectos I+D+I; P.Europeos= Proyectos europeos; Cat. y tit.= Catedráticos y profesores titulares.

ponente docente). Se observa mayor actividad en patentes que en las otras clases (componente tecnológico). Se detecta cierta participación en artículos, principalmente en revistas nacionales, y escasas contribuciones a obras colectivas. Es un departamento en el que casi la mitad del personal pertenece a las escalas de catedrático y titular.

3.2.4 Productividad

La figura 5 muestra la relación entre el número de profesores de cada departamento y la cifra total de producción, observándose cierta correlación positiva entre ambas variables. Considerando de forma global los seis tipos de resultados antes mencionados, la mayor producción corresponde a los departamentos de Informática, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. No obstante, hay diferencias en productividad, es decir en el número de resultados relativizado en función del número de profesores. Los departamentos situados por debajo de la línea de regresión muestran una productividad superior a la media (Ciencia de Materiales, Informática e Ingeniería Telemática) mientras que lo contrario ocurre con los que están situados por encima (Ingeniería Eléctrica).

Figura 5
Relación entre el número de profesores y el número de productos documentales por departamentos



Hay que tener en cuenta que aquí se consideran todos los tipos documentales de forma conjunta, y es claro que algunos conllevan mayor esfuerzo investigador que otros (por ejemplo, los artículos frente a las presentaciones a congresos). Así, se observa en la tabla IV que los tres departamentos con mayor productividad, muestran sobre todo alta actividad en obras colectivas. Los departamentos de Matemáticas y Física no muestran una alta productividad considerando todos los tipos documentales, pero sí en lo que se refiere a artículos de revista (tabla IV).

Tabla IV
Productividad de los departamentos en los distintos tipos documentales

Departamentos	Productividad							Total (N)
	Artículos	Tesis	Tesinas y PFC	COC	Libros	Patentes	Total	
Informática	2,28	0,41	2,94	8,13	0,41	0,00	14,16	453
Ingeniería Mecánica	2,55	0,35	5,25	0,35	0,28	0,15	8,93	357
Ingeniería Eléctrica	0,69	0,21	1,46	2,61	0,03	0,15	5,15	314
C. Mater. e Ing. Metalúrgica	4,46	0,46	2,85	7,85	0,08	0,38	16,08	209
Matemáticas	5,63	0,59	0,11	0,85	0,19	0,00	7,37	199
Física	5,30	0,20	0,40	1,90	0,10	0,05	7,95	159
Teoría y Señal Comunic.	2,21	0,57	1,00	5,86	0,00	0,00	9,64	135
Ingeniería Telemática	2,67	0,56	2,33	6,22	0,00	0,00	11,78	106

Nota: COC= Contribuciones a obras colectivas; PFC= Proyectos fin de carrera.

3.3 Análisis por áreas del conocimiento

Dado que cada departamento incluye profesores de distintas áreas del conocimiento, se decidió analizar la actividad de la EPUCIII por áreas, con el fin de observar si existían diferencias entre las distintas áreas de un mismo departamento. Hay que señalar que cuatro departamentos están constituidos por una sola área del conocimiento (Física, Matemáticas, Teoría y Señal de las Comunicaciones e Ingeniería Telemática).

3.3.1 Datos de «input»

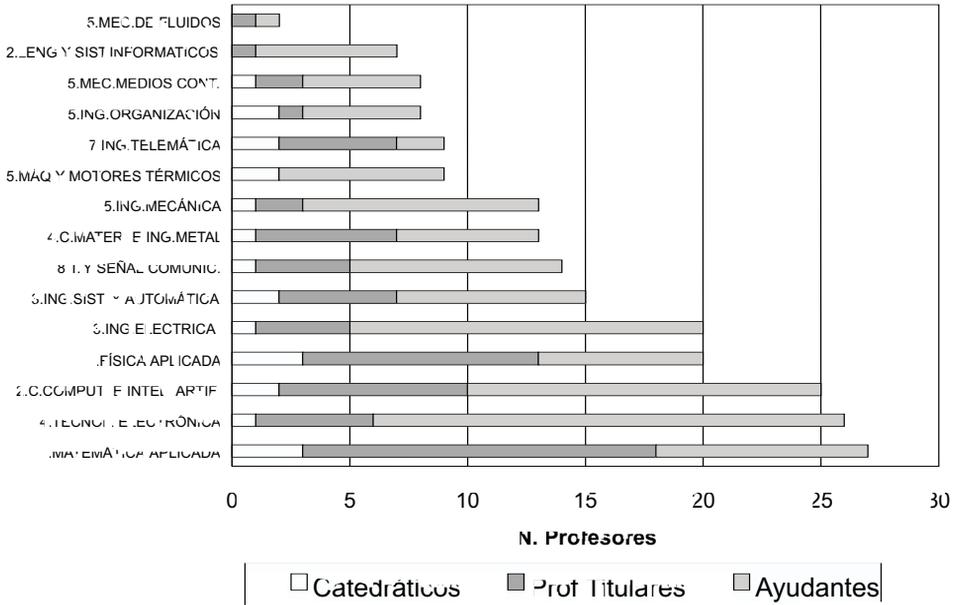
El tamaño de las distintas áreas del conocimiento es muy variable (figura 6). El mayor número de profesores se observa en Matemática Aplicada, Tecnología Electrónica y Ciencias de la Computación. En promedio, el 45% del profesorado pertenece a las categorías de catedrático o profesor titular. Destacan las áreas de Ingeniería Telemática, Matemática Aplicada y Física Aplicada, en las que estas categorías constituyen 2/3 partes del profesorado.

El mayor número de proyectos correspondió a las áreas de Ciencia de Materiales (94 proyectos), donde predominan los proyectos nacionales; y a Teoría y Señal de las Comunicaciones (70 proyectos), donde los proyectos I+D+I son el tipo más frecuente (tabla V). Se observan diferencias en el tipo de financiación preferente incluso entre áreas de un mismo departamento.

3.3.2. «Output» de las áreas del conocimiento

La tabla VI muestra la distribución porcentual de los principales resultados de la actividad de los investigadores de las distintas áreas del conocimiento, indicándose en la última columna la suma de los distintos resultados. Se observa que en algunos casos, la producción se distribuye de forma uniforme entre las distintas áreas del conocimiento de un departamento, mientras que en otros sobresalen determinadas áreas por su gran actividad, es el caso por ejemplo de Tecnología Electrónica dentro del depar-

Figura 6
Distribución del profesorado por categorías en las distintas áreas del conocimiento
(curso 1998-99)



Nota: el número que precede a cada área hace referencia al departamento al que pertenece. 1. Dep. Física; 2. Dep. Informática; 3. Dep. Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática; 4. Dep. Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica; 5. Dep. Ingeniería Mecánica; 6. Dep. Matemáticas; 7. Dep. Ingeniería Telemática; 8. Dep. Teoría y Señal de las Comunicaciones.

tamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica o de Ciencias de la Computación, que es mucho mas activo que el otro área del departamento de Informática.

En lo que respecta a la distribución porcentual de los resultados de las distintas áreas existen diferencias entre áreas de un mismo departamento, pero son menos marcadas. En cuatro de las cinco áreas de Ingeniería Mecánica predominan los proyectos fin de carrera, tal y como se observaba en el total del departamento. En dos áreas de las tres de Informática sobresale la actividad en obras colectivas. En dos de las tres áreas del conocimiento del departamento de Ingeniería Eléctrica predominan las obras colectivas, igual que en el total del departamento, mientras que el área de Ingeniería de Sistemas y Automática muestra mayor dedicación a proyectos fin de carrera.

3.3.3 Tipologías de áreas del conocimiento

La agrupación de las áreas del conocimiento mediante los mismos indicadores utilizados antes para agrupar departamentos, permite distinguir, de nuevo, las tres tipologías previamente descritas. No obstante, hay que señalar que algunas áreas muestran un comportamiento diferente al del promedio de su departamento. Así, Organización

Tabla V
Número y tipos de proyectos en las distintas áreas del conocimiento

Área de conocimiento	%				Total (N)
	I+D+I	Nacionales	Europeas	Otros	
1. Física Aplicada	37	46	10	7	41
2. Leng.y Sist. Informáticos	35	29	10	26	31
2. C. Comput. e Intelig.Artificial	30	26	22	22	69
2. Arquitect. y Tecnol. Comput.	43	29	0	29	7
3. Ingeniería Eléctrica	63	30	0	7	27
3. Tecnología Electrónica	43	33	9	15	67
3. Ing. Sist. y Automática	0	41	32	27	22
4. C. Mater. e Ing. Metalúrgica	24	37	16	22	94
5. Ing. Mecánica	74	12	0	14	50
5. Ing. Organización	13	63	0	25	8
5. Mec. Medios Continuos y T. Estruct.	13	78	4	4	23
5. Mecánica de Fluidos	20	60	20	0	10
5. Máq.y Motores Térmicos	34	34	16	16	38
5. Org.de Empresas	20	20	0	60	5
6. Matemática Aplicada	4	61	25	11	56
7. Ingeniería Telemática	17	28	15	40	62
8. Teoría y Señal Comunicaciones	39	29	11	21	70

Notas: datos de proyectos del área de Ingeniería Química no disponibles.

El número que precede a cada área hace referencia al departamento al que pertenece. 1. Dep. Física; 2. Dep. Informática; 3. Dep. Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática; 4. Dep. Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica; 5. Dep. Ingeniería Mecánica; 6. Dep. Matemáticas; 7. Dep. Ingeniería Telemática; 8. Dep. Teoría y Señal de las Comunicaciones.

de empresas se separa de las otras áreas de Ingeniería Mecánica, departamento al que pertenece, para ubicarse en la Clase tecnológica. Por su parte, Ingeniería de Sistemas presenta alta actividad en proyectos fin de carrera, lo que la separa del Departamento Ingeniería Eléctrica y la sitúa en la Clase docente-tecnológica.

Las variables con mayor poder discriminante para separar estas tipologías fueron el porcentaje de artículos, porcentaje de proyectos fin de carrera y porcentaje de obras colectivas sobre el total de productos documentales resultantes. El tipo de proyecto financiador y el porcentaje de artículos internacionales, que resultaron útiles para discriminar entre clases a nivel de departamentos, demostraron baja capacidad discriminante a nivel de áreas del conocimiento, lo que indica que no hay un comportamiento homogéneo en lo que a esas variables se refiere para las distintas áreas del conocimiento de un mismo departamento.

Tabla VI
Número y tipo de resultados en las distintas áreas del conocimiento

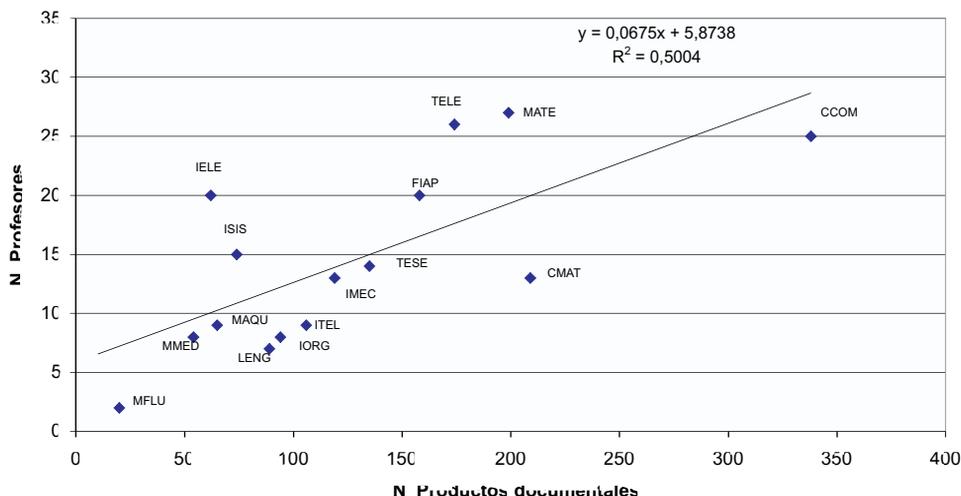
<i>Departamentos</i>	<i>%</i>						<i>Total (N)</i>
	<i>COC</i>	<i>Articulos</i>	<i>PFC</i>	<i>Tesis</i>	<i>Libros</i>	<i>Patentes</i>	
1. Física Aplicada	24	67	4	3	1	1	158
2. Leng. y Sist. Informáticos	58	13	20	1	7	0	89
2. C. Comput. e Intelig. Artificial	59	17	19	4	1	0	338
2. Arquitect. y Tecnol. Comput.	32	16	40	0	12	0	25
3. Ingeniería Eléctrica	69	18	10	3	0	0	62
3. Tecnología Electrónica	60	14	18	3	1	4	174
3. Ing. de Sist. y Automática	15	9	65	7	1	3	74
4. C. Mater. e Ing. Metalúrgica	47	27	20	3	0	2	209
4. Ingeniería Química	90	0	0	10	0	0	10
5. Ingeniería Mecánica	2	29	63	2	3	2	119
5. Ingeniería de Organización	16	9	70	2	3	0	94
5. Mec. Medios Cont. y T. Estruct.	33	13	46	7	0	0	54
5. Mecánica de Fluidos	15	30	55	0	0	0	20
5. Máq. y Motores Térmicos	17	14	49	8	6	6	65
5. Org. de Empresas	90	0	0	10	0	0	10
6. Matemática Aplicada	12	76	2	8	3	0	199
7. Ingeniería Telemática	53	23	20	5	0	0	106
8. Teoría y Señal Comunicaciones	61	23	10	6	0	0	135

Nota: el número que precede a cada área hace referencia al departamento al que pertenece. 1. Dep. Física; 2. Dep. Informática; 3. Dep. Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática; 4. Dep. Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica; 5. Dep. Ingeniería Mecánica; 6. Dep. Matemáticas; 7. Dep. Ingeniería Telemática; 8. Dep. Teoría y Señal de las Comunicaciones.

Tabla VII
Tipologías de áreas del conocimiento

<i>Clase 1</i> <i>Tecnológica</i>	<i>Clase 2</i> <i>Científico-tecnológica</i>	<i>Clase 3</i> <i>Docente-tecnológica</i>
3. Tecnología Electrónica 3. Ingeniería Eléctrica 4. C.Mater./Ing.Metal. 2. Arquitect. y Tecnol.Comput. 2. Leng. y Sist. Informáticos 5. Org. de Empresas 7. Ingeniería Telemática 8. Teoría y Señal Comunic.	1. Física Aplicada 6. Matemática Aplicada	3. Ing. Sist.y Automática 5. Mecánica de Fluidos 5. Mec.Medios Cont. y T. Estruct. 5. Máq.y Motores Térmicos 5. Ing. Mecánica

Fig. 7. Correlación entre el número de profesores y el número total de resultados en las distintas áreas del conocimiento



Nota: CCOM= Ciencias Computación; CMAT= Ciencia de Materiales; FIAP= Física Aplicada; ISIS= Ingeniería Sistemas y Automática; IELE= Ingeniería Eléctrica; IMEC= Ingeniería Mecánica; IORG= Ingeniería de Organización; ITEL= Ingeniería Telemática; LENG= Lenguajes y Sistemas Informáticos; MATE= Matemáticas; MFLU= Mecánica de Fluidos; MAMO= Máquinas y Motores Térmicos; MMED= Mecánica Medios Continuos; TELE= Tecnol. Electrónica; TESE= Teoría y Señal de las Comunicaciones.

3.3.4 Productividad

Es claro que diferencias cuantitativas en la producción científica de las distintas áreas del conocimiento pueden deberse a diferencias en el número de profesores activos en cada una de ellas. De hecho, en este estudio se ha encontrado una correlación positiva entre el número de profesores y el número de productos documentales ($r = 0,705$, $p < 0,01$), así como entre el número de proyectos y el número de profesores ($r = 0,791$; $p < 0,001$). En la figura 7 se refleja la producción de conocimientos frente al número de profesores para cada una de las áreas del conocimiento. Se ha trazado la línea de regresión, de forma que las áreas situadas por debajo de dicha línea muestran una alta producción en relación a su número de profesores, mientras que lo contrario rige para las que están por encima. Estos resultados muestran una tendencia, pero, como ya señalamos antes, hay que tener en cuenta que aquí se han contabilizado todos los tipos documentales de forma conjunta, y que algunos tipos documentales suponen un mayor esfuerzo investigador que otros.

4 Discusión

Las memorias de actividad de los centros constituyen una interesante fuente de información institucional para analizar la actividad de los centros en sus distintas facetas (investigadora, docente, etc.). En este estudio se han utilizado las memorias de in-

vestigación de la Universidad Carlos III que presentan información estructurada sobre el personal de las áreas y de los departamentos, las líneas de investigación, los proyectos en curso y el número y el tipo de publicaciones, entre otros aspectos. El principal inconveniente del uso de las memorias es el laborioso tratamiento de los datos necesario para procesar una información que en muchas ocasiones ni siquiera se encuentra en formato electrónico. En este estudio se han recogido datos relativos a publicaciones, obras colectivas, libros, patentes y proyectos fin de carrera, para obtener un perfil general de la actividad de una escuela politécnica, analizar el peso relativo de los artículos sobre los restantes tipos de resultados y valorar la cobertura de estos resultados por las bases de datos ISI.

Considerando el total de los artículos de la EPUCIII de Madrid, se observa que sus profesores publican más en revistas internacionales (76%) que nacionales (24%), a pesar del carácter técnico del centro. Las publicaciones recogidas en el ISI suponen el 65% de sus artículos internacionales, pero sólo el 46% del total de sus artículos. Es decir, que un estudio basado en las bases de datos del ISI analizaría sólo la mitad de los artículos científicos de este centro universitario. Estudios previos muestran la distinta tendencia de los investigadores a publicar en revistas ISI según las áreas, de forma que un estudio sobre la producción científica del CSIC puso de manifiesto que las bases de datos ISI recogen prácticamente el 90% de la producción de los investigadores en las áreas biomédicas o químicas, mientras que este porcentaje se reducía al 20% en las áreas de ciencias sociales, y al 50% para las áreas de ciencias agrarias o tecnología de alimentos (17). Las cifras del estudio actual indican una cobertura cercana al 50% para las áreas objeto de este trabajo.

Pero además, los resultados de este estudio indican que los artículos, ya sean nacionales o internacionales, no son el principal producto documental en muchos departamentos. En los tres cursos estudiados, los artículos constituyen entre el 13% (Departamento de Ingeniería Eléctrica) y el 76% (Departamento de Matemáticas) de los resultados de los departamentos de la EPUCIII. Se pone de manifiesto la importancia de otros resultados, como son las obras colectivas, que son el resultado predominante en 5 de los 8 departamentos y en 9 de las 18 áreas del conocimiento. Los proyectos fin de carrera y las tesis constituyen un importante resultado en algunos departamentos que muestran una fuerte orientación docente. Las patentes son un indicador, aunque no el único, de la orientación tecnológica de los departamentos.

La falta de correlación observada entre el número de profesores y el número de artículos a nivel de departamentos puede explicarse porque el artículo no es el único producto documental de la investigación y, en muchos casos, tampoco el más importante. En este sentido hay que destacar que sí se encuentra buena correlación entre el número de profesores y el número total de productos documentales (artículos, libros, obras colectivas, patentes y proyectos fin de carrera). Somos conscientes de que se han agrupado resultados de tipo muy diverso y de distinto valor. En los estudios bibliométricos con frecuencia se ponderan los distintos tipos documentales asumiendo el mayor valor de los libros frente a los artículos, y de éstos frente a las presentaciones a congresos. No obstante, no se ha considerado necesario realizar ese tipo de ponderación porque no se pretendía «evaluar» la actividad de los departamentos, sino sólo «conocer su perfil de actividad».

El uso combinado de indicadores de «input» y «output» permite caracterizar de forma más completa el perfil de actividad de los departamentos. Atendiendo a la termi-

nología de Laredo (18), la actividad de los laboratorios se extiende en diversas dimensiones, existiendo generalmente alguna dimensión que prevalece sobre las demás. En nuestro estudio se observa que existen algunos departamentos en los que prevalece la dimensión científica, representada por los proyectos nacionales e internacionales y los artículos científicos. En otros, predomina la dimensión docente, que se expresa a través de los proyectos fin de carrera. La dimensión tecnológica quedaría representada por la presencia de proyectos de I+D+I y patentes. Atendiendo al uso combinado de indicadores de «input» y «output» distinguimos tres tipologías de departamentos: tipo docente-tecnológico (Ingeniería Mecánica), tipo científico-tecnológico (Matemáticas y Física) y, por último, el tipo tecnológico (incluye los restantes departamentos). Ni que decir tiene, que la denominación hace referencia a la dimensión que prevalece, y no indica necesariamente la ausencia de actividad en las restantes dimensiones.

La descripción de las tres tipologías permite ver que los artículos suponen sólo un 20-30% de los productos documentales de los departamentos tecnológicos y docente-tecnológicos, frente aun 71% para los científico-tecnológicos. Esta última tipología no sólo cuenta con mayor porcentaje de artículos, sino también con una mayor orientación internacional de los mismos: 98% de sus artículos aparecen en revistas internacionales frente a un 72% para los departamentos tecnológicos y un 39% para los docente-tecnológicos. En los departamentos científico-tecnológicos se desarrolla probablemente un tipo de investigación más básica, y por tanto más susceptible de difusión internacional. Estos son, pues, los departamentos que pueden obtener mayor visibilidad en los estudios basados en las bases de datos ISI o en otras bases de datos especializadas de alcance internacional como es el caso de INSPEC.

En el estudio de las áreas de conocimiento incluidas en la EPUCIII se verifica la correlación positiva entre el número de profesores y el número de productos documentales, observándose diferencias en el tipo documental predominante y en el tipo de financiación preferente en las distintas áreas. El estudio de áreas del conocimiento es interesante para detectar variaciones entre áreas de un mismo departamento, las cuales pasarían desapercibidas si no se desagrega la información a este nivel. A pesar de que se observan variaciones intra-departamentales, el estudio de las áreas del conocimiento permite identificar nuevamente las tres tipologías ya señaladas, aunque identificándose en este caso dos áreas que se separan por su perfil de actividad de sus departamentos de origen. Una de ellas, «Organización de empresas», es claramente un área distante por su contenido temático, de tipo económico, de las restantes áreas de su departamento. En el caso de «Ingeniería de Sistemas» se observa una mayor orientación docente que en las restantes áreas de su departamento. El porcentaje de artículos, obras colectivas y proyectos fin de carrera, resultan ser los indicadores con mayor poder discriminante entre las tres tipologías descritas. Por el contrario, pierden relevancia otros indicadores útiles en el nivel de departamento como son el porcentaje de proyectos I+D+I o proyectos nacionales respecto al total de proyectos y el porcentaje de artículos internacionales, respecto al total de artículos, que puede variar de forma importante entre las distintas áreas de un mismo departamento. En definitiva, el área de conocimiento es un nivel de análisis más fino y preciso, ya que en ocasiones un departamento puede albergar áreas con distintos hábitos de investigación y publicación. No obstante, no se puede olvidar que presenta el inconveniente de todos los análisis a nivel «micro», como es las bajas cifras de profesores y publicaciones, que puede impedir en algunos casos extraer datos concluyentes.

En resumen, el estudio de la EPUCIII permite observar la coexistencia de departamentos y áreas de conocimiento con distintos hábitos de investigación, como se manifiesta en el tipo de resultado predominante, sus fuentes de financiación preferentes y el carácter nacional/internacional de sus publicaciones. La memoria de la UCIII proporciona una información muy detallada sobre la actividad docente e investigadora desarrollada por sus centros, que supera las posibilidades de los estudios bibliométricos realizados sobre una sola fuente de datos como es el ISI. La consulta de las memorias puede ser especialmente útil para analizar la actividad de los departamentos con una orientación más tecnológica o docente, en los que los artículos no son el principal resultado de su actividad.

5 Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a una estancia de Ángel Moros, financiada por la Universidad Central de Venezuela, en la Universidad Carlos III de Madrid.

6 Bibliografía

1. Comisión Interministerial de la Sociedad de la Información y de las Nuevas Tecnologías. INFO XXI: *La Sociedad de la Inform@ción para todos*. La Comisión. Madrid, 2000. Disponible en: <http://infoxxi.min.es>
2. SANCHO, R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica* 13(3-4): 842-865, 1990.
3. VAN RAAN, A. F. J. Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation* 3: 151-166, 1993.
4. BELLAVISTA, J.; GUARDIOLA, E.; MÉNDEZ, A.; BORDONS, M. Evolución de la investigación. *Cuadernos metodológicos del CIS*, núm. 23, Madrid, CIS, 1997.
5. GARRET-JONES, S. International trends in evaluating university research outcomes: what lessons for Australia? *Research Evaluation* 8(2): 115-124, 2000.
6. RINIA, E. J. Scientometric studies and their role in research policy of two research councils in the Netherlands. *Scientometrics* 47(2): 363-378, 2000.
7. MÉNDEZ, A.; SALVADOR, P. The application of scientometric indicators to the Spanish Scientific Research Council. *Scientometrics* 24(1): 61-78, 1992.
8. BELLAVISTA, J.; ESCRIBANO, L.; GRABULÓS, M.; VILADIU, C.; GUARDIOLA, E.; IGLESIAS, C. *Política científica y tecnológica. Evaluación del I+D en la Universitat de Barcelona*. Universitat de Barcelona, Barcelona, 1993.
9. PESTAÑA, A.; GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, M. T. ZULUETA, M. A.; MÉNDEZ, A. Scientometric evaluation of R&D activities in medium-size institutions: a case study based on the Spanish Scientific Research Council (CSIC). En: M. E. D.Koenig y A. Bookstein. *Fifth International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Learned Information, Inc. Medford, 1995, p. 425-434.
10. GÓMEZ, I. Indicadores de actividad científica a partir de las memorias anuales de actividad del CSIC. *Indicios*, 149-54, 2001.
11. GARFIELD, E. *The significant scientific literature appears in a small core of journals*. www-the-scientist.library.u.u/yr1996/sept/research_960902.html.
12. Memoria de Investigación del Curso 1998-1999 de la Universidad Carlos III de Madrid.

- Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2000.
13. Memoria de Investigación del Curso 1999-2000 de la Universidad Carlos III de Madrid. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2001.
 14. Memoria de Investigación del Curso 2000-2001 de la Universidad Carlos III de Madrid. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2002.
 15. Ulrich's International Periodicals Directory: including Irregular Serials & Annuals. R. R. Bowker, 2000.
 16. Science Citation Index 2000. *Guide & List of Source Publications*. ISI, Thomson Scientific, Filadelfia 2001.
 17. GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, M. T.; BORDONS, M.; CABRERO, A.; MORILLO, F.; ROJO, R. La actividad científica del CSIC a través del Science Citation Index, Social Sciences Citation Index y Arts & Humanities Citation Index. Estudio bibliométrico del período 1997-99. CINDOC, Madrid, 2001.
 18. LAREDO, P.; MUSTAR, P. Laboratory activity profiles: an exploratory approach. *Scientometrics* 47(3): 515-539, 2000.