

REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales

Vol.17, #1, diciembre 2009

<http://revista-redes.rediris.es>

Análisis de las publicaciones de investigadores del Subsistema de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México 1981-2003¹

Jorge Gil Mendieta y Alejandro Arnulfo Ruiz León² - Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS-UNAM)

Resumen

Se presenta una visión general de las redes de académicos construidas por medio del análisis de sus artículos científicos, indizados por la empresa Thomson Reuters (antes ISI Thomson). Se presentan los resultados más importantes relacionados con la estructura de las colaboraciones científicas entre académicos de la UNAM, el Subsistema de la Investigación Científica (SIC) y diversas entidades académicas nacionales que no forman parte de ninguna entidad de la UNAM. Se analiza la interacción de las entidades académicas del Subsistema, así como las interacciones entre los diversos subsistemas: subsistema de la investigación científica (SIC), subsistema de humanidades (SH), subsistema de Facultades y Escuelas (SFE) y el correspondiente de la Secretaría General (SSG). La base de datos analizada comprende 71 878 artículos de México, indizados por ISI Thomson, de los cuales 38% corresponden al SIC. Los artículos que contiene la base están fechados entre 1981 y 2003.

Palabras clave: redes académicas - artículos científicos – indizados – estructura - ISI Thomson.

Abstract

A general academic networks view is presented. This network has been build from the author's interaction through their scientific papers, indexed by Thomson Reuters (previously ISI Thomson). Accent is place in the interaction of main academic subsystems: Scientific Research; Schools and Faculties; Humanities Research and General Secretary Office. The data base under analysis encompass 71878 papers with one Mexico's coauthor at least, all papers are indexed by ISI Thomson. Papers publication date goes from 1981 to 2003.

Key words: academic networks - scientific papers – indexed – structure – ISI Thomson.

Introducción

En la literatura se encuentra una enorme cantidad de artículos sobre el análisis de publicaciones científicas de investigadores que trabajan en diversos campos del conocimiento. Por ejemplo citemos a E. Garfield³, creador de este campo de estudio en particular, uno de cuyos trabajos atrajo la atención del mundo científico el *Genetics Citation Index*, una de las primeras bases de datos que consideraba en su análisis 600 revistas publicadas desde 1961, proyecto aprobado por la National

¹ Este trabajo ha contado con el apoyo del IIMAS-UNAM, la Coordinación de la Investigación Científica y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-UNAM) a través del Proyecto PAPIIT IN-313905.

² Enviar correspondencia a: (Jorge Gil Mendieta jgil@servidor.unam.mx)

³ Garfield, E. (Chairman Emeritus, ISI), "Systematic Serendipity: Finding the Undiscovered Answers to Science Questions", The Medical Ignorance Collaboratory University of Arizona Health Science Center, Tucson, Arizona, USA.

Science Foundation, cuyos resultados los distribuyó a 1,000 genetistas, logrando resultados muy importantes. En épocas recientes tenemos el trabajo de Katz y Martin 1997⁴ quienes escriben sobre el concepto de *colaboración*, su importancia y significado; demuestran que la publicación de artículos con coautores es un indicador parcial del concepto de colaboración. Newman 2001⁵, investiga la estructura científica de las redes de colaboración de publicaciones reportadas en las bases de datos MEDLINE (investigación biomédica), Los Alamos e-printArchive (Física), y NCSTRL (ciencias de la computación) y demuestra que las colaboraciones forman "pequeños mundos". J. M. Russell 2004, nos habla sobre las comunicaciones científicas en el siglo XXI, de cómo comunican sus investigaciones los científicos en la época moderna; de cómo se han modificado los patrones de comunicación de resultados y el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación que ha propiciado cambios importantes en las grandes editoriales.

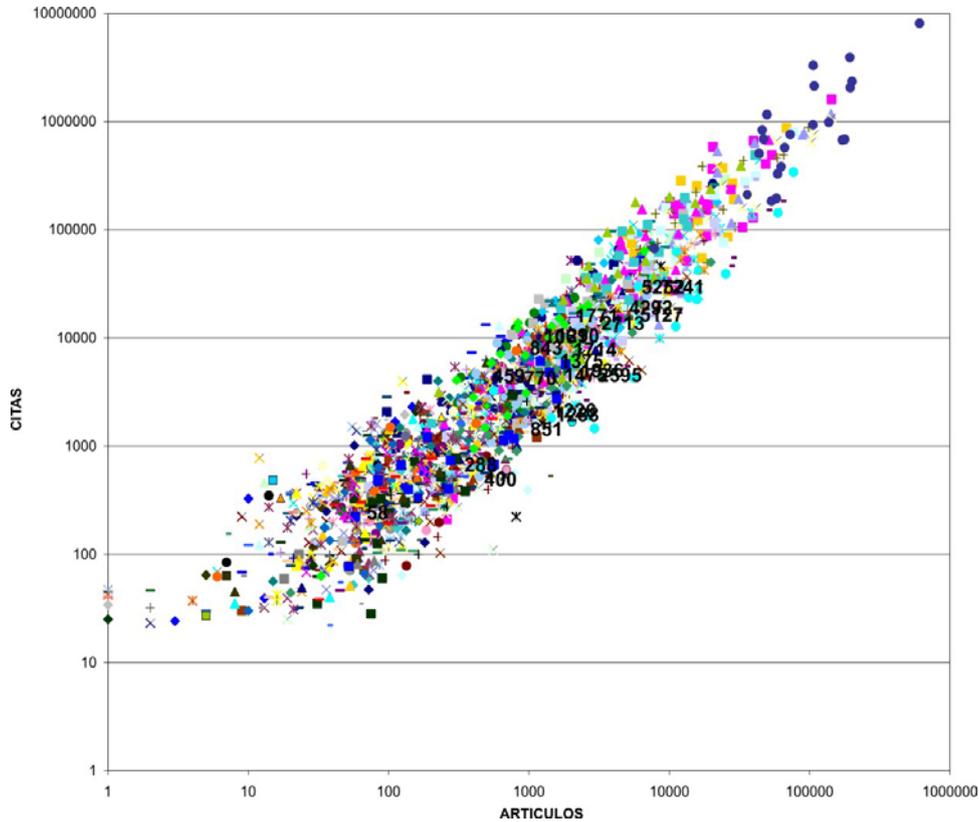
La base de datos de la empresa The Thomson Corporation (antes ISI), una de las principales fuentes de información de la publicación de artículos científicos indexados, clasifica en la actualidad los artículos de 20,075 revistas en todos los campos en la base ISI Web of Science. También en su base Esencial Science Indicators 1993-2003 encontramos la distribución del número de artículos y el número de citas relacionadas con los 22 campos de conocimiento en que clasifica los artículos que indexa. En la Gráfica 1 presentamos el número total de artículos y el número de citas que reciben los artículos, agrupados por cada campo y por cada país. E. Garfield⁶ escribió un artículo como resultado de una encuesta en la que preguntó a un grupo de investigadores: "¿Cuándo se debe citar un trabajo?". Al final del experimento se generó una lista de quince razones principales para citar un trabajo; Garfield nos dice que, en primer lugar, se cita a los pioneros; enseguida, se les da crédito a los trabajos relacionados con el nuestro; en tercer lugar, se reconoce la metodología; a aquellos artículos que nos proporcionan una base general de información; a los que corrigen nuestro trabajo, entre otros. En general se citan los trabajos que nos proporcionan conocimiento de nuestro propio campo de estudio.

⁴ Katz, J. S. and Martin, B. R., "What is research collaboration?", ESRC Center for Science, Technology, Energy and Environment Policy, Science Policy Research Unit, University of Sussex, Falmer, Brighton, BN1 9RF, UK.

⁵ Newman, M. E. J., "The structure of scientific collaboration networks", PNAS, Vol. 98, no.2, pp. 404-409, January 16, 2001.

⁶ Garfield, E. "When to cite", Library Quarterly, Vol:66 (4), p.449-458, October 1996.

Las citas que hacen los investigadores en sus artículos nos orientan para establecer la genealogía del conocimiento de los 22 campos en que ISI-Thomson los clasifica. Mediante la Gráfica 1 representamos la distribución de artículos y citas de más de cien países que aparecen a lo largo de una línea, en una gráfica log-log con una dispersión muy baja.



FUENTE: Essential Science Indicators 1993-2003, The Thomson Corporation, June 2004.

Gráfica 1. Número total de artículos y número total de citas por campo de conocimiento para más de cien países.

En el caso de nuestro país vemos en la Tabla 1 que la máxima productividad en México es en física con más de siete mil artículos y una cifra del orden de 300 mil citas, en una base de datos de 1993 a 2003. El campo menos citado es el que corresponde al multidisciplinario con menos de 100 artículos y una cifra del orden de 200 citas.

El promedio del número de citas de todos los campos es 4.64 citas por artículo, en una ventana de tiempo que va de 1993 a 2003.

Garfield⁷ menciona la importancia del desarrollo de la ciencia y de la tecnología y de la necesidad de contar con elementos para medir los avances de éstas y como

⁷ Garfield, E. and Welljams-Dorof, A. Citation data: their use as quantitative indicators for science and technology evaluation and policy-making, *Science & Public Policy*, 19(5) pp.321-327, October 1992.

instrumentos en la planeación estratégica de las empresas, las corporaciones y las universidades.

MEXICO	ARTÍCULOS	CITAS	C/A
PHYSICS	7241	29258	4.04
CLINICAL MEDICINE	5252	29202	5.56
PLANT_ANIMAL_SCIENCE	5127	16237	3.16
CHEMISTRY	4292	18898	4.40
BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	2713	13478	4.96
ENGINEERING	2595	4536	1.74
MATERIALS SCIENCE	1936	4983	2.57
SPACE SCIENCE	1771	15927	8.99
ENVIRONMENT_ECOLOGY	1714	7701	4.49
AGRICULTURAL SCIENCES	1475	4512	3.05
GEOSCIENCES	1375	6014	4.37
NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	1290	10356	8.02
MATHEMATICS	1288	1935	1.50
SOCIAL SCIENCES, GENERAL	1226	2110	1.72
MICROBIOLOGY	1061	10261	9.67
PSYCHIATRY_PSYCHOLOGY	851	1431	1.68
MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	843	8013	9.50
PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	770	4209	5.46
IMMUNOLOGY	459	4424	9.63
COMPUTER SCIENCE	400	487	1.21
ECONOMICS & BUSINESS	288	665	2.30
MULTIDISCIPLINARY	58	243	4.19
subtotales	44 025	168 581	3.83
El promedio de los números C/A es igual 4.64			

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005; con datos de Essential Science Indicators 1993-2003, The Thomson Corporation, June 2004⁸

Tabla 1. Número total de artículos de México por campo.

En el este trabajo se presenta el análisis de la publicación de artículos en los que participan científicos mexicanos, en particular de los artículos de autores asociados a las diversas entidades del subsistema de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para tal propósito se tomó como fuente la base de datos *National Citation Report México*, julio de 2004 (NCRMEX), la base

"Pocos podrán discutir la propuesta de que la base científica y tecnológica son un elemento crítico en la fortaleza de la economía, de la estatura política y de la vitalidad cultural de un país. Los administradores del gobierno, los creadores de las políticas de ciencia y tecnología y los directivos de las universidades requieren de indicadores validos y confiables para una variedad de propósitos: por ejemplo, para medir la efectividad del gasto en investigación, identificar las áreas de excelencia, para fijar prioridades en su planeación estratégica, monitorear el avance de sus competidores y de sus colegas, y detectar especialidades emergentes y nuevas tecnologías para lograr un desarrollo acelerado"

⁸ Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, Instituto de Investigaciones e Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, lo abreviamos como: LAR-DMMSS-IIMAS-UNAM.

contiene información de artículos publicados en revistas internacionales indizadas por ISI-Thomson, del año de 1981 al 2003, y en los que han participado autores, al menos uno, afiliados a instituciones mexicanas. También se consultaron las siguientes bases: *Journal Citation Reports* (JCR2003) que proporciona información bibliográfica de más de 8400 revistas; y la base *Essential Science Indicators* (ESI2003), que proporciona información bibliográfica de más de 11591 revistas. Información clasificada en 22 campos. Así mismo se consultó la base *Current Content* de donde se adoptó la clasificación de los artículos de acuerdo a siete áreas de conocimiento que agrupan a 130 categorías. Cabe señalar que por su naturaleza ciertos artículos han sido clasificados en más de una categoría e incluso en más de un área de conocimiento, por lo que el número total de artículos de todas las áreas no corresponde al número total de artículos que analizamos, de igual manera para el número total de artículos por categoría.

Uno de los problemas con los que nos topamos fue que la información sobre la asociación de los autores a la universidad a la que pertenecen es poco clara y precisa, hay una gran variedad de formas en que los investigadores hacen referencia a su entidad de origen; alguien hace referencia en primer lugar a su sección, grupo, departamento, unidad dentro de la universidad, la universidad y el país, y variantes sobre todas estas componentes de su entidad de origen, de tal suerte que las direcciones asociadas a la UNAM y al País se multiplican de forma complicada y que resumimos de la siguiente manera: el número de direcciones diferentes asociadas a la UNAM es del orden de 20,000. Esto nos llevó a que la UNAM estableciera normas para que los autores escriban el nombre de la Universidad de manera consistente en sus artículos, a saber iniciando por Universidad Nacional Autónoma de México, seguido del nombre de su entidad académica, departamento, dirección, código postal y país.

México

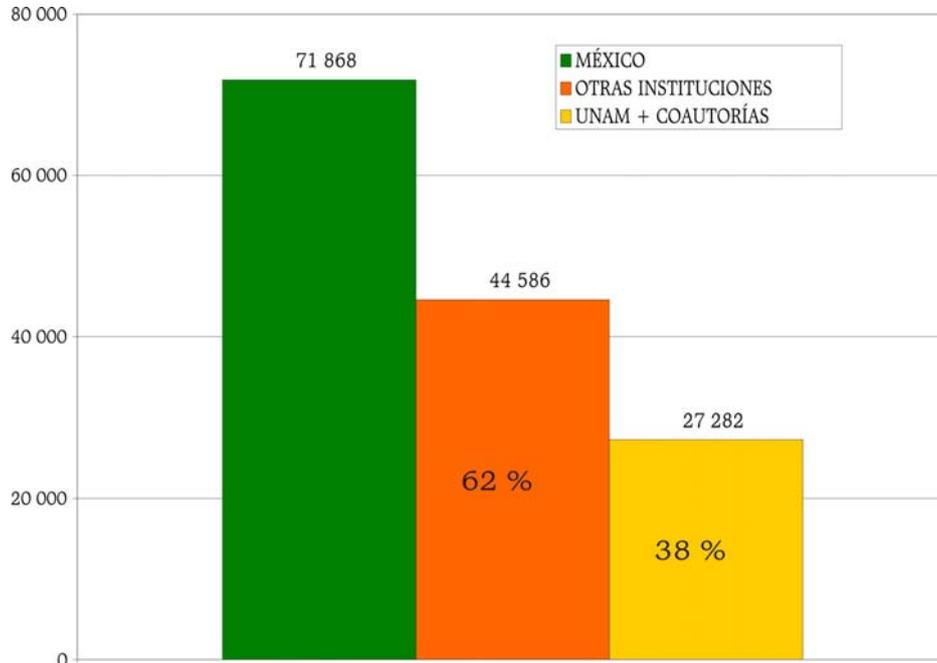
Publicación total de artículos

El número total de artículos indizados por ISI-Thomson con participación de investigadores afiliados a instituciones mexicanas, en el periodo bajo estudio, es de 71868. La UNAM participa en casi el 38% de la producción de los artículos, el otro 62% lo realizan diversas instituciones, ver Gráfica 2.

Publicación anual de artículos

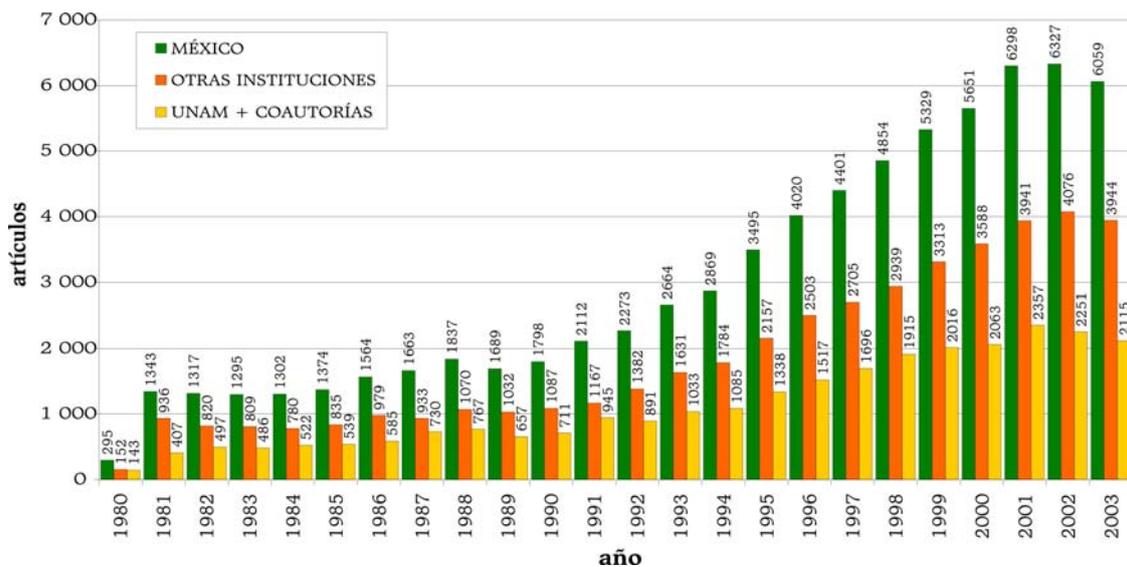
La publicación anual de artículos a nivel nacional presenta un incremento notorio y constante a partir del año de 1990 (Gráfica 3), antes de 1990 la tasa de crecimiento anual promedio nacional de artículos era de 2.9%, la de la UNAM de

6% y la de otras instituciones sin incluir a la UNAM del 1.22%. Del año de 1990 al 2002 la tasa de crecimiento anual promedio nacional fue de 15%, la de la UNAM del 10 % y la de las diversas instituciones sin incluir a la UNAM de 11.6%, lo que marca un despunte en la producción de artículos de otras entidades nacionales.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 2. Distribución de artículos (1981-2003).



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 3. Publicación anual de artículos.

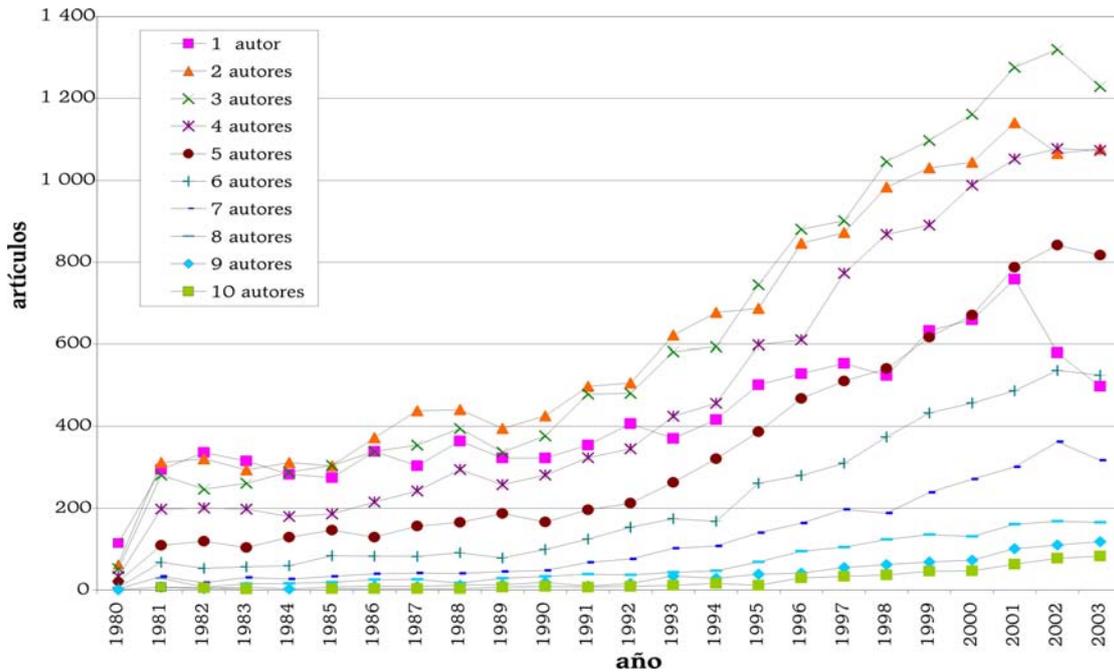
Autores por artículo

El número de autores por artículo varía de 1 a 410. Los artículos escritos por 20 o menos autores son 71435, que representa más del 99 % de los 71868 artículos (Gráfica 4).

Del año 1993 al 2003 la publicación de artículos en que participaron dos, tres y cuatro autores presenta un incremento anual mayor a los artículos publicados por un solo autor. Para el año de 2003 el número de artículos de un solo autor (498) equivale casi al 40 % de los artículos escritos por tres autores (1229) y poco más del 14.7 % de los artículos escritos por dos (1076), tres (1229) y cuatro autores (1073). De Solla Price⁹ en el análisis de la base de datos de *chemical abstracts* para el periodo 1910-1960 encontró que el número de autores múltiples se incremento en ese periodo; se aceleró la presentación por dos autores y posteriormente por tres autores creció con gran rapidez, el autor especuló que para 1980 ya no habría artículos con un solo autor, estamos muy cerca de esa afirmación. Smith¹⁰ encontró que el número de autores promedio aumentó de 1.3 a 1.7 entre 1946 y 1957 en el campo de la Psicología. En la Gráfica 4 tenemos la representación gráfica de los datos de la Tabla 2. El número de artículos escritos por 1, 2, 3, 4 y 5 autores representa el 83 % de todos los artículos publicados entre 1980 y 2003. El porcentaje de artículos publicados hasta por 5 autores, año por año, a partir de 1980 va de 96.3 % al 83 % en 2003, desde luego que la diferencia al 100 % es la suma de los artículos con seis hasta 410 autores.

⁹ de Solla Price, D. J., "Little Science, Big Science", Columbia University Press, New York, 1963.

¹⁰ Smith, M., "The trend toward multiple authorship in Psychology", *American Psychologist* 13 (1958) 596-599.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 4. Publicación anual de artículos por número de autores por artículo.

Los artículos con dos autores sobrepasan a los de un autor desde 1984, los de tres autores sobrepasan a los de un autor desde 1984. El caso de cuatro autores ocurre desde 1993. El caso de tres a dos autores ocurre en 1995, y el de cuatro a uno también ocurre en 1993. En 2003 el orden es 3, 2, 4, 5, 6, 1 autores por artículo.

año	autores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1980	115	63	52	33	21	6	3		1						1					
1981	295	312	281	198	109	68	33	29	7	7					1		2			
1982	336	321	247	201	119	53	18	7	4	5	2	1	1					1		
1983	315	294	261	198	104	57	31	15	7	3		1	1	2	1	1	2	1		1
1984	283	312	288	180	129	60	27	16	3			2	1				1			
1985	275	304	305	186	146	84	33	19	7	4	1	3		1	2		1	1		
1986	339	372	339	215	129	83	40	25	10	4	2	1	2		1		1			
1987	304	438	354	242	156	82	42	26	9	4	2									2
1988	364	441	395	295	165	91	41	17	12	4	4	5		1	2					
1989	323	395	337	258	187	79	45	29	14	7	4	6			1		1			
1990	323	426	377	281	166	99	48	33	19	9	5	3		2			1	1	2	
1991	354	498	479	324	196	125	68	39	10	7	4	2	2	1	1	1				
1992	407	506	481	345	212	154	76	37	16	9	5	4	4	1		1	2	2		
1993	371	622	582	425	263	174	102	43	34	12	7	5	5	4	1	2	3	1		
1994	417	677	594	456	321	168	108	47	29	16	8	5	2	1	3	2	2	1	1	1
1995	502	687	745	598	387	261	140	69	39	12	11	6	7	2	1	1	2			2
1996	529	846	880	610	468	280	164	95	42	30	12	11	9	3		5	1			4
1997	554	872	901	773	511	310	197	105	55	33	20	15	10	7		3	7	3	2	1
1998	524	983	1046	868	541	374	188	124	62	37	22	8	7	10	6	2	7	4	3	2
1999	633	1030	1097	890	616	433	239	136	69	46	31	15	17	9	5	5	9	5	1	3
2000	659	1044	1161	988	671	457	271	131	73	47	18	21	8	16	7	11	9	5	6	2
2001	758	1141	1276	1052	787	487	301	161	101	63	30	19	17	12	8	7	7	2	4	3
2002	579	1066	1320	1077	841	537	362	168	110	78	43	12	18	14	16	10	8	1	5	5
2003	498	1076	1229	1073	817	525	317	165	118	83	30	26	15	15	10	8	5	2	6	7
subtot ales	10057	14726	15027	11766	8062	5047	2894	1536	851	520	261	171	126	101	67	59	71	30	38	25
	70486																			
	71435																			

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

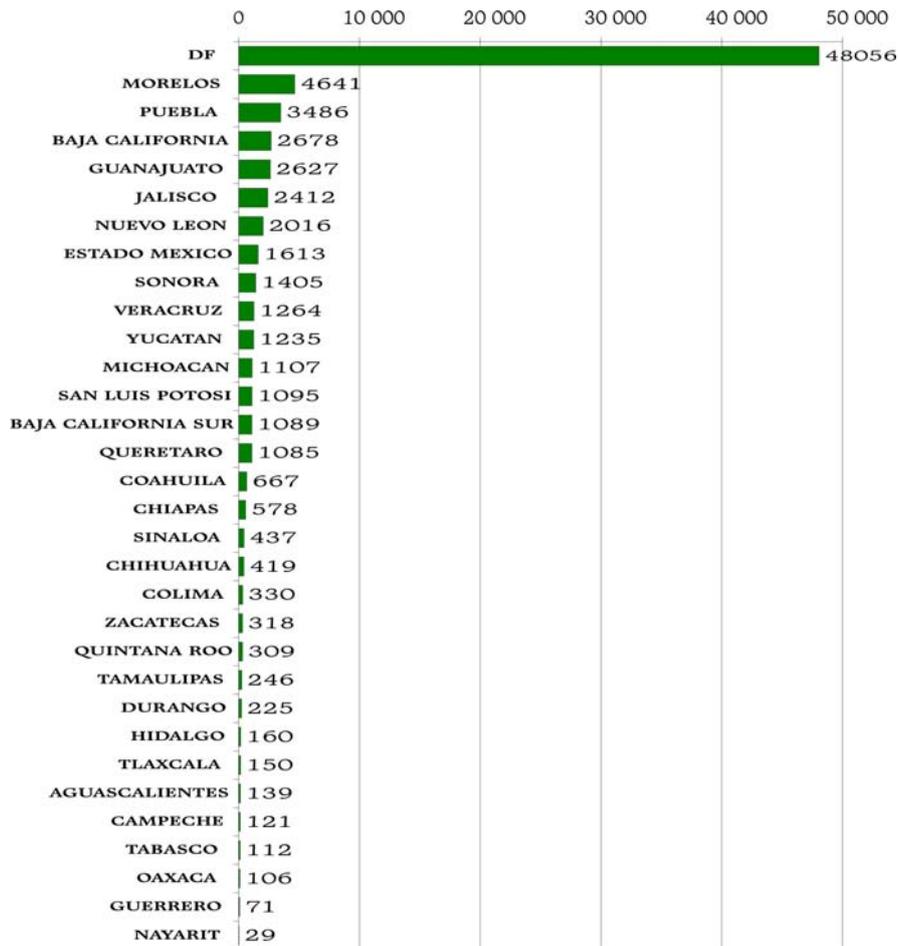
Tabla 2. Publicación anual de artículos por 1,2,3...,20 autores por artículo.

Artículos por Entidad Federativa

Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales que se localizan en Distrito Federal son autores de 48056 de un total de 71868 artículos, lo que representa cerca del 67 % del total (Gráfica 5). Para el conteo de la publicación de artículos para cada entidad Federativa se consideraron tanto los artículos escritos por autores afiliados a instituciones de dicha entidad, como los escritos en coautoría con autores afiliados a instituciones de las otras entidades federativas.

Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales que se localizan en Distrito Federal y en los estados de Morelos, Puebla, Guanajuato y Estado de México, son autores o coautores de 57161¹¹ de un total de 71868 artículos, lo que representa cerca del 80%. Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales que se localizan en Distrito Federal y en los estados de Morelos, Puebla, Baja California, Guanajuato, Jalisco y Nuevo León, son autores o coautores de 62164 de un total de 71868 artículos, lo que representa más del 86 %. Estas entidades tienen una total superior a 2000 artículos.

¹¹ Estas cifras corresponde al total acumulado de dichos Estados.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

*incluye coautorías

Gráfica 5. Artículos* por Entidad Federativa.

Colaboración con diversos países

Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales son coautores en 25198 artículos con investigadores de instituciones de 150 países, de un total de 71868 artículos, lo que representa más del 35 % del total nacional registrado por ISI-Thomson en el periodo bajo estudio. En las Figuras 1 y 2 se muestra la localización geográfica de instituciones con que México colabora a nivel internacional.

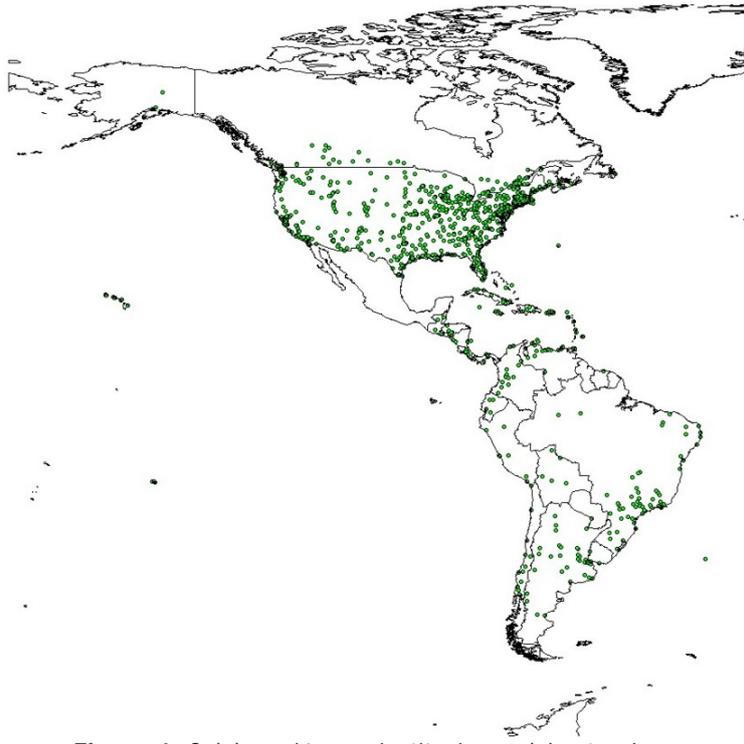


Figura 1. Colaboración con instituciones del extranjero.

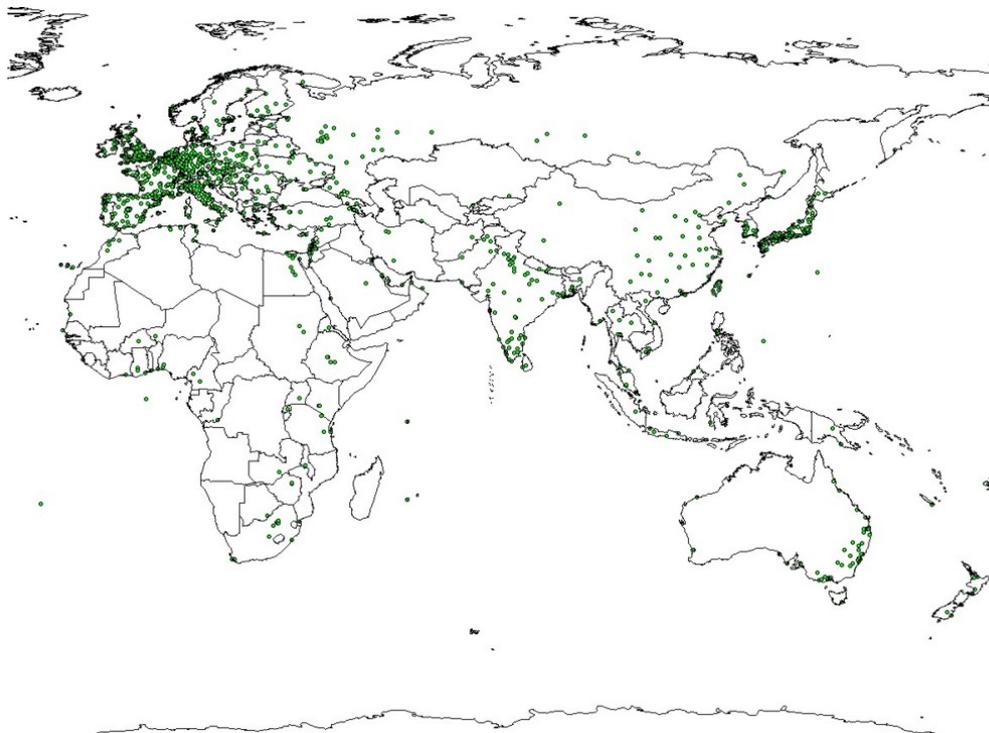


Figura 2. Colaboración con instituciones del extranjero.

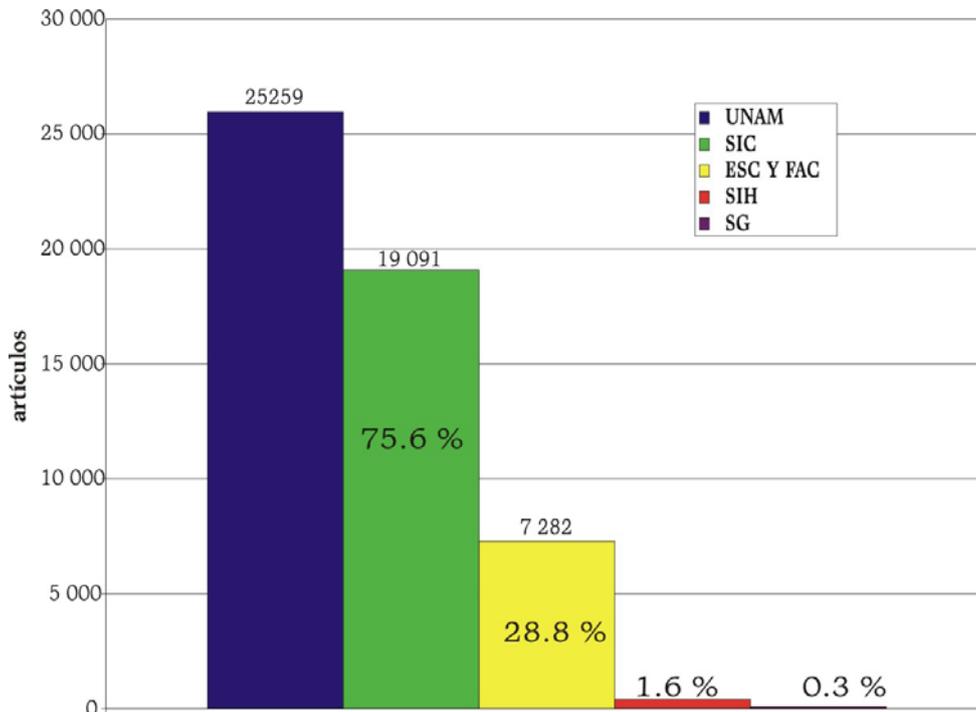
UNAM

Publicación total de artículos

Los artículos contenidos en esta base de datos fueron escritos por autores afiliados a institutos y centros de investigación; escuelas y facultades, y otras entidades de la UNAM. Hay 2023 artículos que no especifican la entidad de afiliación, por lo que el total de artículos identificados fue de 25259.

Los Institutos y Centro de investigación de la UNAM se agrupan en dos subsistemas: el de la Investigación Científica (SIC) y el de la Investigación en Humanidades (SIH); las Escuelas y Facultades son consideradas otro subsistema (SEF); y las otras entidades se agruparon junto con la Secretaría General (SG) de la UNAM ya que esta secretaría las coordina administrativamente.

El Subsistema de la Investigación Científica (SIC) contribuye con el 75.6% de la publicación de artículos científicos de la UNAM, el Subsistema de Escuelas y Facultades (SEF) con el 28.8 %, y el resto por el Subsistema de Humanidades (SIH) y la Secretaría General (SG).

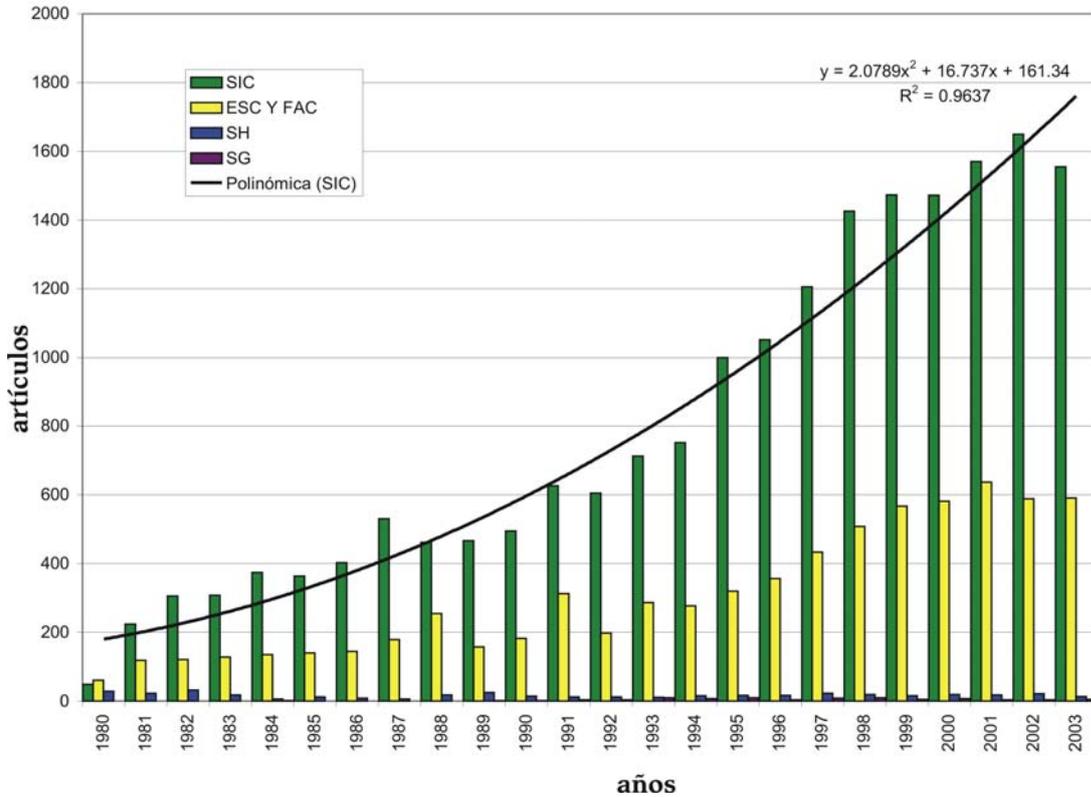


FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 6. Producción total de artículos UNAM.

Publicación anual de artículos

Del año de 1990 al 2001 el crecimiento anual promedio del SIC es del 12.3% y el del SEF es de 10.8%, (Gráfica 7).



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 7. Producción anual por subsistema UNAM.

Colaboración entre subsistemas

Las entidades de la UNAM publicaron 2981 artículos en colaboración con otras entidades de la propia UNAM, esto representa el 11.8 % del total de publicaciones.

En la Figura 3 se muestra la estructura de colaboración entre los diferentes subsistemas en base al número de artículos conjuntos entre entidades de la UNAM. El total de artículos por entidad se representa por diámetro del círculo asociado a cada entidad, y el número de colaboraciones entre entidades por el ancho de las líneas que unen los círculos asociados a cada entidad.

Subsistema de la Investigación Científica¹²

En el año de 1945 se creó la Coordinación de la Investigación Científica y se integraron el Instituto de Biología que fue creado en 1929, el de Química en 1941, el de Física en 1938, el de Matemáticas en 1942, el de Geología en 1929, el de Geofísica en 1945, el de Geografía que data de 1933 y el Observatorio Astronómico que se transformó en el Instituto de Astronomía en 1967.

La Coordinación de la Investigación Científica se crea con el objetivo de orientar los trabajos de los institutos y centros, estudiar y proponer cambios en su organización y trabajo y propiciar su desarrollo, de acuerdo a lo establecido en el estatuto general de la Universidad. Hacia 1980 los institutos y centro en operación eran, además de los mencionados, el Centro de Investigaciones en Fisiología Celular, el Centro de Ciencias del Mar y Limnología, el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Centro de Investigaciones sobre Fijación del Nitrógeno, el Centro de Estudios Nucleares, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, el Centro de Instrumentos, el Centro de Ciencias de la Atmósfera y el Instituto de Ingeniería. Para 2003 las entidades del SIC (Tabla 3) están agrupadas en tres áreas de conocimiento: Ciencias Físico Matemáticas (CFM), Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud (CQByS) y Ciencias de la Tierra e Ingenierías (CTI).

Las entidades de la UNAM publicaron 1583 artículos en colaboración con otras entidades del otro subsistema, que representa el 6.3% de los 25259 artículos UNAM.

Publicaciones

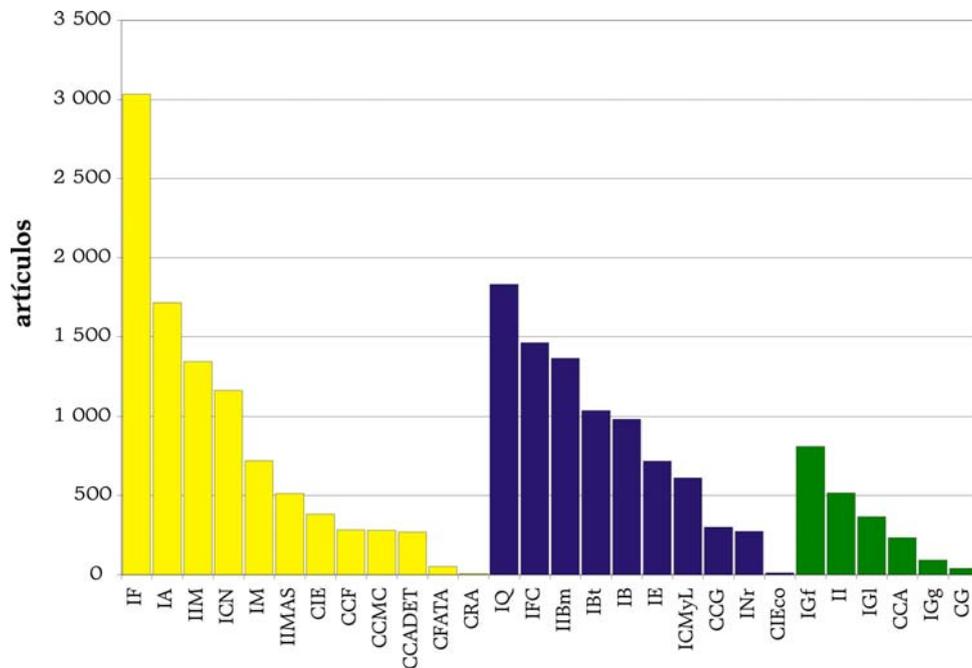
La entidad que participó en el mayor número de artículos fue el Instituto de Física con un total de 3040. En la Gráfica 8 se muestra el total de artículos por entidad. Las entidades están agrupadas por área de conocimiento: Ciencias Físico Matemáticas (amarillo), Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud (azul) y Ciencias de la Tierra e Ingenierías (verde).

¹² Nos referiremos indistintamente como: Subsistema de la Investigación Científica, Subsistema o SIC.

			Fecha de creación
CFM	Instituto de Astronomía	IA	1929
CFM	Instituto de Ciencias Nucleares	ICN	1972
CFM	Instituto de Física	IF	1938
CFM	Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	IIMAS	1958
CFM	Instituto de Investigaciones en Materiales	IIM	1967
CFM	Instituto de Matemáticas	IM	1942
CFM	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	CCADET	1971
CFM	Centro de Ciencias de la Materia Condensada	CCMC	1997
CFM	Centro de Ciencias Físicas	CCF	1998
CFM	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	CFATA	2002
CFM	Centro de Investigaciones en Energía	CIE	1996
CFM	Centro de Radioastronomía y Astrofísica	CRA	2003
CQByS	Instituto de Biología	IB	1929
CQByS	Instituto de Biotecnología	IBt	1982
CQByS	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	ICMyL	1973
CQByS	Instituto de Ecología	IE	1984
CQByS	Instituto de Fisiología Celular	IFC	1979
CQByS	Instituto de Investigaciones Biomédicas	IIBm	1941
CQByS	Instituto de Neurobiología	INr	1993
CQByS	Instituto de Química	IQ	1941
CQByS	Centro de Ciencias Genómicas	CCG	1980
CQByS	Centro de Investigaciones en Ecosistemas	CIEco	2003
CTI	Instituto de Geofísica	IGf	1945
CTI	Instituto de Geología	IGI	1929
CTI	Instituto de Ingeniería	II	1976
CTI	Instituto de Geografía	IGg	1943
CTI	Centro de Ciencias de la Atmósfera	CCA	1977
CTI	Centro de Geociencias	CG	2002

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 3. Entidades del Subsistema de la Investigación Científica SIC-UNAM.

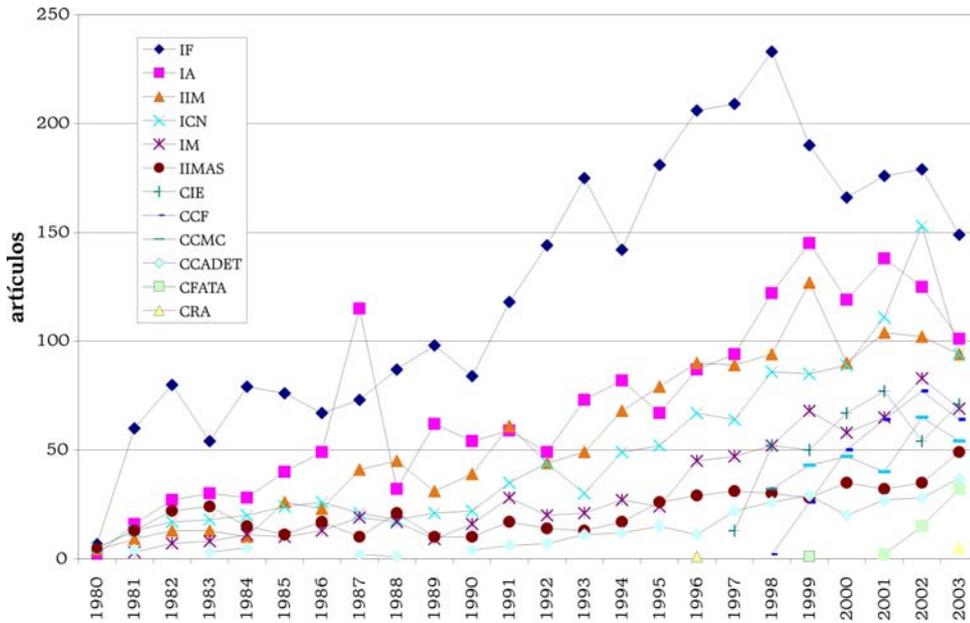


FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 8. Publicación total de artículos* SIC-UNAM.
*incluye coautorías

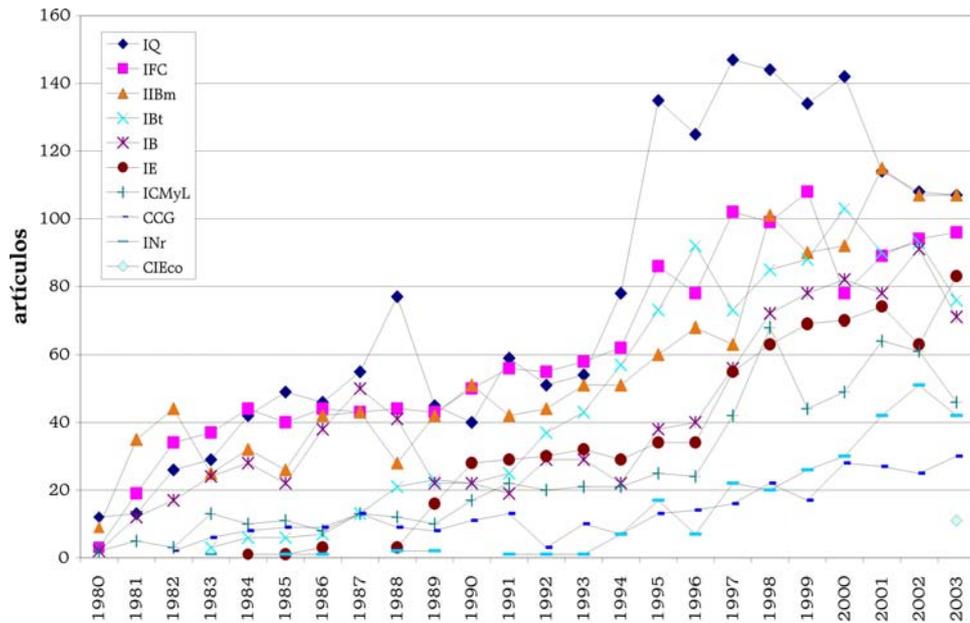
Publicación anual de artículos

Si bien se observa un incremento sustancial a partir del año de 1990, es manifiesto el cambio drástico en el crecimiento de artículos en el año 2000 en las entidades de las áreas CFM y CQByS, crecimiento que no ha alcanzado el ritmo de los años 1990; cambio que no es tan manifiesto en las entidades del área CTI (Gráficas 9, 10 y 11: Tabla 4).



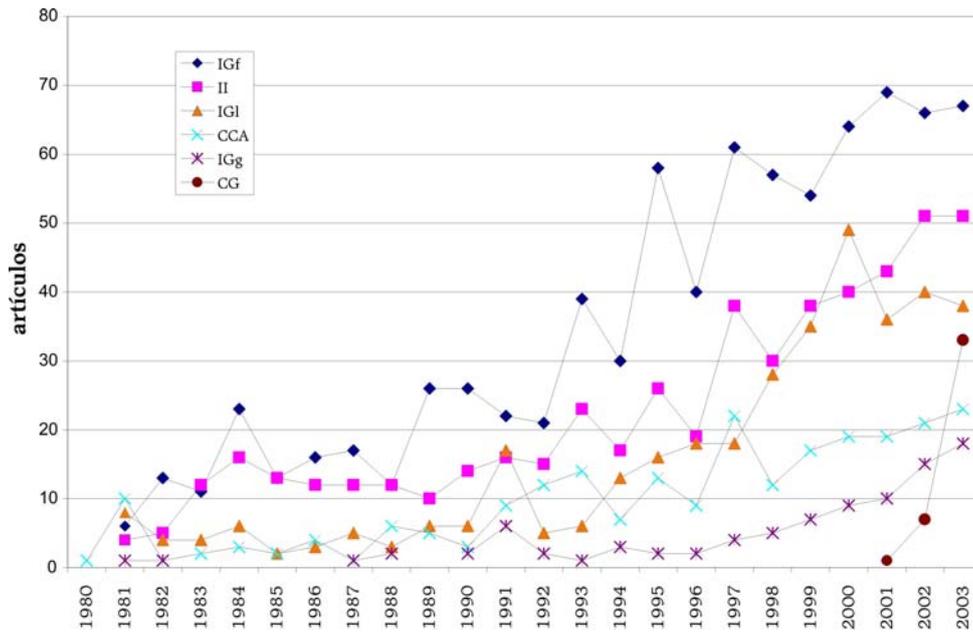
FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 9. Publicación anual de artículos* SIC-UNAM. Área Ciencias Físico Matemáticas.
*incluye coautorías



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 10. Publicación anual de artículos* SIC-UNAM. Área Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud
*incluye coautorías



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 11. Publicación anual de artículos* SIC-UNAM. Área Ciencias de la Tierra e Ingenierías
*incluye coautorías

Entidad	Total	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
IF	3034	7	60	80	54	79	76	67	73	87	98	84	118	144	175	142	181	206	209	233	190	166	176	179	149	
IA	1716	2	16	27	30	28	40	49	115	32	62	54	59	49	73	82	67	87	94	122	145	119	138	125	101	
IIM	1347	4	9	13	13	10	26	23	41	45	31	39	61	44	49	68	79	90	89	94	127	90	104	102	94	
ICN	1164	5	13	17	18	20	24	26	21	18	21	22	35	44	30	49	52	67	64	86	85	89	111	153	94	
IM	720		3	7	8	11	10	13	19	17	9	16	28	20	21	27	24	45	47	52	68	58	65	83	69	
IIMAS	514	5	13	22	24	15	11	17	10	21	10	10	17	14	13	17	26	29	31	30	28	35	32	35	49	
CIE	384																		13	52	50	67	77	54	71	
CCF	284																			2	26	50	64	77	64	
CCMC	281																			32	43	47	40	65	54	
CCADET	270		4		3	5			2	1		4	6	7	11	12	15	11	22	26	29	20	27	28	37	
CFATA	52																					1		2	15	32
CRA	6																		1						5	
IQ	1832	12	13	26	29	42	49	46	55	77	45	40	59	51	54	78	135	125	147	144	134	142	114	108	107	
IFC	1463	3	19	34	37	44	40	44	43	44	43	50	56	55	58	62	86	78	102	99	108	78	89	94	96	
IIBm	1369	9	35	44	25	32	26	42	43	28	42	51	42	44	51	51	60	68	63	101	90	92	115	107	107	
IBt	1037				3	6	6	7	13	21	23	22	25	37	43	57	73	92	73	85	88	103	90	93	76	
IB	983	2	12	17	24	28	22	38	50	41	22	22	19	29	29	22	38	40	56	72	78	82	78	91	71	
IE	719					1	1	3		3	16	28	29	30	32	29	34	34	55	63	69	70	74	63	83	
ICMyL	611	2	5	3	13	10	11	8	13	12	10	17	22	20	21	21	25	24	42	68	44	49	64	61	46	
CCG	300			2	6	8	9	9	13	9	8	11	13	3	10	7	13	14	16	22	17	28	27	25	30	
INr	274				1		1	1		2	2		1	1	1	7	17	7	22	20	26	30	42	51	42	
CIeco	11																								11	
IGf	811		6	13	11	23	13	16	17	12	26	26	22	21	39	30	58	40	61	57	54	64	69	66	67	
II	517		4	5	12	16	13	12	12	10	14	16	15	15	23	17	26	19	38	30	38	40	43	51	51	
IGI	367		8	4	4	6	2	3	5	3	6	6	17	5	6	13	16	18	18	28	35	49	36	40	38	
CCA	235	1	10	1	2	3	2	4	1	6	5	3	9	12	14	7	13	9	22	12	17	19	19	21	23	
IGg	91		1	1					1	2		2	6	2	1	3	2	2	4	5	7	9	10	15	18	
CG	41																						1	7	33	

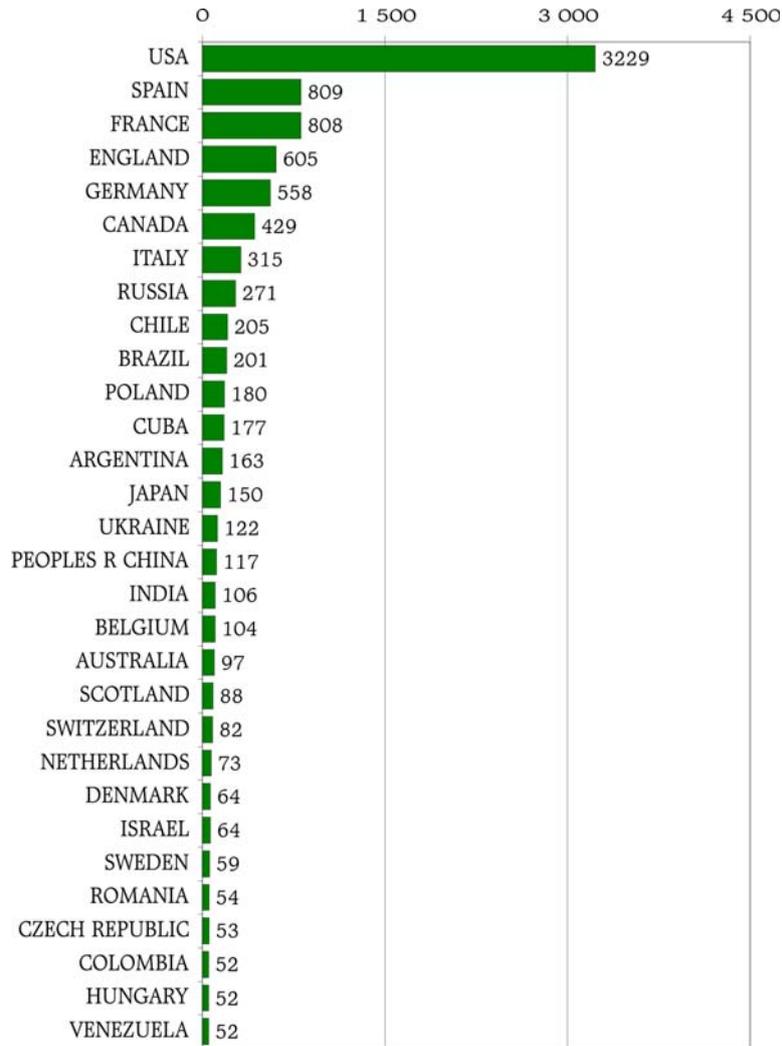
FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 4. Publicación total de artículos* SIC-UNAM.
*incluye coautorías

Colaboración con instituciones del extranjero

Los investigadores afiliados a entidades del SIC de la UNAM han colaborado con investigadores afiliados a 2405 Instituciones de 103 países.

En la Gráfica 12 se muestran los primeros 30 países con que se ha colaborado en más de 50 artículos.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Gráfica 12. Colaboración SIC-UNAM con diversos países.

En las Tablas 5, 6 y 7 se muestra la colaboración con diversas instituciones extranjeras en más de 50 artículos, por cada una de las entidades del SIC. La Institución¹³ con la que han colaborado más las entidades del Subsistema el consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, con un total de 281 artículos.

¹³ Los nombres de las instituciones que se manejan en las tablas siguientes, corresponde a la forma en que ISI-THOMSON las identifica en sus diversas bases de datos.

país	Institución	IF	IA	IIM	ICN	IM	IIMAS	CIE	CCF	CCMC	CCADET	CFATA	CRA
SPAIN	CONSEJO SUPER INVEST CIENT	40	117	19	6	1		7		2	2	2	1
USA	UNIV TEXAS	23	18	4	14	2	1	5	1	5		2	
USA	HARVARD SMITHSONIAN CTR ASTROPHYS		143		1				6				2
FRANCE	UNIV PARIS	27	6	5	20	8	2		2				
USA	UNIV WISCONSIN	18	49		7	1	1		1		1		
USA	UNIV CALIF BERKELEY	4	33	1	4	1	1		9	1			
FRANCE	CTR NATL RECH SCI	14	7	16	7	2	1		6				
USA	UNIV ARIZONA	5	21		2	1	1						1
CUBA	UNIV LA HABANA	14		17			10	2		31	6		
CHILE	UNIV CHILE	4	69		4								2
SPAIN	UNIV BARCELONA	6	40	7	4	6							1
USA	CALTECH	1	63	6	7		8						
USA	UNIV CALIF SAN DIEGO	16	8	6	3	5	2	1		16			
POLAND	MARIE CURIE SKLODOWSKA UNIV	7		1									
SPAIN	INST ASTROFIS CANARIAS		89		1								
CANADA	UNIV TORONTO	3	17	1								1	
SPAIN	UNIV AUTONOMA MADRID	59	7	9	1			1			1		
ENGLAND	UNIV SUSSEX	56	4	6	8								
USA	TEXAS A&M UNIV	18		17	1	1	1						
USA	OAK RIDGE NATL LAB	62			15				6				
RUSSIA	RUSSIAN ACAD SCI	3	19	6	2	3			1	2			
USA	HARVARD UNIV	4	8	2			2		2				
USA	UNIV MARYLAND	2	6	1	13	3			1				
USA	UNIV CALIF LOS ANGELES	7	5			1							
ENGLAND	UNIV MANCHESTER		69		2					7			
ENGLAND	UNIV LONDON	6	6	2	2	1	5	3		2	4		
UKRAINE	NATL ACAD SCI UKRAINE	4	3		8			1				3	
USA	UNIV COLORADO		26	4	1	2	1	6	5				
USA	UNIV FLORIDA	3	2	4	3	1		2					
USA	LOUISIANA STATE UNIV		1		33	1							
ITALY	CONS NAZ RICER		37	1									
RUSSIA	MOSCOW MV LOMONOSOV STATE UNIV	4	10	6	12	1	1			6			
ENGLAND	UNIV CAMBRIDGE	8	16	11	2		1				1		
USA	UNIV CALIF IRVINE	7	3	6			3						
SPAIN	UNIV COMPLUTENSE MADRID	5	12	11	1	4	1	4			1		
USA	STATE UNIVERSITY NEW YORK	8	4	4		1							
SPAIN	UNIV SEVILLA	16	1	1	28	4			11				
USA	NASA	1	22		5								
USA	STANFORD UNIV	5			2		1		1	2			
USA	PENN STATE UNIV	1	4		24								
USA	UNIV MICHIGAN	7	28		4		1						
ENGLAND	UNIV OXFORD	14	8	2	5	2	4	2	1			1	
USA	UNIV WASHINGTON	4	19		1	1	1		1				
CANADA	MCGILL UNIV	7						1		1			
USA	UNIV MINNESOTA	1	7	1	4	2	1		3				
USA	UNIV ILLINOIS	7	11	3	2	1		1					
CANADA	UNIV MONTREAL	1	28		2	1	1		4				
USA	YALE UNIV	4	1		21								
ARGENTINA	UNIV NATL LA PLATA	6	7		31								

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 5. Colaboración SIC-UNAM con instituciones del extranjero. Área Ciencias Físico Matemáticas

Pais	Institución	IQ	IFC	IIBm	IBt	IB	IE	ICMyL	CCG	INr	CI Eco
SPAIN	CONSEJO SUPER INVEST CIENT	8		1	3	5	2	12	5	1	
USA	UNIV TEXAS	4	5	4	6	3	2		3	2	
USA	HARVARD SMITHSONIAN CTR ASTROPHYS										
FRANCE	UNIV PARIS	6				1	1				
USA	UNIV WISCONSIN			1	13	2	1		4		
USA	UNIV CALIF BERKELEY	3	1	4	2	9	15				
FRANCE	CTR NATL RECH SCI	9	9	3	2	1			6		
USA	UNIV ARIZONA	3	6	3	13	14	13			2	1
CUBA	UNIV LA HABANA	2		3	1	1		7			
CHILE	UNIV CHILE		1	7	8		2				
SPAIN	UNIV BARCELONA	1	1	2				5	1		
USA	CALTECH		1	1		1	1				
USA	UNIV CALIF SAN DIEGO		2	1	3	1	5	3	1		
POLAND	MARIE CURIE SKLODOWSKA UNIV	87									
SPAIN	INST ASTROFIS CANARIAS										
CANADA	UNIV TORONTO	42	6		1	3					
SPAIN	UNIV AUTONOMA MADRID	8		3	1					1	
ENGLAND	UNIV SUSSEX				1		1	1			1
USA	TEXAS A&M UNIV				1	6	2	14			
USA	OAK RIDGE NATL LAB			1					1		
RUSSIA	RUSSIAN ACAD SCI	10	3	2	2	2	1		2		
USA	HARVARD UNIV	10	4	17	7	2	6			1	
USA	UNIV MARYLAND	1	1	1	8		7	5	1	4	
USA	UNIV CALIF LOS ANGELES		11	2	3	1	1		1		
ENGLAND	UNIV MANCHESTER		1	1							
ENGLAND	UNIV LONDON	4	1	2	2	3	4		1	3	
UKRAINE	NATL ACAD SCI UKRAINE	62									
USA	UNIV COLORADO		1		4	5	4				
USA	UNIV FLORIDA				8	18	9	2		5	
USA	LOUISIANA STATE UNIV	13		1	1	1		12			
ITALY	CONS NAZ RICER	1		2	24		1		1		
RUSSIA	MOSCOW MV LOMONOSOV STATE UNIV	21									
ENGLAND	UNIV CAMBRIDGE	7	2	1	2		4	1		1	
USA	UNIV CALIF IRVINE	2	6		1		7			17	
SPAIN	UNIV COMPLUTENSE MADRID	2									
USA	STATE UNIVERSITY NEW YORK		4	1	2			1			
SPAIN	UNIV SEVILLA				4		1	3		1	
USA	NASA	1					3				
USA	STANFORD UNIV		1	6	14	4	9	1			
USA	PENN STATE UNIV	1	2	1	2	2	5		1		
USA	UNIV MICHIGAN		3	1		3	2		1		
ENGLAND	UNIV OXFORD	2	2		2	3	4		1		
USA	UNIV WASHINGTON	7		1	1		8	1		1	
CANADA	MCGILL UNIV		2	12	1	3	2			1	
USA	UNIV MINNESOTA		1	1	2	4	3		6		
USA	UNIV ILLINOIS	1	2	1	3	1	2		1		
CANADA	UNIV MONTREAL		1		2						
USA	YALE UNIV		1	6	1	3	4			1	
ARGENTINA	UNIV NATL LA PLATA							1			

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 6. Colaboración SIC-UNAM con instituciones del extranjero. Área Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud.

páís	Institución	IGf	II	IGI	CCA	IGg	CG
SPAIN	CONSEJO SUPER INVEST CIENT		5				
USA	UNIV TEXAS	4	2	11		1	1
USA	HARVARD SMITHSONIAN CTR ASTROPHYS						
FRANCE	UNIV PARIS	5	2	17		3	
USA	UNIV WISCONSIN	7	1	3			
USA	UNIV CALIF BERKELEY	2	9	5	2	1	
FRANCE	CTR NATL RECH SCI	10		5			1
USA	UNIV ARIZONA	2		13	1		
CUBA	UNIV LA HABANA	2	12				
CHILE	UNIV CHILE	12	1				
SPAIN	UNIV BARCELONA	10		4		1	2
USA	CALTECH	13	2	4	3	1	
USA	UNIV CALIF SAN DIEGO	5	4				
POLAND	MARIE CURIE SKLODOWSKA UNIV						
SPAIN	INST ASTROFIS CANARIAS						
CANADA	UNIV TORONTO	2					
SPAIN	UNIV AUTONOMA MADRID						
ENGLAND	UNIV SUSSEX						
USA	TEXAS A&M UNIV	3		3			
USA	OAK RIDGE NATL LAB						
RUSSIA	RUSSIAN ACAD SCI	17		1	1		
USA	HARVARD UNIV			2			1
USA	UNIV MARYLAND	2					
USA	UNIV CALIF LOS ANGELES	18	1	2	2		
ENGLAND	UNIV MANCHESTER		1				
ENGLAND	UNIV LONDON	11					
UKRAINE	NATL ACAD SCI UKRAINE	1					
USA	UNIV COLORADO	7	1	1	5		
USA	UNIV FLORIDA				1	1	
USA	LOUISIANA STATE UNIV	1					
ITALY	CONS NAZ RICER	2		1			1
RUSSIA	MOSCOW MV LOMONOSOV STATE UNIV		1	1			
ENGLAND	UNIV CAMBRIDGE	2					
USA	UNIV CALIF IRVINE			1	1		
SPAIN	UNIV COMPLUTENSE MADRID	6	2	1		4	1
USA	STATE UNIVERSITY NEW YORK	10	1				
SPAIN	UNIV SEVILLA						
USA	NASA	14			4		
USA	STANFORD UNIV	3		1		2	
USA	PENN STATE UNIV				1		
USA	UNIV MICHIGAN	6		1			
ENGLAND	UNIV OXFORD						
USA	UNIV WASHINGTON	2				1	
CANADA	MCGILL UNIV			2			
USA	UNIV MINNESOTA	2	1			1	
USA	UNIV ILLINOIS	1		1			
CANADA	UNIV MONTREAL						
USA	YALE UNIV			1			
ARGENTINA	UNIV NATL LA PLATA						

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 7. Colaboración SIC-UNAM con instituciones del extranjero. Área Ciencias de la Tierra e Ingenierías

Colaboración entre entidades

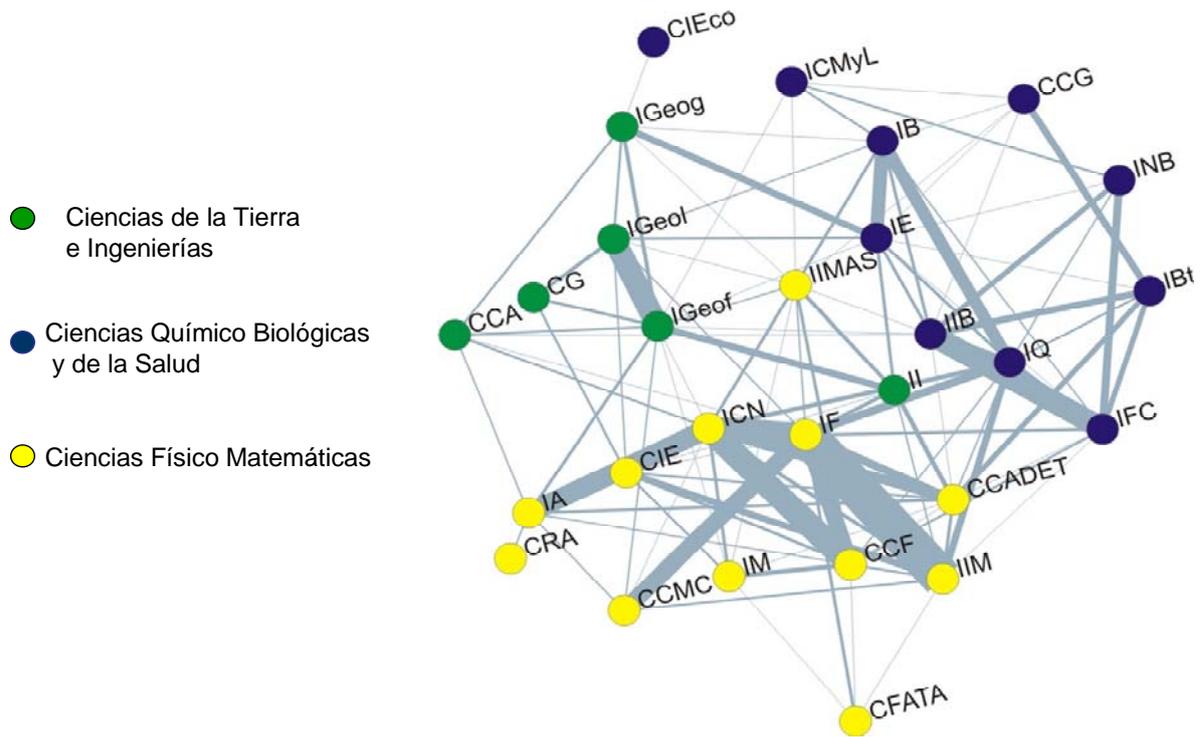
Las entidades del Subsistema publicaron 1271 artículos en colaboración con otras entidades del SIC, lo que representa el 6.7% del total de artículos publicados. El número mayor de entidades participantes en un artículo es de tres

Entre las entidades del Subsistema la mayor colaboración se da entre el Instituto de Física y el Instituto de Investigación en Materiales con un total de 151 artículos. En la Tabla 8 se muestra la colaboración entre entidades, los valores en la diagonal de la matriz son el número total de artículos publicados por cada entidad. Hay 71 artículos en que participaron tres entidades. En la Figura 4 se puede observar la red de colaboración entre las entidades del SIC.

	IF	IIM	ICN	CIE	CCF	CCMC	CFATA	IM	IIMAS	CCADET	IA	CRA	IQ	IFC	IB	IE	ICMyL	CIEco	IIBm	IBt	CCG	INr	IGf	IGl	CCA	IGg	CG	II
IF	3034	151	123	5	22	29	4	5	11	24	8		28	10		3			6				2	4	1			7
IIM	151	1347	28	18	3	5	3			12			42	6						1				5	2			6
ICN	123	28	1164		38	2		15	14	14	29		13										4		4			
CIE	5	18		384	4			3		5										1				2			3	2
CCF	22	3	38	4	284		1	8	4	1	2		3	3														
CCMC	29	5	2			281					2												2					
CFATA	4	3			1		52	1		1																		
IM	5		15	3	8		1	720	8	1													2					
IIMAS	11		14		4			8	514	1			1	1	5	1	1		4		2		5	1	1	1		7
CCADET	24	12	14	5	1		1	1	1	270	17		2	3		1			7	9		2	3					8
IA	8		29		2	2					17	1716	2										5		2			
CRA											2	6																
IQ	28	42	13		3				1	2			1832	26	57	7	1		16	10		2		1				
IFC	10	6			3				1	3			26	1463	6	1	2		52	27	8	14						1
IB								5					57	6	983	35	13		9		3			5	1	2		
IE	3								1	1			7	1	35	719		1	11	4	3	1	2	3	2	11		5
ICMyL									1				1	2	13		611		1	1	1	3	4	3				
CIEco																1		11								1		
IIBm	6								4	7			16	52	9	11	1		1369	30	6	15	1		1			1
IBt		1		1						9			10	27		4	1		30	1037	19				1			1
CCG									2					8	3	3	1		6	19	300	1						1
INr										2			2	14		1	3		15			1	274					
IGf	2		4			2		2	5	3	5					2	4		1				811	41	9	5	4	49
IGl	4	5		2					1				1		5	3	3						41	367		3	5	1
CCA	1	2	4						1	2					1	2			1	1			9	235	5			
IGg									1						2	11		1					5	3	5	91		
CG				3																			4	5			41	
II	7	6	2						7	8				1		5			1	1	1		49	1				517

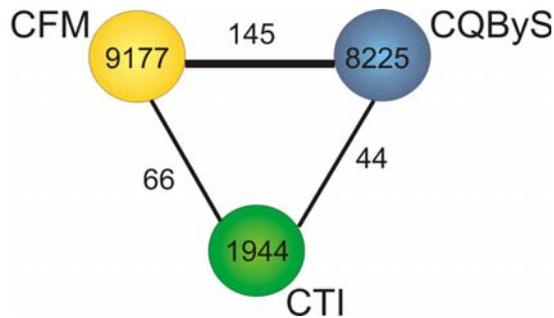
FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 8. Colaboración entre entidades del SIC-UNAM.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Figura 4. Colaboración entre entidades del SIC-UNAM.



FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Figura 5. Colaboración entre áreas del SIC-UNAM.

De la Figura 5 queremos anotar que el 6.2 % de los artículos (566) publicados por el área de las Ciencias Físico-Matemáticas (CFM) corresponden a aquellos que se encuentran fuera de la diagonal de la Tabla 8 y sin repeticiones; en el mismo caso se encuentra el área de las Ciencias Químico- Biológicas y de la Salud (CQByS) con un 4.4% (262 artículos), finalmente en el caso del área de las Ciencias de la Tierra y las Ingenierías (CTI) el 5.9% de los artículos (114) es el que se encuentra fuera de la diagonal. El total de artículos publicados en colaboración entre las tres áreas es de 255 y representa el 1.33% del total.

Artículos por área

En la Tabla 9 se muestra el total de artículos por área de conocimiento, de las diversas entidades que pertenecen al SIC. Cabe señalar que el número mayor de artículos se publican en el área de *Physical, Chemical & Earth Sciences*.

Área	Total
Physical, Chemical & Herat Sciences	9858
Life Sciences	4497
Agriculture, Biology & Environmental Sciences	3280
Engineering, Computing & Technology	2028
Clinical Medicine	344
Multidisciplinary	272
Social & Behavioral Sciences	195
Arts & Humanities	18

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 9. Artículos por área ISI-Thomson. SIC-UNAM

En la Tablas 10, 11 y 12 se muestra el total de artículos por área de conocimiento, y su distribución por cada una de las entidades que pertenecen al SIC. Cabe señalar que el número mayor de artículos se publican en el área de *Physical, Chemical & Earth Sciences*.

	Physical, Chemical & Earth Sciences	Life Sciences	Agriculture, Biology & Environmental Sciences	Engineering, Computing & Technology	Clinical Medicine	Social & Behavioral Sciences	Arts & Humanities	Multidisciplinary
IF	2599	56	51	692	17	11		78
IIM	1104	20	10	427	3			11
ICN	1035	39	20	35	1			14
CIE	279	6	3	191		5		7
CCF	251	6		41				6
CCMC	260	1	1	91				4
CFATA	36		2	24	2			1
IM	460	10	1	31	3	3	2	8
IIMAS	271	30	24	135	15	20	3	15
CCADET	164	25	5	131	3	5	1	14
IA	1594	1	1	24		1		4
CRA	5	1						

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 10. Artículos por área ISI-Thomson. SIC-Área Ciencias Físico Matemáticas

	Physical, Chemical & Earth Sciences	Life Sciences	Agriculture, Biology & Environmental Sciences	Engineering, Computing & Technology	Clinical Medicine	Social & Behavioral Sciences	Arts & Humanities	Multidisciplinary
IQ	1199	541	317	19	6			12
IFC	12	1274	87	7	62	15		12
IB	18	156	876	2	5	2		11
IE	14	106	635	11	2	14	3	29
ICMyL	51	66	525	9	3			2
CI Eco		1	11					
IIBm	15	1075	135	6	186	63	2	18
IBt	20	902	313	14	23	4		13
CCG	2	245	102		2		2	7
INr	1	215	17	2	23	33		2

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 11. Artículos por área ISI-Thomson. SIC-Área Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud

	Physical, Chemical & Earth Sciences	Life Sciences	Agriculture, Biology & Environmental Sciences	Engineering, Computing & Technology	Clinical Medicine	Social & Behavioral Sciences	Arts & Humanities	Multidisciplinary
IGf	649	9	43	43		6	3	8
IGI	261	3	70	15	1	1		18
CCA	113	30	90	9	5	1		4
IGg	39	1	29	8		10	1	4
CG	40	1	1					
II	131	8	119	225		6	1	4

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 12. Artículos por área ISI-Thomson. SIC-Área Ciencias de la Tierra e Ingeniería.

Artículos por Revista

Los investigadores de las entidades del SIC han publicado artículos en 2387 revistas. En la Tabla 13 se muestra, por área, el número de revistas donde han sido publicados los artículos de los investigadores afiliados a entidades del SIC, hay revistas que están clasificados en más de un área.

Area	Total
Physical, Chemical & Earth Sciences	712
Life Sciences	655
Agriculture, Biology & Environmental Sciences	483
Engineering, Computing & Technology	352
Clinical Medicine	143
Social & Behavioral Sciences	60
Multidisciplinary	52
Arts & Humanities	11

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 13. Revistas por área SIC-UNAM.

En las Tablas 14, 15 y 16 se muestra la distribución del número de artículos publicados respecto a las entidades del SIC por revista, para un total mayor a 50 artículos por revista.

NOMBRE DE REVISTA	Total	IF	IIM	ICN	CIE	CCF	CCMC	CFATA	IM	IIMAS	CCADET	IA	CRA
ASTROPHYS J	436	1		15		2					1	415	4
REV MEX FIS	397	185	66	92	11	11	13	1	2	7	21	11	
REV MEX ASTRON ASTR	376	1		8		2					4	372	1
ASTRON ASTROPHYS	325			8			1				3	321	
PHYS REV B	240	174	39	4	3	8	26						
PHYTOCHEMISTRY	183												
ABSTR PAP AM CHEM S	161	32	27	14		1	1		1	1	4		
PHYS REV A	153	98	9	26		18			1	8	1		
PHYS REV D	152	38		112					2	6		8	
J PHYS A-MATH GEN	144	68	2	36		23	2		21	11		1	
B SEISMOL SOC AM	131	7							1	10			
ACTA CRYSTALLOGR C	126	2	3	3							1		
J CHEM PHYS	116	57	15	3	6	9	1		2			2	
J BACTERIOL	115										1		
MON NOT R ASTRON SOC	115	1		2							1	114	
PHYS REV E	113	45	9	8	15	22	2		5			2	
PHYS REV C	112	49		70		9							
IAU SYMP	102											102	
PHYS REV LETT	100	54	4	22	3	12	3	1	1	2		2	
ASTRON J	97			4								94	
BRAIN RES	95									1	3		
PHYSICA A	93	58	13	5	2	5			2	1	1		
J MATH PHYS	91	29		44		6			7	23			
NUCL INSTRUM METH B	89	86	2	5		2							
REV BIOL TROP	89												
THIN SOLID FILMS	84	37	40		11	1	3				2		
BIOPHYS J	77	3				3							
J NEUROCHEM	76												
PHYS LETT A	75	37	5	11		9	3			10		1	
FEBS LETT	74												
RADIAT PHYS CHEM	73	25	9	56			1						
SOL ENERG MAT SOL C	70	5	10		58								
J BIOL CHEM	67												
J PHYS-CONDENS MAT	67	43	13	1	1	1	6				1		
GEOPHYS RES LETT	66		2							1	2		
J APPL PHYS	66	20	39	1	3	1	5				2	1	
J VOLCANOL GEOTH RES	66				6								
MATER LETT	66	45	4			2	12			2	7		
TOPOL APPL	66								66				
ARCH MED RES	65	1							2	2	1		
J ORGANOMET CHEM	65	1	2										
ASTROPHYS SPACE SCI	64		1	7								51	
MOL PHYS	64	21	1	2	3	1							
WATER SCI TECHNOL	64				1								
CHEM PHYS LETT	62	39	1	7		2	2	1	3				
J NAT PROD	62												
AM J BOT	61												
INT J QUANTUM CHEM	61	42	8	7		4							
TECTONOPHYSICS	61	4								2			
J NEUROSCI RES	60												
GENE	58												
PHYSICA C	57	26	38				1		1				
CLASSICAL QUANT GRAV	56	1		54					1				
J PARASITOL	56												
SOLID STATE COMMUN	55	30	19	1	2		7						
BIOCHEM BIOPH RES CO	54					1							
J HETEROCYCLIC CHEM	54												
PHYS LETT B	54	24		32		2						2	
PLANT PHYSIOL	54	1									1		
ANAL SCI	53			1							2		
J NON-CRYST SOLIDS	53	24	34	1	2								
J PHYS D APPL PHYS	51	15	17	1	9	7		1			4		

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 14. Artículos por revista SIC-UNAM. Área Ciencias Físico Matemáticas

NOMBRE DE REVISTA	Total	IO	IFC	IB	IE	ICMyL	CEco	IBm	IBt	CCG	INr
ASTROPHYS J	436										
REV MEX FIS	397	8				3		4			1
REV MEX ASTRON ASTR	376										
ASTRON ASTROPHYS	325										
PHYS REV B	240										
PHYTOCHEMISTRY	183	174	4	27	3				2		
ABSTR PAP AM CHEM S	161	56	4	3		6		10	7		
PHYS REV A	153	1									
PHYS REV D	152										
J PHYS A-MATH GEN	144										
B SEISMOL SOC AM	131										
ACTA CRYSTALLOGR C	126	123	1								
J CHEM PHYS	116	23									
J BACTERIOL	115		28	2		1		18	34	51	
MON NOT R ASTRON SOC	115										
PHYS REV E	113	9									
PHYS REV C	112										
IAU SYMP	102										
PHYS REV LETT	100	1									
ASTRON J	97										
BRAIN RES	95		64					18	3		13
PHYSICA A	93	17			1						
J MATH PHYS	91								1		
NUCL INSTRUM METH B	89		1								
REV BIOL TROP	89			27	3	56			1		
THIN SOLID FILMS	84										
BIOPHYS J	77	1	40					2	35		1
J NEUROCHEM	76		60					14	5	1	1
PHYS LETT A	75	3									
FEBS LETT	74	3	27					1	44	2	2
RADIAT PHYS CHEM	73										
SOL ENERG MAT SOL C	70								1		
J BIOL CHEM	67	2	38		1			7	19	2	1
J PHYS-CONDENS MAT	67	4									
GEOPHYS RES LETT	66					1					
J APPL PHYS	66										
J VOLCANOL GEOTH RES	66										
MATER LETT	66										
TOPOL APPL	66										
ARCH MED RES	65	2	15		1	1		30	9		4
J ORGANOMET CHEM	65	62									
ASTROPHYS SPACE SCI	64										
MOL PHYS	64	36									
WATER SCI TECHNOL	64				2			1	1		
CHEM PHYS LETT	62	13									
J NAT PROD	62	55	3	16	2						1
AM J BOT	61		1	17	43		1		1		
INT J QUANTUM CHEM	61	3						4			
TECTONOPHYSICS	61					1					
J NEUROSCI RES	60		56					3	2		1
GENE	58		3					12	40	6	1
PHYSICA C	57										
CLASSICAL QUANT GRAV	56										
J PARASITOL	56		6	25		2		24	1		
SOLID STATE COMMUN	55										
BIOCHEM BIOPH RES CO	54	3	35		1			2	16		
J HETEROCYCLIC CHEM	54	54									
PHYS LETT B	54										
PLANT PHYSIOL	54	1	3		1			1	40	7	
ANAL SCI	53	51									
J NON-CRYST SOLIDS	53	1									
J PHYS D APPL PHYS	51										

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 15. Artículos por revista SIC-UNAM. Área Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud.

NOMBRE DE REVISTA	Total	IGf	IGI	CCA	IGg	CG	II
ASTROPHYS J	436	9					
REV MEX FIS	397	1		1			2
REV MEX ASTRON ASTR	376	3					
ASTRON ASTROPHYS	325	4					
PHYS REV B	240						1
PHYTOCHEMISTRY	183						
ABSTR PAP AM CHEM S	161	3	2	3	3		2
PHYS REV A	153			1			
PHYS REV D	152						
J PHYS A-MATH GEN	144						
B SEISMOL SOC AM	131	74	2				66
ACTA CRYSTALLOGR C	126						
J CHEM PHYS	116		1				
J BACTERIOL	115						
MON NOT R ASTRON SOC	115						
PHYS REV E	113		1				
PHYS REV C	112						
IAU SYMP	102						
PHYS REV LETT	100	2	1				
ASTRON J	97						
BRAIN RES	95						
PHYSICA A	93						
J MATH PHYS	91						
NUCL INSTRUM METH B	89		1				
REV BIOL TROP	89			2			
THIN SOLID FILMS	84						
BIOPHYS J	77						
J NEUROCHEM	76						
PHYS LETT A	75						
FEBS LETT	74						
RADIAT PHYS CHEM	73						
SOL ENERG MAT SOL C	70						2
J BIOL CHEM	67						
J PHYS-CONDENS MAT	67						1
GEOPHYS RES LETT	66	54	3	2		2	6
J APPL PHYS	66	1					1
J VOLCANOL GEOTH RES	66	50	15		2		
MATER LETT	66	1	1				2
TOPOL APPL	66						
ARCH MED RES	65						
J ORGANOMET CHEM	65						
ASTROPHYS SPACE SCI	64	6					
MOL PHYS	64	1					1
WATER SCI TECHNOL	64		1				59
CHEM PHYS LETT	62						
J NAT PROD	62						
AM J BOT	61		3				
INT J QUANTUM CHEM	61						
TECTONOPHYSICS	61	32	21		1	2	7
J NEUROSCI RES	60						
GENE	58						
PHYSICA C	57						
CLASSICAL QUANT GRAV	56						
J PARASITOL	56						
SOLID STATE COMMUN	55						
BIOCHEM BIOPH RES CO	54						
J HETEROCYCLIC CHEM	54						
PHYS LETT B	54						
PLANT PHYSIOL	54						
ANAL SCI	53						
J NON-CRYST SOLIDS	53						
J PHYS D APPL PHYS	51						

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 16. Artículos por revista SIC-UNAM. Área Ciencias de la Tierra e Ingeniería.

En la Tabla 17 se muestra el total de artículos del SIC-UNAM en las revistas Nature, Science y Proceedings of the National Academy of Sciences of USA.

Entidad	Revista Nature	Revista Science	Proceedings of the National Academy of Sciences, USA
IF	3	3	
IIM			
ICN	1	1	
CIE			
CCF			
CCMC			
CFATA			
IM			
IIMAS	1		1
CCADET			
IA	10	3	1
CRA			
IQ			1
IFC	4	2	8
IB	2	3	1
IE	3	8	5
ICMyL			1
CIEco			
IIBm	2	2	7
IBt	3		9
CCG	1	1	5
INr			6
IGf	15	5	
IGl	4	1	
CCA		1	
IGg			
CG			
II	1	2	
Total de artículos*	47	26	43
Factor de impacto JCR2003	30.979	29.781	10.272

*Sin repeticiones

Tabla 17. Artículos del SIC-UNAM en las revistas Nature, Science y Proceedings of the National Academy of Sciences, USA

En la Tabla 18 se muestra el número de revista en que han publicado artículos cada una de las entidades del SIC (valores en la diagonal), y el número de revista, en común, en que han publicado las entidades (valores fuera de la diagonal). El Instituto de Investigaciones Biomédicas es el instituto que ha publicado en un mayor número de revistas con un total de 457. El Instituto de Física ha publicado

artículos en 422 revistas y ha publicado artículos en 160 revistas en las que el Instituto de Investigaciones en Materiales también lo ha hecho.

Total	entidad	IF	IIM	ICN	CIE	CCF	CCMC	CFATA	IM	IIMAS	CCADET	IA	CRA	IQ	IFC	IB	IE	ICMyL	CIeco	IIBm	IBt	CCG	INr	IGf	IGI	CCA	IGg	CG	II
422	IF	422	160	123	46	75	78	28	41	48	61	34	2	84	29	13	14	8	1	27	18	8	8	39	18	14	6	4	29
282	IIM	160	282	61	54	38	54	23	17	18	44	16		66	13	7	4	5		10	6	1	1	20	11	9	2	24	
194	ICN	123	61	194	23	44	26	11	33	38	29	36	2	45	8	6	6	5		10	7	5	1	33	11	11	1	2	13
109	CIE	46	54	23	109	20	25	6	9	7	22	8		19	1	2	3	4		3	6		1	21	15	2	4	5	20
91	CCF	75	38	44	20	91	23	12	22	22	20	14	2	27	7	1	3	2		8	5	2	2	10	8	3	2	8	
94	CCMC	78	54	26	25	23	94	14	15	11	26	15		19	4	2		3		4	1	1	1	7	6	2	1	1	10
35	CFATA	28	23	11	6	12	14	35	8	5	9	5		8		1		1		1			1	3	2	1		2	
178	IM	41	17	33	9	22	15	8	178	55	12	10		15	7	2	3	3		7	6	3	4	11	6	7	1	5	
237	IIMAS	48	18	38	7	22	11	5	55	237	16	14		15	12	13	13	7		19	11	8	7	22	9	12	6	2	20
128	CCADET	61	44	29	22	20	26	9	12	16	128	16	2	22	19	6	8	7		20	17	4	9	12	3	8	2	1	20
76	IA	34	16	36	8	14	15	5	10	14	16	76	2	8	4	3	5	3		6	4	4	3	21	7	5		10	
3	CRA	2		2		2					2	2	3											2					
288	IQ	84	66	45	19	27	19	8	15	15	22	8		288	47	33	22	14		50	41	15	15	6	7	10	4	5	
324	IFC	29	13	8	1	7	4		7	12	19	4		47	324	28	26	15	1	156	112	35	66	4	8	12	4	1	4
250	IB	13	7	6	2	1	2	1	2	13	6	3		33	28	250	90	49	6	40	26	15	9	13	20	18	9	7	
230	IE	14	4	6	3	3			3	13	8	5		22	26	90	230	33	10	35	32	24	9	16	19	16	24	1	15
161	ICMyL	8	5	5	4	2	3	1	3	7	7	3		14	15	49	33	161		20	17	10	10	24	23	16	10	3	13
10	CIeco	1													1	6	10		10		3			1		1			
457	IIBm	27	10	10	3	8	4	1	7	19	20	6		50	156	40	35	20		457	116	37	67	9	5	19	1	7	
278	IBt	18	6	7	6	5	1		6	11	17	4		41	112	26	32	17	3	116	278	48	39	3	7	7	3	1	14
90	CCG	8	1	5		2	1		3	8	4	4		15	35	15	24	10		37	48	90	7	3	3	2	1	4	
120	INr	8	1	1	1	2	1	1	4	7	9	3		15	66	9	9	10		67	39	7	120	1		4		1	
161	IGf	39	20	33	21	10	7	3	11	22	12	21	2	6	4	13	16	24		9	3	3	1	161	58	26	20	18	34
129	IGI	18	11	11	15	8	6	2	6	9	3	7		7	8	20	19	23	1	5	7	3		58	129	9	16	17	20
83	CCA	14	9	11	2	3	2	1	7	12	8	5		10	12	18	16	16		19	7	2	4	26	9	83	10	2	12
62	IGg	6	2	1	4	2	1		1	6	2			4	4	9	24	10	1	1	3	1		20	16	10	62	6	8
20	CG	4		2	5	1			2	1				1		1	3			1				18	17	2	6	20	7
170	II	29	24	13	20	8	10	2	5	20	20	10		5	4	7	15	13		7	14	4	1	34	20	12	8	7	170

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 18. Número de revistas en que se han publicado artículos del SIC.

En la Tabla 19 se muestra el promedio de artículos por revistas para cada una de las entidades del subsistema.

Entidad	Promedio
IA	22.58
IF	7.19
ICN	6
IIM	4.78
IM	4.04
CIE	3.52
CCF	3.12
CCMC	2.99
IIMAS	2.17
CCADET	2.11
CRA	2
CFATA	1.49

Entidad	Promedio
IQ	6.36
IFC	4.52
IB	3.93
ICMyL	3.8
IBt	3.73
CCG	3.33
IE	3.13
IIBm	3
INr	2.28
CIeco	1.1

Entidad	Promedio
IGf	5.04
II	3.04
IGI	2.84
CCA	2.83
CG	2.05
IGg	1.47

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 19. Promedio de artículos por revista SIC.

Citas por artículo

El número promedio de citas por artículo de los artículos de investigadores afiliados a entidades del SIC es de 6.10. En la Tabla 20 se muestra los valores para las todas las entidades del SIC.

Entidad	Total de Artículos	Total de Citas	Total de Citas / Total de Artículos	Entidad	Total de Artículos	Total de Citas	Total de Citas / Total de Artículos
IF	3034	23392	7.71	IB	983	5273	5.36
IIM	1347	6787	5.04	IE	719	7810	10.86
ICN	1164	6581	5.65	ICMyL	611	2885	4.72
CIE	384	1088	2.83	CIEco	11	8	0.73
CCF	284	919	3.24	IIBm	1369	13651	9.97
CCMC	281	629	2.24	IBt	1037	11527	11.12
CFATA	52	41	0.79	CCG	300	7928	26.43
IM	720	1919	2.67	INr	274	1347	4.92
IIMAS	514	2554	4.97	IGf	811	5872	7.24
CCADET	270	856	3.17	IGl	367	2252	6.14
IA	1716	22278	12.98	CCA	235	1385	5.89
CRA	6	4	0.67	IGg	91	210	2.31
IQ	1832	9563	5.22	CG	41	15	0.37
IFC	1463	17676	12.08	II	517	2899	5.61

FUENTE: Laboratorio de Redes, Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales, IIMAS-UNAM, 2005.

Tabla 20. Artículos, citas y citas por artículo SIC-UNAM.

Resumen, Conclusiones y Trabajo futuro

Resumen

En este trabajo presentamos el análisis de la estructura de las colaboraciones de científicos en los campos del conocimiento que se cultivan México, la UNAM y el Subsistema de la Investigación Científica; en cada artículo indizado por Thomson Scientific (antes ISI Thomson) hay por lo menos un autor de México. Hemos presentado una visión general de las redes de académicos a través de sus publicaciones: determinamos como se agrupan las diversas entidades académicas, en que revistas publican, los coautores de instituciones nacionales e internacionales; en que revistas publican; en que áreas, entre otros.

Determinamos que el número promedio de citas de todos los campos es 4.64 por artículo, en una ventana de tiempo que va de 1993 a 2003. La publicación de artículos, incluyendo coautores, se encuentra en la región 50 a 10 000 artículos 500 a 30 000 citas. Garfield menciona la importancia del uso de indicadores cuantitativos para evaluar las políticas de desarrollo de la Ciencia y de la Tecnología.

Pocos podrán discutir la propuesta de que la base científica y tecnológica es un elemento crítico en la fortaleza de la economía, de la estatura política y de la vitalidad cultural de un país. Los administradores del gobierno, los creadores de las políticas de ciencia y tecnología y los directivos de las universidades requieren de indicadores validos y confiables para una variedad de propósitos: por ejemplo, para medir la efectividad del gasto en investigación, identificar las áreas de excelencia, para fijar prioridades en su planeación estratégica, monitorear el avance de sus competidores y de sus colegas, y detectar especialidades emergentes y nuevas tecnologías para lograr un desarrollo acelerado y de la necesidad de contar con elementos para medir estos indicadores.

El número total de artículos indizados por ISI-Thomson con participación de investigadores afiliados a instituciones mexicanas, en el periodo bajo estudio, es de 71868. La UNAM participa en casi el 38% de la producción de los artículos, el otro 62% lo realizan diversas instituciones, como lo mostramos en la Figura 2.

Publicación anual de artículos

La publicación anual de artículos en el ámbito nacional presenta un incremento notorio y constante a partir del año de 1990, de acuerdo con la Gráfica 3, como resultado de las políticas de Ciencia y Tecnología de años recientes, antes de 1990 la tasa de crecimiento anual promedio nacional de artículos era de 2.9%, la de la UNAM de 6 % y la de otras instituciones sin incluir a la UNAM del 1.22 %. Del año de 1990 al 2001 la tasa de crecimiento anual promedio nacional fue de 15 %, la de la UNAM del 10 % y la de las diversas instituciones sin incluir a la UNAM de 11.6%, lo que marca un despunte en la producción de artículos de otras entidades nacionales. Los artículos con dos autores sobrepasan a los de un autor desde 1984, los de tres autores sobrepasan a los de un autor desde 1984. El caso de cuatro autores ocurre desde 1993. El caso de tres a dos autores ocurre en 1995, y el de cuatro a uno también ocurre en 1995. En 2003 el orden es 3, 2, 4, 5, 6, 1 autores por artículo.

Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales que se localizan en Distrito Federal y en los estados de Morelos, Puebla, Guanajuato y Estado de México, son autores o coautores de 57161¹⁴ de un total de 71868 artículos, lo que representa cerca del 80%. Los investigadores afiliados a Instituciones Nacionales que se localizan en Distrito Federal y en los estados de Morelos, Puebla, Baja California, Guanajuato, Jalisco y Nuevo León, son autores o coautores de 62164 de un total de 71868 artículos, lo que representa más del 86 %. Estas entidades tienen un total superior a 2000 artículos. Determinamos que la publicación de artículos científicos de la UNAM, el Subsistema de la Investigación Científica contribuyó con el 75.6 % y el Subsistema de Escuelas y Facultades con el 28.8 %, Gráfica 6.

Colaboración entre subsistemas

Las entidades de la UNAM escribieron 2981 artículos en colaboración con otras entidades de la UNAM lo que representa un 11.8 % de colaboración entre entidades. Las entidades de la UNAM escribieron 1583 artículos en colaboración con otras entidades del otro subsistema, que representa el 8.3% de artículos en colaboración entre subsistemas.

Publicaciones

La entidad que participó en el mayor número de artículos fue el Instituto de Física con un total de 3040. En la Gráfica 8 se muestra el total de artículos por entidad. Las entidades están agrupadas por área de conocimiento: Ciencias Físico

¹⁴ Estas cifras corresponde al total acumulado de dichos Estados.

Matemáticas (amarillo), Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud (azul) y Ciencias de la Tierra e Ingenierías (verde).

Colaboración con instituciones del extranjero

Encontramos que los investigadores afiliados a entidades del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM han colaborado con investigadores afiliados a 2405 Instituciones de 103 países diferentes. En la Gráfica 12 mostramos 30 países con que se ha colaborado con más de 50 artículos.

El 6.2 % de los artículos (566) publicados por el área de las Ciencias Físico Matemáticas, CFM, Figura 5, corresponden a aquellos que se encuentran fuera de la diagonal de la Tabla 8 y sin repeticiones. En el mismo caso se encuentran las Ciencias Químico Biológicas y de la Salud, COBS con un 4.4% (262 artículos), finalmente en el caso de Ciencias de la Tierra y de las Ingenierías, CTI, el 5.9% de los artículos (114) es el que se encuentra fuera de la diagonal El total de artículos escritos en colaboración entre las tres áreas es de 255 y representa el 1.33% del total.

Artículos por área

En la Tabla 9 mostramos el total de artículos de las diversas entidades que pertenecen al SIC, por área de conocimiento,. Cabe señalar que el mayor número de artículos se escriben en el área de *Physical, Chemical & Earth Sciences*.

En la Tablas 10, 11 y 12 se muestra el total de artículos por área de conocimiento, y su distribución por cada una de las entidades que pertenecen al SIC. Cabe señalar que el mayor número de artículos se escriben en el área de *Physical, Chemical & Earth Sciences*.

Artículos por Revista

Encontramos que los investigadores de las entidades académicas pertenecientes al SIC y han escrito artículos en 2387 revistas. En la Tabla 13 se muestra, por área, el número de revistas donde han sido publicados los artículos de los investigadores afiliados a entidades del SIC, hay revistas que están clasificados en más de un área.

Determinamos el número de artículos que han publicado las entidades listadas en la Tabla 17 en las revistas *Nature, Science* y en los *Proceedings* de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica.

Un dato interesante y que refleja el interés de los investigadores en publicar en un grupo escogido de revistas que se adaptan a su perfil académico, es el siguiente:

El Instituto de Astronomía ha publicado 22.58 artículos por revista en promedio, el Instituto de Física 7.19, el Instituto de Química 6.36 y el de Geofísica 5.04.

Conclusiones

Este trabajo nos ha permitido abrir una ventana en el tiempo y observar como se ha desarrollado el proceso de investigación científica en nuestro país y en particular en la Universidad Nacional Autónoma de México y del Subsistema de la Investigación Científica.

Hemos examinado el crecimiento de la publicación de artículos científicos de 1981 a 2003; en México, la UNAM y el SIC. Determinamos cuales son las entidades académicas que han publicado conjuntamente, en que áreas, en que revistas y con que intensidad. Para cada entidad determinamos el número de artículos, en que áreas y en que revistas de tal suerte que tenemos un mapa de todas las interacciones: publicaciones entre entidades, con otros países, determinación de instituciones extranjeras, áreas y número de artículos. Podemos decir que tenemos la caracterización de toda la estructura de comunicación de gentes e instituciones.

Deberemos hacer un análisis cuidadoso y sistemático cuyos resultados sirvan a las autoridades de Ciencia y Tecnología del Gobierno Central y de los Estados para tomar decisiones que impulsen el desarrollo de la investigación y desarrollo tecnológico a otro estadio. Deberemos escalar en la tabla de los países pertenecientes a la OCDE.

Trabajo futuro

Tenemos una tarea muy importante a futuro que consiste en determinar las redes de cada uno de los académicos del Subsistema de la Investigación Científica, en esta búsqueda deberán quedar registrados estudiantes que estén realizando sus tesis de licenciatura, maestría o doctorado su participación en proyectos de investigación (PAPIIT, CONACYT, otros), identificación de coautores extranjeros y determinación de grupos de pertenencia. Explicar como se ha dado el desarrollo de cada entidad académica, cuales son los factores que han influido mas en su desarrollo. Tratar de determinar en que lugar de la arena nacional e internacional se localiza cada una de las entidades del subsistema de la investigación científica. Será importante comparar nuestro indicadores con los de otros países; los cercanos y los que se encuentran en los primeros lugares. ¿Que deberemos hacer para impulsar la Ciencia y Tecnología de nuestro país para que pase al siguiente nivel? Esta es una pregunta que proponemos a los expertos en el tema.

Bibliografía

De Solla Price, D. J. (1963). *Little Science, Big Science*, Columbia University Press, New York.

Garfield, E. (Chairman Emeritus, ISI) (2004). *Systematic Serendipity: Finding the Undiscovered Answers to Science Questions*, The Medical Ignorance Collaboratory University of Arizona Health Science Center, Tucson, Arizona, USA, July.

Garfield, E. (1996). "When to cite", *Library Quarterly*, Vol. 66 (4), p.449-458, October.

Garfield, E. and Welljams-Dorof, A. (1992). "Citation data: their use as quantitative indicators for science and technology evaluation and policy-making", *Science & Public Policy*, 19(5) pp.321-327, October.

J. Sylvan Katz and Ben R. Martin (1997), "What is research collaboration?", *Research Policy*, 26: 1-18.

M.E.J. Newman (2001), "The Structure of Scientific collaboration Networks", *PNAS*, January, 98(2):404-409.

Jane M. Russell (2005), "Scientific Communication at the Beginning of the Twenty-First Century", *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 41(1): 545 – 549.

Smith, M. (1958). "The trend toward multiple authorship in Psychology", *American Psychologist* 13, 596-599.