



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**LA INVESTIGACIÓN NUCLEAR EN MÉXICO (1986-1994).  
BIBLIOMETRÍA DE TRABAJOS PUBLICADOS EN  
REVISTAS FUERA DE LA REGIÓN LATINOAMERICANA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN BIBLIOTECOLOGÍA  
PRESENTA:**

**SERGIO ALBERTO GARRIDO ROMERO**

**MÉXICO, D. F.**

**2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **RECONOCIMIENTOS**

Deseo, ante todo, agradecer a Dios el que a pesar de haberse prolongado tanto el desarrollo de este trabajo por mis compromisos laborales y personales, me haya otorgado la perseverancia y fuerza de voluntad para llevarlo a feliz término.

A mi madre, por su apoyo total en todos mis trabajos.

Deseo además agradecer a mi centro de trabajo, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, las facilidades que me otorgó para realizarlo, muy especialmente a través del M. en C. Ricardo Botello Corte, Jefe del Centro de Información y Documentación Nuclear de dicha institución.

Agradezco también el apoyo recibido por parte del Ing. José Alfonso Villarreal Martínez y al M. en C. Ricardo Duarte Pérez, de la Gerencia de Informática del ININ, por conceder y realizar respectivamente el servicio de soporte técnico que comprendió la programación, diseño e impresión de reportes en dBASE IV, para el procesamiento de la información requerida.

Con gran admiración y respeto a la Dra. Judith Licea de Arenas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su excelente orientación y paciencia para la optimización de este trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Jane Russell de Galina del Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas por su fina y paciente revisión de este trabajo.

Mi sincero reconocimiento al Mtro. Alvaro Quijano Solís y al Dr. Heshmattalah Khorramzadeh por sus detalladas observaciones a este trabajo.

Muy especialmente deseo agradecer al maestro Quím. Alfredo Büttinklepper Báez de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México por su gran paciencia y preocupación en la dirección del proyecto de investigación que culminó con esta tesis y en que ella cubriera todos los aspectos de mayor relevancia para las Ciencias Nucleares y de la Información, así como por su apreciable e invaluable auxilio para resolver todos los problemas durante la elaboración de este trabajo.

## ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	IV
PRESENTACIÓN.....	VII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 MARCO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 HIPÓTESIS.....	3
1.4 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.....	3
1.5 REPERCUSIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA .....	4
1.6 INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN TÉRMINOS DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) .....	5
1.7 PLANEACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.....	7
1.8 INDICADORES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.....	7
1.9 LA BIBLIOMETRÍA Y SUS APLICACIONES.....	9
1.10 GASTO POR PUBLICACIONES EN LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS MÁS PRODUCTIVOS....	14
CAPÍTULO 2 MÉTODOS.....	15
2.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ESTUDIO.....	16
2.1.1 Período.....	16
2.1.2 Documentos considerados.....	16
2.1.3 Autores o coautores.....	16
2.1.4 Instituciones.....	16
2.1.5 Título del trabajo.....	17
2.1.6 Disciplinas.....	17
2.1.7 Idioma.....	17
2.1.8 Revista.....	17
2.1.9 Origen de la revista.....	18
2.1.10 Año de publicación y número de acceso.....	18
2.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	18
2.3 DEPURACIÓN DE LAS REFERENCIAS.....	18
2.4 CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS.....	18
2.5 VERIFICACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	18
2.6 ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA BASE DE DATOS.....	19
2.7 PRODUCTIVIDAD ANUAL DE PUBLICACIONES (IGP).....	19
CAPÍTULO 3 RESULTADOS.....	20
3.1 DISTRIBUCIÓN GENERAL.....	20
3.2 DISTRIBUCIÓN POR SECTOR, INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA.....	23
3.3 DISTRIBUCIÓN POR DISCIPLINAS Y GRUPOS DE DISCIPLINAS PRINCIPALES.....	27
3.4 CONTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS A LAS DISCIPLINAS.....	35
3.4.1 Sectores .....	35
3.4.2 Instituciones .....	35
3.4.3 Dependencias .....	36
3.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS DISCIPLINAS DENTRO DE LOS PRINCIPALES SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS .....	39
3.6 PRODUCTIVIDAD GENERAL DE LOS INDIVIDUOS.....	43
3.7 PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DE LOS INDIVIDUOS.....	53
3.8 LOS COAUTORES.....	53
3.9 LOS TIPOS DE DOCUMENTOS.....	69
3.10 IDIOMA DE LOS TRABAJOS.....	69
3.11 LAS REVISTAS.....	71
3.12 EL ORIGEN DE LAS REVISTAS.....	80
3.13 DISTRIBUCIÓN ANUAL Y TENDENCIAS.....	85
CAPÍTULO 4 SÍNTESIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
CAPÍTULO 5 RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS.....	101

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Panorama de estudios bibliométricos por disciplina y localidad	13
2	Gasto y personal en Investigación y Desarrollo y en publicaciones científicas de los países latinoamericanos más productivos (1990)	14
3	Distribución anual por sector, institución y dependencia	22
4	Porcentaje de personas con 1 a n trabajos en cada sector e institución	23
5	Mínima contribución de la mayoría de personas, sectores, instituciones y dependencias	24
6	Distribución anual por disciplina	29
7	Contribución y distribución de trabajos en las disciplinas por sector, institución y dependencia	30
8	Contribución y distribución porcentuales de disciplinas por principales sectores, instituciones y dependencias	31
9	Disciplinas prioritarias por sector, institución y dependencia	42
10	Porcentaje de personas con 1 a n trabajos en cada dependencia	44
11	Índice General de Productividad (IGP) en sectores, instituciones y dependencias principales	45
12	Índice General de Productividad (IGP) en las disciplinas principales	46
13	Porcentaje de personas con 1 a n trabajos en cada disciplina	48
14	Productividad de las personas en los principales sectores, instituciones y dependencias	52
15	Porcentaje de trabajos en los sectores, instituciones, dependencias y disciplinas más representativas con autoría individual	55
16	Producción personal y su distribución anual	56
17	Personas más productivas a nivel institución y dependencia	57
18	Personas más productivas a nivel disciplina	58
19	Número de coautores en los trabajos de los sectores y sus instituciones	60
20	Número de coautores en los trabajos de las instituciones y sus dependencias	61
21	Porcentaje de trabajos en los sectores, instituciones y dependencias más representativas en función del número agrupado de coautores	62
22	Referencias de los trabajos con 20 o más coautores	63
23	Porcentaje de trabajos en cada disciplina en función del número agrupado de coautores	66
24	Número de coautores en los trabajos de cada disciplina	67
25	Distribución de los trabajos en las revistas y revistas con 25% de los trabajos	72
26	Distribución de los trabajos en las revistas	76
27	Revistas más productivas en las cinco principales disciplinas	78
28	Disciplinas y porcentaje de trabajos en las mismas publicados en los títulos de revistas que absorbieron mayor número de trabajos en general y por sector	79
29	Distribución de los trabajos por país de origen de las revistas	82
30	Comparación de la contribución de Argentina, Estados Unidos de Norteamérica, México y el Mundo durante 1992	96
31	Prioridades y distribución porcentual de los trabajos por áreas durante 1992	98

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Distribución por sector e institución expresada en porciento del sector	24
2	Reparto por institución y dependencia expresado en porciento de la institución	26
3	Distribución por disciplina	31
4	Agrupación de las disciplinas más productivas	33
5	Contribución a cada disciplina de los principales sectores	34
6	Contribución a cada disciplina de las dependencias de la UNAM	38
7	Distribución de disciplinas en total y en los principales sectores	40
8	Distribución de disciplinas (UNAM e IPN)	41
9	Trabajos por persona en los principales sectores e instituciones	49
10	Trabajos por persona en las principales instituciones y sus dependencias	50
11	Trabajos por persona en las principales disciplinas	51
12	Coautores en los sectores, instituciones y dependencias principales	64
13	Distribución de coautores en los trabajos de las principales disciplinas	68
14	Distribución de idiomas	70
15	Dispersión de trabajos en las revistas	73
16	Distribución en revistas	74
17	Reparto por origen de la revista en los sectores e instituciones principales	81
18	Reparto por origen de la revista en las instituciones y dependencias principales	83
19	Reparto por origen de la revista en las disciplinas principales	84
20	Distribución anual por sector y total	86
21	Reparto anual por instituciones principales	87
22	Reparto anual por dependencias principales	88
23	Reparto anual por disciplinas principales	89

## **EXTRACTO:**

Se estudia el estado de la investigación nuclear mexicana durante el periodo 1986-1994 a través del análisis de la producción de artículos publicados por instituciones mexicanas en revistas no latinoamericanas de alto prestigio y de circulación internacional. Los datos de cada uno de los 920 trabajos identificados fueron extraídos de la base de datos del International Nuclear Information System (INIS), complementados en anuarios y memorias de instituciones mexicanas de investigación en el área y minuciosamente normalizados, capturados y revisados en una base de datos mediante la cual se evaluó el número de trabajos por disciplina temática, instituciones y dependencias de origen, autores, coautores y año de publicación así como por revistas, origen de las mismas e idioma en que fueron publicados los trabajos y las interacciones importantes de todos esos parámetros.

Los resultados se expresaron en reportes que a su vez se condensaron en cuadros y figuras que permitieron visualizar el estado de esa área de investigación en México.

## **ABSTRACT:**

Mexican research in nuclear science during 1986-1994 has been studied through the bibliometric analysis of the output of scientific papers published by Mexican institutions in non Latin American journals of international circulation.

Bibliographic references were compiled from the International Nuclear Information System (INIS) database as well as from proceedings and annual reports of Mexican research institutions within the field of interest. After careful normalization, data from the 920 detected papers were keyboarded and checked in a database used for the evaluation of the number of papers by discipline, source institutions and departments, authors, coauthors, publication year as well as publishing journals and their geographic origin, language of publication and the interactions of all these parameters. Results were expressed in reports, and summarized in tables and figures to visualize the state of this research field in Mexico.

## **PRESENTACIÓN**

El tema de este trabajo fue seleccionado con objeto de visualizar la dirección que ha seguido la investigación nuclear en México en el periodo 1986-1994, obteniendo los registros de la base de datos bibliográfica INIS. Adicionalmente, se revisó la bibliografía con objeto de asegurar que este trabajo es original y que no ha sido publicado a la fecha ningún otro sobre este tema.

El análisis realizado permite determinar para el periodo y tipo de bibliografía examinados las diferencias de la producción mexicana en las diversas áreas de las ciencias nucleares en México.

En el capítulo 1 se presenta una explicación del desarrollo del trabajo, los objetivos e hipótesis y se describe un breve panorama de la importancia de la investigación científica y tecnológica y sus repercusiones económicas y sociales, así como la inversión en ellas en diferentes países en términos del Producto Interno Bruto (PIB), la planeación de la investigación y sus principales criterios por considerar, los indicadores de la actividad científica y tecnológica, el nacimiento del término Bibliometría y su clasificación, una comparación del costo por publicación en los países latinoamericanos más productivos y al final del capítulo algunos ejemplos de estudios bibliométricos hechos para diferentes áreas del conocimiento.

El capítulo 2 trata de la metodología seguida para la obtención de los registros bibliográficos, los recursos empleados para la obtención de referencias, los parámetros del estudio y las disciplinas comprendidas, la estrategia de búsqueda y la creación de una base de datos doméstica.

En el capítulo 3 se presentan los resultados y análisis de los mismos, en cuanto al número total de personas participantes que publicaron el conjunto de trabajos, las personas, instituciones y disciplinas que más artículos publicaron.

Se presenta también la aplicación de la Ley de Dispersión de Bradford a los datos de este trabajo.

El capítulo 4 presenta una síntesis y discusión sobre los resultados.

El capítulo 5 menciona algunas recomendaciones para la realización constante de este tipo de estudios.

Al final se presenta la bibliografía utilizada.

# **CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN**

## **1.1 MARCO GENERAL**

Una investigación bibliográfica retrospectiva realizada en las diferentes bases de datos de Information Science Abstracts (1966-1995), Library and Information Science Abstracts (1980-1996), INIS (1970-1996), Periódica (1986-1992) y Clase (1986-1992), permitió no solamente compilar la bibliografía pertinente a este trabajo, sino que también confirmar que a la fecha no había sido publicado ningún otro con la temática aquí abordada. Por esta razón, se juzgó interesante efectuar un estudio y evaluación de la investigación nuclear en México, a la luz del número de publicaciones en esta disciplina realizadas por mexicanos.

A fin de garantizar cierta calidad de esa investigación publicada y ante la imposibilidad temporal de realizar un análisis de la misma a través de sus factores de cita o de impacto, se tomó como criterio de calidad el que las publicaciones analizadas hubieran sido realizadas en revistas no latinoamericanas que por lo general y a diferencia de la mayor parte de las latinoamericanas cuentan con rigurosos sistemas de arbitraje que en principio son garantía de la calidad de las publicaciones que ellas hacen.

Por otra parte, teniendo que definir el periodo que dicho estudio debiera de abarcar y habiendo iniciado este proyecto en el año de 1995, se convino enfocar en forma tal que los ciclos quinquenales del mismo y de futuros estudios cerraran en años múltiplos de cinco, por tal motivo, se decidió estudiar el quinquenio inmediato anterior o sea el correspondiente a 1986-1990 ya que el inmediatamente siguiente terminaría en 1995 y en esas fechas no podía haber garantía de que toda la información correspondiente a ese año pudiese estar compilada por las bases de datos debido a que en ese entonces 1995 era aún un año en curso.

Sin embargo, debido a las dilaciones sufridas en el desarrollo del trabajo, el tiempo fue transcurriendo y con el fin de que no se desactualizara el mismo se decidió completarlo con algunos de los años correspondientes al siguiente quinquenio habiendo detenido este proceso en el año de 1994 a fin de no prolongar más el desarrollo del proyecto.

## **1.2 OBJETIVOS**

1. Investigar, por métodos bibliométricos, el volumen, origen y características de la investigación nuclear de calidad producida en México.
2. Generar evidencias que muestren la productividad mexicana en investigación nuclear y que apoyen la toma de decisiones en cuanto a

políticas de investigación y financiamiento a niveles nacional, institucional, departamental e individual en esta área.

3. Identificar, registrar y analizar la investigación nuclear mexicana publicada en revistas de alto prestigio en los años 1986-1994.

### **1.3 HIPÓTESIS**

Si la manifestación más común de la investigación es la publicación de trabajos científicos y si la mayor parte de esas publicaciones se realiza en revistas científicas o técnicas cuya calidad avala la de la investigación en ellas publicada, el número y características de esas publicaciones para México en un periodo y disciplina dados, debe reflejar el estado, características y tendencias de la investigación de calidad aquí realizada.

### **1.4 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

La modificación de la estructura universitaria inspirada en las ideas de Alexander von Humboldt y cristalizada en la fundación de la Universidad de Berlín a principios del siglo pasado, estableció como objetivo básico la obtención de nuevos conocimientos mediante la investigación (121).

Entre 80 y 90% de los conocimientos científicos se han adquirido en los últimos 80-90 años y un igual porcentaje de los hombres de ciencia que han existido, se encontraba vivo en 1975 (95), cifras que ponen de manifiesto el vertiginoso crecimiento de la ciencia y de la tecnología en la época contemporánea.

Por sí solos, la mayor parte de los conocimientos científicos no alcanzarían los beneficios sociales, políticos y económicos que los han colocado como imprescindibles, de no haber sido puestos al servicio de la sociedad mediante la innovación tecnológica.

A medida que se generan nuevos satisfactores sociales y económicos para el mejoramiento de la calidad de vida del individuo, (97) surge la demanda de otros mejores y esto ha desencadenado la explosión del conocimiento y de su manifestación más inmediata: la información.

Es por ello que no debe sorprender la cada vez mayor inversión realizada en promover aquellos factores que permiten la generación de nuevos conocimientos y

su innovación tecnológica correspondiente. Esos factores son fundamentalmente: la investigación científica y tecnológica y los recursos materiales y humanos necesarios para su realización.

El éxito alcanzado por la producción de nuevos conocimientos y su correspondiente innovación tecnológica ha conducido a la capitalización de sus consecuencias por gran parte de quienes han patrocinado el proceso para su adquisición, dando por resultado una especie de monopolización del conocimiento y de su gestación por parte de algunas pocas empresas y/o países (5, 12), situación que ha generado núcleos de poder y provocado, en muchos casos, una dependencia científica y tecnológica que frecuentemente se ha transformado en política y económica.

El progreso técnico constituye, hoy día, la base de la abundancia y del crecimiento y en buena medida, de la independencia y el fundamento de este progreso es la investigación científica y tecnológica (115).

Así pues, la ciencia se pone al servicio de la lucha competitiva en los planes de acción de las colectividades para alcanzar nuevas metas y lograr su prosperidad y desarrollo (100, 115).

## **1.5 REPERCUSIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

La investigación científica y tecnológica contribuye, entre otras cosas, al desarrollo económico, social y cultural de las siguientes formas (97):

- a) disminuyendo la dependencia del exterior
- b) incrementando la productividad en todos los sectores
- c) logrando una oferta adecuada de alimentos, energéticos, materias primas y equipo
- d) preservando, mejorando o restaurando las condiciones de equilibrio y belleza del medio ambiente.

La investigación en ciencias exactas y naturales es un proceso costoso pero indispensable para estimular el desarrollo y evitar la dependencia (10, 97, 109). Estos costos han ido en aumento en épocas recientes debido al requerimiento, cada vez mayor, de equipos complejos y de alta tecnología, indispensables para el apoyo de dichas actividades, sobre todo al ritmo que éstas demandan, además de la inversión que representa la formación y empleo de los recursos humanos calificados necesarios (68).

Todo ello significa, a final de cuentas, un importante desembolso para cada ciudadano en los países desarrollados.

## **1.6 INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN TÉRMINOS DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)**

Según datos publicados por UNESCO en su Informe Mundial sobre la Ciencia en 1996 (90), los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) aportaron el 85% de los 429 mil millones de dólares que gastó el mundo en investigación y en desarrollo tecnológico, destacando los Estados Unidos de Norteamérica, Europa y Japón como los tres mayores promotores (inversionistas) de la investigación científica y tecnológica, mientras que los países de América Latina aportaron sólo un 0.9%.

Si se considera la proporción del producto interno bruto invertido en investigación y desarrollo tecnológico, se observa que mientras que los Estados Unidos de Norteamérica y Japón invierten un 2.8% ; los países de la Unión Europea e Israel cerca de un 2% ; Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Corea, Malasia, Singapur y Taiwán alrededor de un 1.5% ; China y los países de la antigua Unión Soviética un 1% ; todos los demás invierten menos del 0.5% ; los países de América Latina, exceptuando Argentina y Brasil, alrededor del 0.4%, es decir, siete veces menos que los países desarrollados.

Conclusiones similares se alcanzan si se comparan las cifras de personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Los países miembros de la OCDE cuentan con la mitad de la fuerza laboral mundial en este tipo de actividades, mientras que América Latina posee sólo un 4%. En aquellos hay 18 a 36 trabajadores de este tipo por cada 10,000 habitantes mientras que por ese mismo número de habitantes en América Latina hay sólo 3 (90) y en México sólo 1 (91).

El origen del financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico es también un diagnóstico: la iniciativa privada patrocina en Japón el 76% de estas actividades, en Europa el 53% (90) y en México sólo el 23%. (101). Los sitios donde se planea y realiza la investigación y el desarrollo tecnológico son similares en todo el mundo: 63-74 % de estas actividades se efectúan en la industria y el 26-37%, por partes iguales, en las instituciones públicas de investigación y en las universidades (90).

De acuerdo con el Boletín Estadístico del UNESCO Institute for Statistics (UIS) en su Edición No. 1, de Abril de 2004 titulado “Una década de Inversión en la Investigación y Desarrollo (I&D): 1990-2000” (122), en este periodo el gasto

mundial en Investigación y Desarrollo casi se duplicó: de \$410 mil llegó a \$755 mil millones de dólares en paridades del poder adquisitivo actuales (PPPs). Al fin del siglo, 80% del gasto procedió de los países de la OCDE.

A pesar del crecimiento continuo, la intensidad de la Investigación y Desarrollo (medida por la proporción entre el gasto interno en I&D (GIDE) y el Producto Interno Bruto (PIB)) declinó ligeramente de 1.8 a 1.7%. Esto implica que a pesar del crecimiento sostenido del PIB mundial durante los años noventa, aunque los países gastaron más en I&D en 2000 que en 1990 invirtieron una menor cantidad de sus recursos económicos totales en éstas actividades.

La inversión de I&D en América Latina permaneció estable de 1990 a 2000, alcanzando un 2.9% del total mundial en 2000. El gasto de América Latina casi se duplicó durante el periodo, pero su proporción de GIDE/PIB solo mejoró ligeramente de 0.5 a 0.6%.

Se concluye que pueden perfilarse algunos patrones de la evolución de la inversión en I&D durante los años noventa:

1. El gasto general de I&D creció considerablemente durante la década.
2. Las “economías industrializadas recientes” en el sureste asiático primero, y en China después, alcanzaron un perfil más alto en el escenario global en ciencia y tecnología.
3. Este proceso se acompañó con un ligero declive de la participación de los Estados Unidos de Norteamérica y de la Unión Europea, aun cuando el gasto absoluto creció continuamente durante la década.
4. Más significativo fue el declive en el gasto de Europa Oriental en I&D.
5. Asia, América Latina y África han continuado esforzándose en alcanzar el 1% del PIB para I&D, mostrando al mismo tiempo una heterogeneidad significativa.

Los datos disponibles solo presentan un cuadro parcial. Con el propósito de incrementar la disponibilidad de políticas relevantes para las estadísticas de Ciencia y Tecnología, el UIS está continuamente actualizando su programa en esta área y ha puesto a disposición su “Estrategia para inmediato, mediano y largo plazo en Estadísticas de Ciencia y Tecnología (disponible en la página de la UIS: [www.uis.unesco.org](http://www.uis.unesco.org)). Este nuevo programa de actividades llevará al establecimiento de una nueva base de datos, nuevos indicadores y capacidad estadística para la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo a fin de crear nuevas herramientas para el análisis de las actividades en Ciencia y Tecnología a nivel mundial (122).

## **1.7 PLANEACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

Ante el elevado costo actual de la investigación científica y tecnológica y la creciente escasez de recursos económicos que enfrentan casi todos los países del mundo (79), se hace necesaria una eficiente administración de los mismos para apoyar estas actividades y optimizar sus resultados (66, 73).

Con este fin se han establecido las políticas de ciencia y tecnología que toman en cuenta tanto los recursos económicos y humanos disponibles en una comunidad, como la infraestructura y necesidades más urgentes que en ella operan (80, 108, 109).

Al realizar la planeación de la investigación, se consideran tradicionalmente, entre otros, los siguientes aspectos (107):

1. Identificación de las áreas de investigación prioritarias de acuerdo con las necesidades y proyecciones del país.
2. Determinación de áreas de investigación prioritarias para la aplicación del conocimiento existente.
3. Vigorización de las capacidades científicas y tecnológicas nativas.
4. Implementación de un plan de acción.
5. Propuesta para reunir un fondo monetario para ese plan.

El conocimiento de la infraestructura científica y tecnológica disponibles y de sus fuerzas y debilidades resulta, pues, indispensable para planear las áreas que requieren un financiamiento directo y aquellas que ameritan un financiamiento para desarrollo de infraestructura científica y tecnológica, tanto humana como material.

## **1.8 INDICADORES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

Con tal propósito se ha desarrollado el concepto de indicadores de la actividad científica y tecnológica.

Estos indicadores expresan resultados de encuestas, la mayor parte de carácter estadístico, encaminadas a medir diversas variables que expresan o representan el estado y/o avance del desarrollo científico y/o tecnológico de una comunidad (66), tales como son la cantidad y calidad de recursos humanos en sus diferentes grados de especialización y de recursos materiales (instituciones, equipos, etc.), así como

los recursos económicos destinados a estas actividades, las áreas y sub áreas del conocimiento cultivadas, la cantidad y calidad de recursos materiales, humanos y económicos dedicados a cada una de ellas, la producción y productividad de las mismas, entre otros. (66).

Martin (79) considera conveniente el empleo de un grupo de indicadores de la actividad científica y tecnológica en vez de sólo uno o dos, puesto que cada uno captura solo un aspecto de dicha actividad. Los indicadores científicos parciales convergentes, ofrecen una visualización de diversos aspectos de la actividad científica que son de gran importancia para el óptimo aprovechamiento de los recursos humanos y materiales con que cuenta un país, puesto que a este tipo de actividades se les asigna un presupuesto cada vez más reducido.

Un indicador importante es aquel que pretende medir la producción e inferir la productividad científica y/o tecnológica de un individuo, de un grupo, de una dependencia, de una institución, de un sector, de un país o de una región.

Son varias las manifestaciones de la actividad científica y/o tecnológica que pueden expresar su producción, pero entre ellas hay una que representa un excelente instrumento de aproximación y ésta es: la publicación de trabajos científicos y/o tecnológicos, ya que éstos son la manifestación medible más inmediata del quehacer en esas actividades (11, 38, 52). Obviamente no se trata de un indicador absoluto, pero si muy importante y que combinado con otros, puede permitir aproximaciones bastante aceptables en cuanto a este punto (79).

Los nuevos conocimientos científicos y/o tecnológicos suelen difundirse a través de publicaciones en forma de memorias, revistas, tesis impresas, libros, patentes impresas y otros documentos primarios. Muchos de estos instrumentos cuentan con sistemas de arbitraje que garantizan la originalidad de sus publicaciones y establecen, con ello, una norma de calidad de las mismas.

Existen diferentes formas de medir la calidad de las publicaciones en un área del conocimiento. Una de ellas se basa en el impacto de las mismas sobre los grupos de especialistas en esa área del conocimiento. En efecto, cuando un especialista se entera de una contribución hecha por otro y ésta le es de utilidad en el desarrollo de un nuevo conocimiento, casi de seguro va a mencionarla al publicar los resultados de su propio trabajo, es decir, va a citar en su trabajo la publicación de otra persona, por haberle sido útil. Así pues, el número de citas que reciba una contribución en un periodo dado, denominado factor de cita, va a reflejar su impacto y por ende permite valorar su calidad (3, 50). Puede, desde luego,

hablarse de factor de cita de un autor, de una institución, de una revista.

Otra forma de medir la calidad de una publicación es a través de la calidad del medio en que se difunde. Es decir, aceptando que los medios de alto prestigio internacional que cuentan con sistemas de arbitraje académico o tecnológico publican exclusivamente contribuciones de alta calidad.

Todas éstas y otras más, son técnicas bibliométricas que pueden y suelen emplearse para valorar la cantidad y la calidad de la investigación realizada en un campo dado por un individuo o agrupación dada y durante un periodo definido (28, 36, 64, 129).

Esto permite identificar dos tipos de indicadores bibliométricos de producción científica y/o tecnológica:

1. El cuantitativo, basado en el conteo del total de publicaciones realizadas por un individuo, grupo, institución, sector, país o región dados en un campo o área del conocimiento y dentro de un periodo definido (65, 66, 132, 138) y
2. El cualitativo, basado en la cuantificación de las publicaciones de alta calidad realizadas por un individuo, grupo, institución, sector, país o región dados en un campo o área del conocimiento y dentro de un periodo definido (86).

## **1.9 LA BIBLIOMETRÍA Y SUS APLICACIONES**

La bibliometría se aboca a la obtención e interpretación de datos estadísticos referentes a documentos, entendiéndose por documento, el medio que registra datos, información o conocimientos, independientemente de su naturaleza.

El término bibliometría, definido como la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para el análisis de libros, artículos en revistas y otros medios de comunicación gráfica con objeto de visualizar las características del proceso de transferencia de la información formalizada y entender el curso y desarrollo de una disciplina, fue sugerido en 1969 por Pritchard (96) como sustituto del término "estadística bibliográfica" empleado por primera vez en 1922 por Hulme (58); sin embargo, los propósitos de estas disciplinas han sido esencialmente los mismos (136).

En el caso de la estadística bibliográfica, ésta tiene como propósitos:

- \* establecer los procesos de comunicación, así como la naturaleza, curso y

desarrollo de una disciplina a través del conteo y análisis de trabajos publicados.

- \* identificar movimientos históricos en campos de materia, tipos de autoría y el uso nacional o universal de los materiales documentales mediante el conteo del uso de libros y revistas.

En el caso de la bibliometría, su función es:

- aplicación de métodos matemáticos y estadísticos al uso de libros y otros medios de comunicación (29, 30, 49, 51).

Stevens (116) considera a la bibliometría como una ciencia cuantitativa dividida en dos categorías básicas:

- a) La bibliometría descriptiva, usada principalmente en la cuantificación de la producción bibliográfica por área geográfica, por tema, por época, por autor, por institución, por medio de difusión, etc. y
- b) La bibliometría evaluativa, aplicable a contabilizar el uso de la bibliografía de un tópico específico, materia o disciplina, mediante la cuantificación de referencias o de citas.

Sengupta (112) proporciona un panorama de las principales técnicas de medición en Bibliotecología y Ciencia de la Información (Bibliometría, Informetría, Cienciometría y Librametría (119)) y King (66) describe los principales métodos bibliométricos.

Es entonces, a través de la bibliometría, que pueden conocerse y valorarse aspectos interesantes como son las fortalezas y debilidades de una institución o de un país en cuanto a las áreas de investigación cultivadas (7,47,135); los individuos e instituciones de mayor producción científica o tecnológica dentro de un país o un área del conocimiento (48, 85, 131, 137); la calidad de la producción científica y/o tecnológica de un individuo (23), empresa o país; la existencia de grupos de trabajo en determinada disciplina o especialidad (89, 130); la trayectoria que ha seguido, durante determinado tiempo, una ciencia y/o tecnología o una institución de investigación científica o tecnológica y su probable proyección al futuro (17, 94, 110); las materias en las que incide un investigador o grupo de investigación; los vehículos e idiomas empleados para la difusión del conocimiento por un individuo, comunidad, empresa o país (18, 44, 50); el peso que se le da a una actividad científica o tecnológica frente a otras dentro de una institución o un país(6).

De estos datos pueden inferirse otros referentes a la productividad, si se les correlaciona con indicadores de recursos económicos, humanos, de infraestructura, y/ o si se les compara con los datos correspondientes de otras personas, comunidades o países dentro del mismo tipo de actividad.

Un ejemplo de todo esto lo ofrece el análisis de la producción científica mundial durante 1993 en base al número de publicaciones en revistas de calidad seleccionadas por el sistema del Science Citation Index que produce el Institute for Scientific Information y publicado por UNESCO (90), del cual se deduce que Europa y Estados Unidos de Norteamérica contribuyeron, cada uno, con aproximadamente el 35% de la producción científica de ese año; Japón con un 8%; Canadá y el conjunto de países integrantes de la antigua URSS con 4.5% cada cual; India y Oceanía con cerca de 2.5% cada quien; China, América Latina y el grupo de países asiáticos integrado por Corea, Malasia, Hong-Kong, Singapur y Taiwán, con aproximadamente 1.5% cada uno e Israel con 1%.

También puede constatar en ese estudio, que el incremento más dramático en la producción científica de la década de los ochentas fue el de esos países asiáticos y de China, que cuadruplicaron su producción.

El análisis del número de publicaciones por áreas del conocimiento durante el mismo año (90), indica que en casi todas las disciplinas, exceptuando la física, donde la contribución de la antigua URSS es determinante, Europa y Estados Unidos contribuyen cada quien con 30-40% de los conocimientos en cada área mientras que América Latina lo hace con sólo un 1-3% en cada una.

Los datos derivados del número de patentes concedidas y publicadas durante el mismo año, refleja la producción tecnológica y allí Europa obtuvo el 45 % de las patentes europeas y el 19% de las norteamericanas mientras que Estados Unidos obtuvo el 27% de las primeras y el 49% de las segundas y Japón 21% de las europeas y 25% de las norteamericanas mientras que América Latina sólo 0.1 % de las primeras y 0.2% de segundas.

En el año 2000, el Science Citation Index (123) reportó un total de 584,982 documentos que representan un 57.5 % de aumento desde 1981, año en que reseñó 371,346 documentos de todo el mundo. Autores radicados en países desarrollados escribieron el 87.9 % del total de documentos del 2000, un decremento de 5.7% respecto a 1981.

Los países en vías de desarrollo por otro lado vieron un gradual incremento en su

cooperación de producción científica de 7.5 % de los documentos del mundo en 1981 a 17.1 % en 2000. Esto es debido al crecimiento de algunas regiones particulares, según el mismo documento (123) cuyas cifras son criticables pues la suma de las parciales no corresponde al total y por ello difícilmente pueden aplicarse los porcentajes descritos.

El mapa mundial de publicaciones entre 1981 y 2000 cambió significativamente, Norteamérica perdió su liderazgo de 1996 y en 2000 produjo 36.8 % del total del mundo, un decremento de 4.6 % respecto a 1981. La tendencia opuesta puede encontrarse en la Unión Europea la cual en 2000 publicó 40.2 % del total del mundo, frente a 32.8 % en 1981. Japón aumentó también de 6.9 % en 1981 a 10.7% en 2000. Colectivamente esta “triada” ha mantenido su dominio, contabilizando el 81 % del total de publicaciones científicas del mundo en 2000 por arriba del 72 % en 1981.

Al otro extremo del espectro, las publicaciones africanas subsaharianas permanecieron estables alrededor del 1 % del total del mundo, mientras que la contribución de publicaciones de los estados árabes se incrementó de 0.6 % en 1981 a 0.9 % en 2000 alcanzando el mismo nivel que la región africana subsahariana. Europa Central del Este permaneció estable durante ese periodo con el 3 % del total mundial.

En contraste los nuevos países industrializados (NIC) en Asia (un grupo que incluye a China) y Latinoamérica y el Caribe (LAC) incrementaron su contribución significativamente. El primer grupo creció del 0.6 % del total mundial en 1981 al 4.2 % en el 2000 publicando 11 veces más publicaciones al final del periodo. China contabilizó el 85 % de las publicaciones de ese grupo, un incremento de 63 % respecto a 1981.

La contribución de los países latinoamericanos (LAC) se incrementó de 1.3 % a 3.2 %. (123).

Es ya amplia la bibliografía registrada sobre estudios bibliométricos encaminados a examinar el estado, tanto a nivel global como nacional o institucional, de la ciencia en general o de una disciplina en particular.

El cuadro 1 proporciona algunos ejemplos sobre el particular.

## CUADRO 1

### PANORAMA DE ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS POR DISCIPLINA Y LOCALIDAD

DISCIPLINA	AU	BR	CA	CN	CR	ES	EU	GB	KU	NL	IN	IS	MA	ME	MU	NI	PD	RU
CIENCIA	8	72	8		67		19	63	3		8	8		104	20,28,36		40	55
															41,43,44			
ACUACULTURA			118															
AGRICULTURA													87		70,71			
ANATOMÍA															31			
ANTROPOLOGÍA															27			
BIBLIOTECOLOGÍA Y	57	39													35,42	2		
CIENC. DE LA INFORM.															93			
BIOFÍSICA															110			
BIOLOGÍA						4	92											
						92												
BIOQUÍMICA															15,111			
BOTÁNICA															88			
REFRACTARIOS															105			
CIENCIA NUCLEAR										127	128				24,25,78			
															102,113			
															120			
CIENCIAS SOCIALES															32			
COMBUSTIBLES Y LUBR.			6												76,117			
COMPUTACIÓN															98	1		
ENERGÍA SOLAR															46			
ENTOMOLOGÍA																53		
FARMACIA Y FARMACOL.						13									133			
						14												
FÍSICA											45	7						
											77							
FÍSICA DE PARTÍCULAS														33	114			
FITOQUÍMICA														22				
GEOGRAFÍA															56			
MEDICINA														34,74	50,99			
MEDICINA TRADICIONAL				54														
MÚSICA															81			
QUÍMICA														23				9
TECNOLOGÍA															125,126			
TERMOLUMINISCENCIA															69			

AU=Australia;BR=Brasil;CA=Canadá;CN=China;CR=Croacia;ES=España;EU=Europa;GB=Gran Bretaña; KU=Kuwait; NL=Holanda; IN=India; IS=Israel; Ma=Malasia; ME=México; MU=Mundo; NI=Nigeria; PD=Países en desarrollo; RU=Rusia (ó URSS)

Los números refieren a la bibliografía al final del trabajo

## 1.10 GASTO POR PUBLICACIONES EN LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS MÁS PRODUCTIVOS

De acuerdo al número de publicaciones e indicadores socioeconómicos para los países latinoamericanos más productivos durante 1990 (26) se deducen las cifras en el cuadro 2, de las que destaca el papel de México que sin ser un gran productor, sí es el más eficiente en cuanto al promedio de publicaciones por investigador y el de costo por publicación.

**CUADRO 2**  
**GASTO Y PERSONAL EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO Y EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS MÁS PRODUCTIVOS (1990)**

PAÍS	PUBLICACIONES % (1)	PUBLICACIONES por mill. de HABITANTES	PUBLICACIONES por INVESTIGADOR	Miles de Dlls. por INVESTIGADOR	Miles de Dlls. por PUBLICACIÓN
ARGENTINA	22	61	0.17	61	354
BRASIL	34	20	0.05	34	740
COLOMBIA	2	6	0.04	63	1453
MÉXICO	13	84	0.20	33	167
CHILE	16	16	0.06	25	409
VENEZUELA	5	22	0.08	44	567

(1) sobre el total de la región = 8727

Moya y Herrero (84) observan que la ciencia en América Latina es comparada por medio de indicadores bibliométricos siendo Brasil, Argentina y México los principales países productores de artículos científicos. Sin embargo, los autores afirman que la productividad científica es directamente proporcional al presupuesto o a los recursos humanos, lo cual no siempre es una regla pues existen países en donde los recursos son bajos y son producidos muchos trabajos.

## **CAPÍTULO 2 MÉTODOS**

La primera etapa del estudio consistió en identificar los trabajos de investigación en ciencia nuclear rubricados por autores o instituciones mexicanas y publicados en revistas no latinoamericanas durante el periodo en estudio.

Para tal objeto resultó conveniente el empleo de un instrumento secundario, de preferencia en forma de base de datos (83), que garantizara el monitoreo a nivel nacional o mundial de la información bibliográfica primaria en el área de estudio.

La base de datos del International Nuclear Information System (INIS) resultó ideal para tal propósito. En efecto, en mayo de 1970, la International Atomic Energy Agency (IAEA), con sede en Austria, creó este sistema con el fin de compilar, a través de un proceso de participación internacional, la producción bibliográfica mundial en energía nuclear (60) y hacerla accesible, a través de una base de datos (61, 62, 106, 134). El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, es el organismo nacional que captura la información local para el sistema (59).

Con anterioridad a esa fecha, la información nuclear fue compilada por el Nuclear Science Abstracts, creado en 1947 por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos de Norteamérica (124).

La base de datos de INIS se actualiza bimestralmente, es accesible en línea a través de las agencias nacionales del sistema, de sistemas de información por teleproceso tales como STN y en disco compacto, constando hasta enero de 2006, de diez discos y cubriendo la bibliografía convencional y no convencional de 134 países y 58 organizaciones internacionales (61).

Los registros bibliográficos contenidos en la base de datos de INIS cubren parámetros tales como: autor, coautores, institución y país de origen, título del trabajo, disciplina correspondiente, tipo de documento, pie de imprenta (para revistas: nombre de la revista, nacionalidad de la misma, volumen, fascículo, paginación y año). Las búsquedas pueden realizarse por campos o niveles de agregación y empleando lógica booleana para su combinación en estrategias preestablecidas.

## **2.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ESTUDIO**

### **2.1.1 Periodo**

Se seleccionó arbitrariamente, como periodo de estudio el comprendido entre los años 1986-1994. Es decir, que se incluyeron todos los trabajos detectados, cuya fecha de publicación quedara dentro de ese intervalo. La fecha inicial se seleccionó para iniciar periodos de estudio de cinco años que terminaran en múltiplos de 5. La fecha límite, se seleccionó dos años atrás de la fecha de inicio de este estudio (1996), a fin de garantizar la captura de todos los trabajos de 1994 dadas las probables dilaciones en las fechas de su accesibilidad o monitoreo.

### **2.1.2 Documentos considerados**

Se decidió explorar la producción mexicana en ciencias nucleares únicamente desde el punto de vista científico, motivo por el cual se excluyeron las patentes y como criterio de calidad de dicha producción, se consideraron solamente los trabajos publicados en revistas de alto prestigio y circulación internacional, motivo por el cual y obedeciendo a fines prácticos, se excluyeron todas las revistas latinoamericanas, a pesar de existir entre ellas notables excepciones.

### **2.1.3 Autores o coautores**

Se consideraron los nombres registrados en los trabajos detectados y, cuando fue posible, se normalizaron aquellos que correspondiendo a la misma persona aparecieron consignados en formas diferentes.

Resulta conveniente aclarar que un autor de un trabajo puede aparecer como coautor de otro y viceversa por lo que habrá que distinguir entre el número de trabajos publicados por una persona y el número de trabajos rubricados por esa persona como autor o como coautor.

### **2.1.4 Instituciones**

Se tomaron en cuenta las instituciones y dependencias consignadas por los autores en sus respectivos trabajos como lugares de origen de los mismos y se normalizaron sus nombres hasta donde fue posible.

Se clasificaron dichas instituciones por el tipo de sector al que corresponden: Educativo, Público, Privado e Internacional.

### **2.1.5 Título del trabajo**

Se registraron los títulos de los trabajos en la forma que estos aparecen.

### **2.1.6 Disciplinas**

Para el análisis temático de los trabajos se empleó la clasificación por disciplina correspondiente a su contenido que les fue asignada por INIS. Para este fin fue necesario adaptar la clasificación del Sistema de categorías temáticas de INIS a aquellos rubros que encontraron representatividad en el estudio realizado, quedando como sigue:

- 1 Astrofísica y Cosmología (AC)
- 2 Criogenia (CR)
- 3 Análisis Químico e Isotópico (AQ)
- 4 Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica (QI)
- 5 Radioquímica y Química nuclear (RQ)
- 6 Química de las Radiaciones (QR)
- 7 Combustibles para Fisión (CF)
- 8 Ciencia de los Materiales (CM)
- 9 Ciencias de la Tierra (CT)
- 10 Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV)
- 11 Isótopos y sus Aplicaciones (IA)
- 12 Ingeniería y Tecnología (IT)
- 13 Otros aspectos de la Energía Nuclear (OA)
- 14 Mecánica Clásica y Cuántica (MC)
- 15 Física de Partículas Elementales (FP)
- 16 Física Nuclear (FN)
- 17 Física Atómica y Molecular (FA)
- 18 Física de Plasmas y Fusión (FF)
- 19 Física de la Materia Condensada (FM)

### **2.1.7 Idioma**

Se consideró el idioma en que se publicó el trabajo

### **2.1.8 Revista**

Se registró el nombre de la revista en el que se publicó cada trabajo.

### **2.1.9 Origen de la revista**

Se registró el país de origen de la revista en cuestión.

### **2.1.10 Año de publicación y número de acceso**

Se consideró el año en que fue publicado cada trabajo y se asignó a cada trabajo un número de acceso para su identificación y correlación.

## **2.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Para obtener de la Base de Datos INIS en disco compacto, todos aquellos trabajos publicados por autores mexicanos en revistas no latinoamericanas durante 1986 a 1994 se siguió la siguiente estrategia de búsqueda:

- a) Campo de autor: Mexico not “new(w)” Para evitar la extracción de trabajos producidos en New Mexico
- b) Campo de fuente (Source): not “Review” Para eliminar ese tipo de trabajos
- c) Campo de idioma: “Spanish” Se verificó visualmente la ausencia de artículos en revistas españolas
- d) Campo de fecha de publicación: 1986, 1987, ..., 1994
- e)  $a + b + d - c$

Finalmente se solicitó la impresión del resultado en formato simple (sin resumen).

## **2.3 DEPURACIÓN DE LAS REFERENCIAS**

De las referencias bibliográficas obtenidas se excluyeron todas aquellas correspondientes a revistas latinoamericanas.

## **2.4 CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS**

Por medio del programa dBASE IV se creó una base de datos con campos de longitud adecuada y correspondientes a los parámetros anteriormente descritos para cada uno de los registros y se capturó en ella la información correspondiente.

## **2.5 VERIFICACIÓN DE LA BASE DE DATOS**

Se revisó cada registro de la base de datos con respecto a las referencias originales y se corrigieron los errores detectados.

## **2.6 ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA BASE DE DATOS**

Con el propósito de ordenar los diferentes parámetros y realizar combinaciones de ellos, se generaron varios programas a través de los cuales se pudo evaluar al número total de trabajos, de personas que los generaron, de autores y coautores, de instituciones, títulos y países de publicación, de revistas involucradas, de trabajos en cada año, disciplina y sector.

## **2.7 PRODUCTIVIDAD ANUAL DE PUBLICACIONES (IGP)**

La productividad anual de publicaciones la hemos definido como el cociente del número total de trabajos publicados (en total del estudio, o en un sector, en una institución, en una dependencia, etc.) NT, entre el número total de personas diferentes (NP) que intervinieron en su publicación y el número de años (AP) que comprendió el estudio:

$$\text{IGP} = \text{NT}/(\text{NP} \times \text{AP})$$

## **CAPÍTULO 3 RESULTADOS**

### **3.1 DISTRIBUCIÓN GENERAL**

El producto de los ordenamientos de la información contenida en la base de datos en función de cada uno de los diferentes parámetros de estudio mencionados en el capítulo anterior, produjo listados muy extensos que se condensaron en 15 reportes cuya información, después de examinada y verificada, se representó a su vez, para su más fácil examen y evaluación, en el conjunto de cuadros y figuras que se incluyen en este trabajo.

Un total de 1430 individuos diferentes de 35 instituciones y 22 dependencias agrupadas en cuatro sectores produjeron en los nueve años que cubre este estudio 920 trabajos en ciencias nucleares que fueron publicados en revistas no latinoamericanas.

Esto arroja un promedio general de 1.6 individuos por trabajo y 2.9 trabajos al año por institución.

Los resultados comprueban una vez más las leyes de distribución de Zipf y Bradford (21), pues la gran mayoría de esas personas, instituciones y dependencias publicaron únicamente unos cuantos trabajos que representan una cantidad mínima del total (Cuadros 3 y 4), tal y como lo muestra el cuadro 5:

### CUADRO 3

#### DISTRIBUCIÓN ANUAL POR SECTOR, INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA

SECTOR INST.	DEP.	TOT	% Tot.	% Sec.	% Inst.	AÑO									
						86	87	88	89	90	91	92	93	94	
EDU.		623	67.7	100	0	78	56	60	84	75	82	66	53	69	
	UNAM	463	50.3	74.3	100	57	42	41	58	59	65	50	41	50	
	FQ	13	1.4	2	2.8	4	2	1	1	1	2	1	1	0	
	FC	14	1.5	2.2	3	0	1	2	0	1	5	3	1	1	
	IF	115	12.5	18.4	24.8	14	3	13	15	10	19	11	24	6	
	IIM	20	2.1	3.2	4.3	3	3	1	3	1	4	1	0	4	
	ICN	207	22.5	33.2	44.7	26	23	12	19	23	21	30	15	38	
	IA	68	7.3	10.9	14.6	7	6	10	16	17	10	1	0	1	
	FI	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	OAN	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	IQ	2	0.2	0.3	0.4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
	IIMA	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	IM	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	IFC	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	IGF	10	1	1.6	2.1	3	0	1	3	1	2	0	0	0	
	IIB	3	0.3	0.4	0.6	0	2	0	0	1	0	0	0	0	
	FM	2	0.2	0.3	0.4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	ICML	2	0.2	0.3	0.4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
	FES-C	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	ENEP-Z	1	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	IPN	85	9.2	13.6	100	9	6	11	13	10	11	9	6	10	
	CINVES	75	8.1	12	88.2	8	4	11	11	10	10	8	3	10	
	ENCB	1	0.1	0.1	1.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	ESFM	8	0.8	1.2	9.4	1	1	0	1	0	1	1	3	0	
	Anónimo	1	0.1	0.1	1.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	UAP	23	2.5	3.6	100	7	3	5	3	1	2	1	0	1	
	UAM	19	2	3	100	3	1	2	4	1	2	0	3	3	
	UG	10	1	1.6	100	2	1	0	3	0	0	2	0	2	
	US	5	0.5	0.8	100	0	0	0	0	1	0	1	2	1	
	UMSNH	3	0.3	0.4	100	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
	CICESE	3	0.3	0.4	100	0	1	1	0	1	0	0	0	0	
	UAZ	2	0.2	0.3	100	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
	U. de G.	2	0.2	0.3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	UASLP	1	0.1	0.1	100	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	INIREB	1	0.1	0.1	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	ITT	1	0.1	0.1	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	UBCS	1	0.1	0.1	100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	ITS	1	0.1	0.1	100	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	ITESM	1	0.1	0.1	100	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	CM	1	0.1	0.1	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	UANL	1	0.1	0.1	100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
PUB.		293	31.8	100	0	30	19	18	34	24	34	37	59	38	
	ININ	257	27.9	87.7	100	24	13	16	31	22	30	31	55	35	
	SS	9	0.9	3	100	2	1	0	1	0	3	0	2	0	
	CNSNS	7	0.7	2.3	100	1	2	0	1	2	0	1	0	0	
	IIE	5	0.5	1.7	100	2	0	1	0	0	1	1	0	0	
	CFE	3	0.3	1	100	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
	INC	2	0.2	0.6	100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
	IMP	2	0.2	0.6	100	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
	SEMIP	2	0.2	0.6	100	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
	SDN	2	0.2	0.6	100	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
	SE	1	0.1	0.3	100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	CLFC	1	0.1	0.3	100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	IMSS	1	0.1	0.3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	INNSZ	1	0.1	0.3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
PRIV		3	0.3	100	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	
	CS	1	0.1	33.3	100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	IPRODET	1	0.1	33.3	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	INNN	1	0.1	33.3	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
ORG.INT.		1	0.1	100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	OPS	1	0.1	100	100	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
TOTAL		920				109	75	78	120	99	117	103	112	107	

**CUADRO 4**  
**PORCIENTO DE PERSONAS CON 1 a n TRABAJOS EN CADA SECTOR**  
**E INSTITUCIÓN**

S*	INST.	P*	T R A B A J O S																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	25	27				
ED.		1030	66	18	6	4	1	1	1	1	1	0.1	0.3	0.2		0.2	0.3				0.2	0.3	0.2						
	UNAM	761*	69	15	5	5	2	1	1	0.3	1	0.3	0.3	0.4			0.4			0.4	0.3	0.4	0.1						
	IPN	188*	75	16	6	2	1	0	1	0	1																		
	UAP	22	82	14												5													
	UAM	36	72	14	8	3			3																				
	U.GTO.	51	53	27	18	2																							
	US	11	73	18	9																								
	CICESE	7	57	43																									
	UMSNH	4	75	25																									
	UAZ	7	100																										
	U de G	2		100																									
	CM	1	100																										
	INIREB	5	100																										
	ITESM	2	100																										
	ITS	3	100																										
	ITT	1	100																										
	UANL	5	100																										
	UASLP	5	100																										
	UBCS	1	100																										
PU.		425	65	14	5	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0	0.2	0.2				
	ININ	334	58	16	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0.3	0.3	0.3	0	0.2	0	0.2	0.3				
	SS	44	95	5																									
	CNSNS	3	67																										
	IIE	9	89	11																									
	CFE	9	100																										
	IMP	5	100																										
	INC	1		100																									
	SDN	7	86	14																									
	SEMIP	3	100																										
	CLFC	1	100																										
	IMSS	10	100																										
	INNSZ	2	100																										
	SE	2	100																										
PR.		16	100																										
	CS	6	100																										
	INNN	7	100																										
	IPROD.	3	100																										
INT.		3	100																										
	OPS	3	100																										
TOTAL		1430	65	17	6	4	2	1	1	1	1	1	1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1				

S\* : Sector ; P\* : total de personas en cada Institución; \* : suma de sus dependencias

**CUADRO 5**  
**MÍNIMA CONTRIBUCIÓN DE LA MAYORÍA DE PERSONAS,**  
**SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS.**

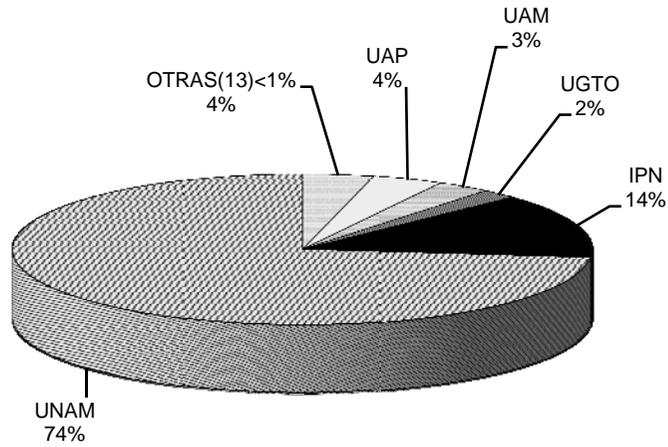
	%	TRABAJOS
	%	%
PERSONAS	94	1 a 5
SECTORES	50	0.4
INSTITUCIONES	91	13
DEPENDENCIAS	82	15

Una de las utilidades de este estudio es permitir detectar, dentro de esas mayorías de baja producción, los núcleos altamente productivos sin por ello dejar de proporcionar una visualización detallada de aquellas.

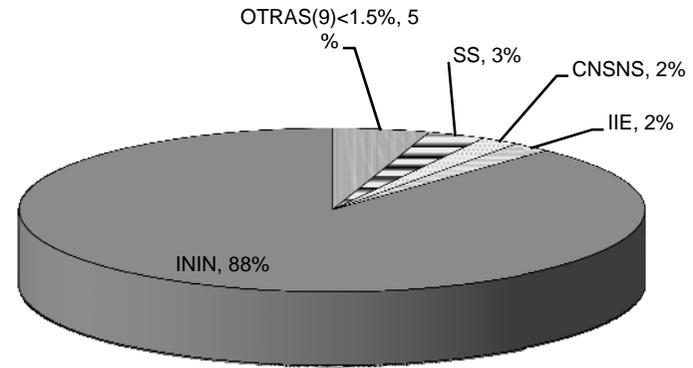
### **3.2 DISTRIBUCIÓN POR SECTOR, INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA**

Llama la atención que de los dos sectores productivos, sea el educativo el que más contribuya a un campo del conocimiento que por su naturaleza, debería ser mayoritariamente cubierto por el sector oficial que es quien tiene el control de este tipo de materiales (Figura 1).

SECTOR PRIVADO: 0.3% DEL TOTAL  
 SECTOR INTERNACIONAL: 0.1% DEL TOTAL



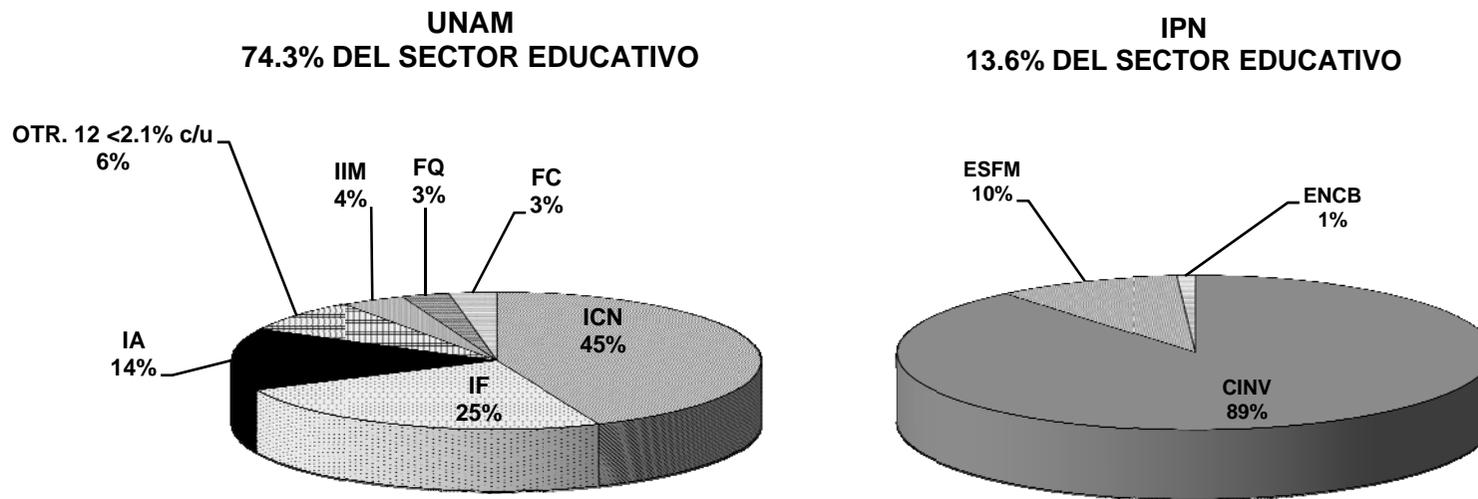
SECTOR EDUCATIVO  
 67.7% DEL TOTAL



SECTOR PÚBLICO  
 31.8% DEL TOTAL

FIGURA 1  
 DISTRIBUCIÓN POR SECTOR E INSTITUCIÓN  
 EXPRESADA EN PORCIENTO DEL SECTOR

De las tres instituciones más productivas (con el 88 % de la producción total), dos de ellas [Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e Instituto Politécnico Nacional (IPN)] contribuyen con el 60 %, cifra que a su vez representa el 88% de la producción del sector educativo (Figura 2).



**FIGURA 2**  
**REPARTO POR INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA**  
**EXPRESADO EN PORCIENTO DE LA INSTITUCIÓN**

La segunda institución más productiva, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), contribuye con el 28 % mismo que representa el 88% de la producción del sector público (Cuadro 3). No deja de llamar la atención que la UNAM, como institución educativa, contribuya con casi el doble de trabajos que el ININ, representante, por excelencia, del sector público (Figura 1).

Al desglosar la contribución del sector educativo por dependencias, puede observarse que el 85% de los trabajos publicados por la UNAM, que representan un 42 % del total, proceden de tres de sus dependencias: Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) con 45%, Instituto de Física (IF) con 25% e Instituto de Astronomía (IA) con 15%.

En el caso del IPN, son dos dependencias las que responden por el 99 % de sus trabajos: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) con 89% y Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) con 10%.

### **3.3 DISTRIBUCIÓN POR DISCIPLINAS Y GRUPOS DE DISCIPLINAS PRINCIPALES**

Los trabajos identificados se agruparon en 19 disciplinas de las ciencias nucleares, tal y como se explicó en el capítulo de Métodos.

El número de trabajos publicados en cada disciplina y su variación anual ha quedado registrado en el Cuadro 6; la distribución por sector, institución y dependencia de los trabajos publicados en cada disciplina, se registran en el Cuadro 7 y en el Cuadro 8 se representa la contribución y la distribución porcentual de disciplinas en los sectores, instituciones y dependencias principales.

Con base en el número de trabajos publicados en cada disciplina se efectuó una división de las mismas en más y menos productivas (Figura 3).

**CUADRO 6**  
**DISTRIBUCIÓN ANUAL POR DISCIPLINA**

MATERIA	TRAB	%	S%	A Ñ O									
				86	87	88	89	90	91	92	93	94	
MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	MC	116	12.6	12.6	21	13	13	18	16	5	10	5	15
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	IT	101	10.9	23.5	14	5	10	14	8	15	10	20	5
CIENCIAS DE LA VIDA Y DEL M.A.	CV	90	9.7	33.2	11	12	8	13	7	7	5	13	14
ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA	AC	88	9.5	42.7	8	10	10	21	20	14	1	3	1
FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEM.	FP	81	8.8	51.5	8	2	9	9	9	16	12	8	8
QUÍMICA INORGÁNICA Y ORGÁNICA	QI	58	6.3	57.8	8	6	1	10	3	5	7	7	11
CIENCIA DE MATERIALES	CM	55	5.9	63.7	4	1	11	4	2	8	9	7	9
RADIOQUÍMICA Y QUÍMICA NUC.	RQ	50	5.4	69.1	5	2	0	8	6	7	10	7	5
FISICA NUCLEAR	FN	45	4.8	73.9	6	6	3	2	4	5	7	4	8
ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	AQ	44	4.7	78.6	4	6	3	3	4	5	6	9	4
FÍSICA DE LA MATERIA COND.	FM	39	4.2	82.8	2	2	1	3	3	9	6	4	9
FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	FA	37	4	86.8	5	0	1	6	4	8	3	6	4
FÍSICA DE PLASMAS Y FUSIÓN	FF	31	3.3	90.1	2	8	1	3	3	1	6	4	3
QUÍMICA DE LAS RADIACIONES	QR	28	3	93.1	3	1	3	1	4	2	4	5	5
CIENCIAS DE LA TIERRA	CT	25	2.7	95.8	4	1	1	1	4	6	2	4	2
OTROS ASPECTOS DE LA E.N.	OA	13	1.4	97.2	1	0	0	2	0	2	5	2	1
CRIOGENIA	CR	8	0.8	98	3	0	2	2	0	1	0	0	0
ISÓTOPOS Y SUS APLICACIONES	IA	7	0.7	98.7	0	0	1	0	2	0	0	1	3
COMBUSTIBLES PARA FISIÓN	CF	4	0.4	99.1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
		<b>920</b>			<b>109</b>	<b>75</b>	<b>78</b>	<b>120</b>	<b>99</b>	<b>117</b>	<b>103</b>	<b>112</b>	<b>107</b>

**CUADRO 7  
CONTRIBUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS EN LAS DISCIPLINAS POR SECTOR,  
INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA**

S*	I*	D*/DI*	MC	AC	FP	CM	FN	IT	FA	FM	CV	QI	QR	AQ	RQ	FF	CR	CT	OA	IA	CF	TOT*	S*	I*	D*/DI*	MC	AC	FP	CM	FN	IT	FA	FM	CV	QI	QR	AQ	RQ	FF	CR	CT	OA	IA	CF	TOT*		
ED.			105	82	81	49	40	38	32	29	33	27	25	20	19	16	8	10	6	3	0	623	PU.			11	6	0	6	5	62	5	10	55	31	3	24	31	15	0	14	7	4	4	293		
	UNAM		63	79	40	33	35	31	30	18	23	18	24	13	18	16	7	10	4	1	0	463	ININ			9	6	0	6	5	54	4	10	39	30	3	24	30	12	0	12	5	4	4	257		
	ICN		56	7	23	2	21	5	7	3	9	13	19	4	17	15	0	1	4	1	0	207	SS			0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
	IF		4	0	12	16	13	23	20	7	4	1	4	6	0	0	2	3	0	0	0	115	CNSNS			2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7	
	IA		1	64	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	IIE			0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5		
	IIM		0	0	0	9	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	20	CFE			0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	
	FC		2	0	0	4	0	1	1	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	14	IMP			0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	FQ		0	0	3	2	0	0	0	0	3	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	13	INC			0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	IGF		0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	10	SDN			0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	IIB		0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	SEMP			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
	FM		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	CLFC			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
	ICML		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	IMSS			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	IQ		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	INNSZ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	ENEP		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SE			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
	FES		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PR.			0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	FI		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	CS			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	IFC		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	INNN			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	IIMAS		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	IPRODET			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	IM		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	INT.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	OAN		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	OPS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	IPN		18	0	36	6	3	5	0	8	4	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	85	TOT.			116	88	81	55	45	101	37	39	90	58	28	44	50	31	8	25	13	7	4	920		
	CINV.		17	0	33	6	3	4	0	5	2	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	75																									
	ESFM		1	0	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8																									
	ENCB		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																									
	No.id.		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																									

\*S SECTOR I INSTITUCION D DEPENDENCIA DI DISCIPLINA

**ABREVIATURAS**

AC	Astrofísica y Cosmología	FN	Física Nuclear
AQ	Análisis Químico e Isotópico	FP	Física de Partículas Elem.
CF	Combustibles para fisión	IA	Isótopos y sus aplicaciones
CM	Ciencia de Materiales	IT	Ingeniería y Tecnología
CR	Criogenia	MC	Mecánica Clásica y Cuántica
CT	Ciencias de la Tierra	OA	Otros aspectos de la En. Nuci.
CV	Ciencias de la Vida y del M. Arrib.	QI	Química Inorgánica y Orgánica
FA	Física Atómica y Molecular	QR	Química de las radiaciones
FF	Física de Plasmas y Fusión	RQ	Radioquímica y Química Nuclear
FM	Física de la Materia Condensada		

## CUADRO 8

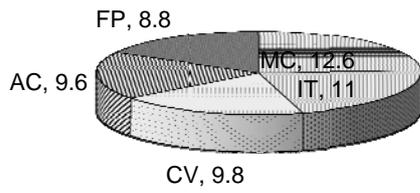
### CONTRIBUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN PORCENTUALES DE DISCIPLINAS POR PRINCIPALES SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS

SECTOR	INSTITUCIÓN	DEPEND.	%	DISCIPLINAS																			TOTAL
				MC	AC	FP	CM	FN	IT	FA	FM	V	QI	QR	AQ	RQ	FF	CR	CT	OA	IA	CF	
EDUCATIVO			a	91	93	10	89	89	38	86	74	37	47	89	45	38	52	0	40	46	43	0	68
			b	17	13	13	8	6	6	5	5	5	4	4	3	3	3	1	2	1	1	0	100
	UNAM		c	60	96	49	67	88	82	94	62	70	67	96	65	95	0	87	0	67	33	0	74
			d	14	17	9	7	8	7	6	4	5	4	5	3	4	4	1	2	1	0	0	100
	ICN		e	89	9	57	6	60	16	23	17	39	72	79	31	94	94	0	10	0	0	0	45
			f	27	3	11	1	10	3	3	2	4	6	9	2	8	7	0	1	2	1	0	100
	IF		e	6	0	30	48	37	74	67	39	17	6	17	46	0	0	29	30	0	0	0	25
			f	3	0	10	14	11	20	17	6	3	1	3	5	0	0	2	3	0	0	0	100
	IA		e	2	81	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
			f	1	94	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	OTRAS		e	3	10	10	46	3	10	3	44	44	22	4	23	6	6	71	60	0	0	0	15
			f	3	11	6	21	1	4	1	11	14	6	1	4	1	1	7	8	0	0	0	100
	IPN		c	17	0	44	12	8	13	0	28	12	7	0	0	5	0	0	0	0	67	0	14
			d	21	0	42	7	4	6	0	9	5	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	100
	CINV		e	94	0	92	100	100	80	0	62	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
			f	22	0	44	8	4	5	0	7	3	3	0	0	1	0	0	0	0	3	0	100
	ESFM		e	6	0	8	0	0	20	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
			f	13	0	37	0	0	13	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	OTRAS		c	23	4	6	20	5	5	6	10	18	26	4	35	0	0	13	0	33	0	0	12
			d	32	4	7	13	3	3	3	4	8	9	1	9	0	0	1	0	3	0	0	100
PÚBLICO		a	9	7	0	11	11	61	14	26	61	53	11	55	62	48	0	56	54	57	0	32	
		b	4	2	0	2	2	21	2	3	19	11	1	8	11	5	0	5	2	1	1	100	
ININ		c	82	100	0	100	100	87	80	100	71	97	0	0	97	80	0	86	71	0	0	88	
		d	4	2	0	2	2	21	1	4	15	12	1	9	12	5	0	5	2	1	2	100	
OTRAS		c	18	0	0	0	0	13	20	0	29	3	0	0	3	20	0	14	29	0	0	12	
		d	6	0	0	0	0	22	3	0	44	3	0	0	3	8	0	6	6	0	0	100	
TOTAL			g	13	10	9	6	5	11	4	4	10	6	3	5	3	1	3	1	1	0	100	

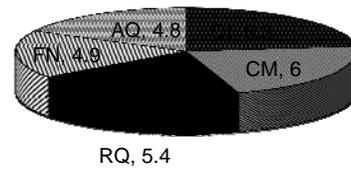
a= del total de la disciplina  
c= del total de la disciplina en el sector  
e= del total de la disciplina en la dependencia

b= del total del sector  
d= del total de la institución  
f= del total de la dependencia  
g= del total general

### DISCIPLINAS MÁS PRODUCTIVAS



51.5% DE LOS TRABAJOS

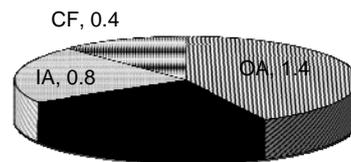


27.1% DE LOS TRABAJOS

### DISCIPLINAS MENOS PRODUCTIVAS



17.2% DE LOS TRABAJOS



4.2% DE LOS TRABAJOS

EXPRESIONES EN % DEL TOTAL DE TRABAJOS

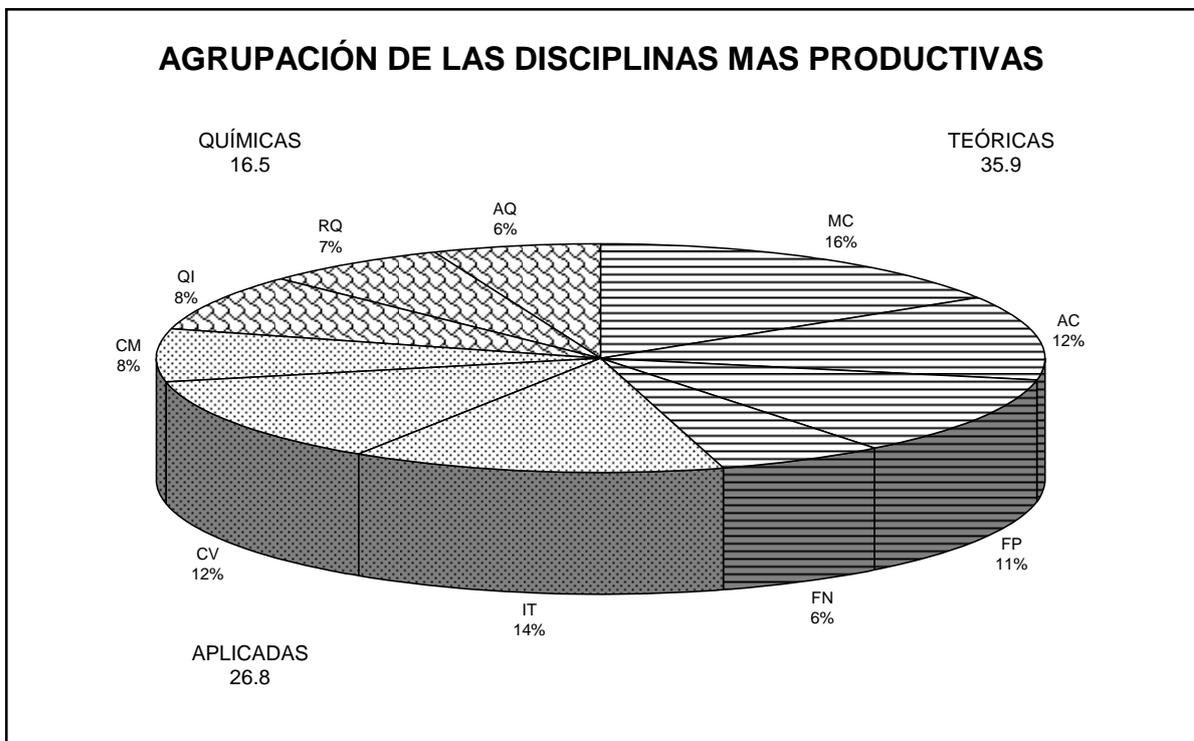
FIGURA 3  
DISTRIBUCIÓN POR DISCIPLINA

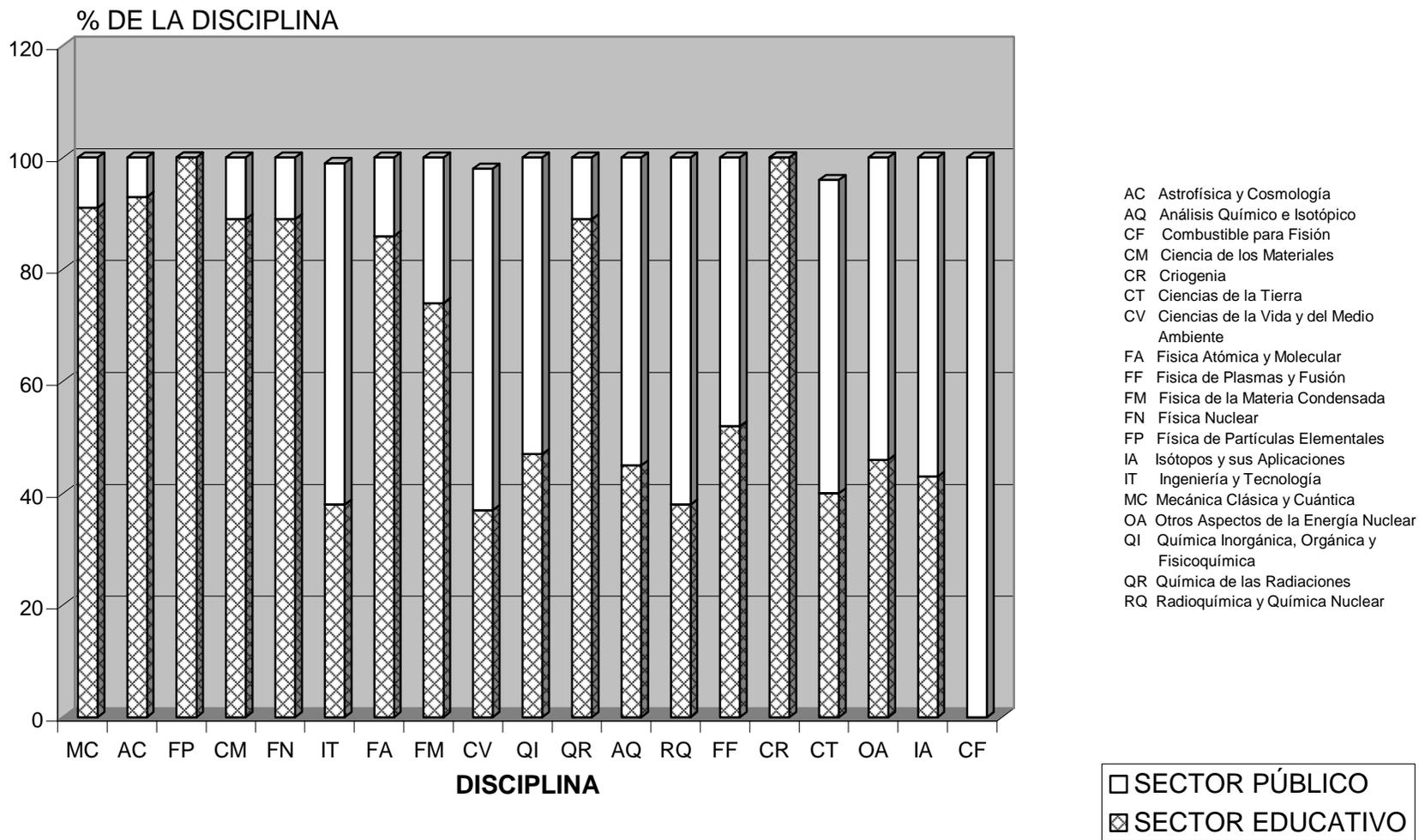
Las 9 disciplinas menos productivas, absorben el 21 % de los trabajos y pueden dividirse a su vez en dos subgrupos. El menos productivo de los dos (4 % de los trabajos), incluye a 4 disciplinas que cubrieron entre 0.4% y 1% de los trabajos cada una y el otro subgrupo, más productivo (17 % de los trabajos), incluye a 5 disciplinas con contribuciones de 3-4 % de los trabajos cada una (Figura 3).

El grupo más productivo comprende a 10 disciplinas que alcanzaron el 79% de los trabajos con contribuciones de 5-13% de cada una.

Cuatro de ellas (Mecánica Clásica y Cuántica (MC), Astrofísica y Cosmología (AC), Física de Partículas Elementales (FP) y Física Nuclear (FN), en orden de importancia de su contribución, son de corte teórico; otras tres (Ingeniería y Tecnología (IT), Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV) y Ciencia de Materiales (CM), también en orden decreciente de contribución, son de corte aplicado y tres más (Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica (QI), Radioquímica y Química Nuclear (RQ) y Análisis Químico e Isotópico (AQ), están vinculadas con la Química, tal y como se muestra en la Figura 4.

**FIGURA 4**





**FIGURA 5**  
**CONTRIBUCIÓN A CADA DISCIPLINA**  
**DE LOS PRINCIPALES SECTORES**

Visualizado así, puede concluirse que en números redondos, algo más de la tercera parte de los trabajos (36%), fueron publicados en las disciplinas teóricas, algo más de la cuarta parte (27%), en las disciplinas aplicadas y un 17% en aquellas relacionadas con la Química.

### **3.4 CONTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS A LAS DISCIPLINAS**

#### **3.4.1 Sectores**

Como era de esperarse, al grupo de disciplinas teóricas contribuye fundamentalmente el sector educativo. (Figura 4).

En efecto, 93% de los trabajos publicados en estas disciplinas proceden del sector educativo, siendo exclusiva su participación en: Física de las Partículas Elementales (FP).

En Ciencias de los Materiales (CM), el sector educativo publicó el 89% de los trabajos, mientras que en Ingeniería y Tecnología (IT) y Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV), fue el sector público el que más produjo (61% en cada una).

En las disciplinas vinculadas a la Química, más de la mitad de la contribución (57%) procede del sector público, haciéndose especialmente visible el predominio de este sector en Radioquímica y Química Nuclear (RQ) con 62% de los trabajos.

En las disciplinas menos productivas destaca la contribución exclusiva del sector educativo en Criogenia (CR) y con 89%, 86% y 74% respectivamente en: Química de las radiaciones (QR), Física atómica y molecular (FA) y Física de la materia condensada (FM) y la del sector público en las otras 5 (Figura 5)

#### **3.4.2 Instituciones**

La contribución de la UNAM a las diferentes disciplinas abarcadas por el sector educativo es la más abundante para 16 de las 18 disciplinas tratadas por este sector y alcanza el 49% de los trabajos del mismo en Física de Partículas Elementales (FP).

El IPN contribuye a 10 de las 18 disciplinas representadas en el sector educativo y en forma mayoritaria a los trabajos en Isótopos y sus Aplicaciones (IA) publicados en ese sector y en forma considerable (44% y 28% respectivamente) a Física de Partículas Elementales (FP) y Física de la Materia Condensada (FM).

La contribución de todas las demás instituciones educativas cubre 14 de las 18 disciplinas de ese sector y resulta, en su conjunto, importante en: Análisis Químico e Isotópico (AQ), Otros aspectos de la Energía Nuclear (OA) y Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica (QI).

El ININ participa en forma importante en las 17 disciplinas cubiertas por el sector público. Las demás instituciones de ese sector cubren un conjunto de 9 disciplinas y alcanzan contribuciones mayores al 25 % en Ciencias de la Vida y Medio Ambiente (CV) y Otras aplicaciones de la Energía Nuclear (OA). (Figura 5).

### **3.4.3 Dependencias**

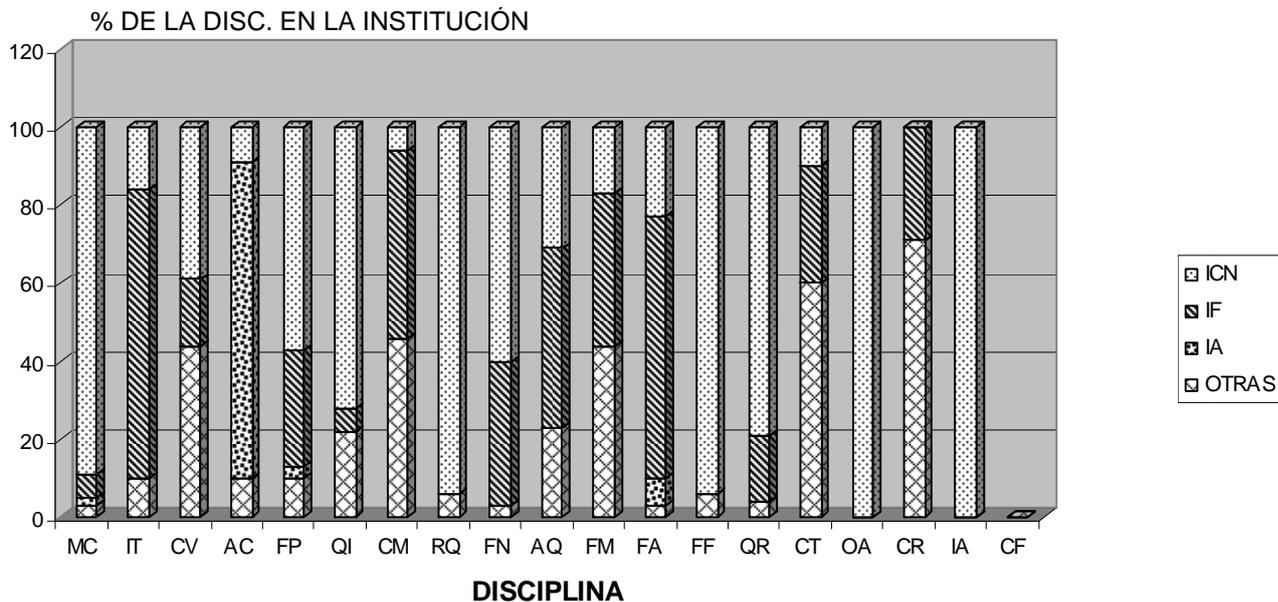
En el caso de la UNAM, el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) contribuye en forma primordial a 9 de las 18 disciplinas trabajadas por esa institución, a saber: Mecánica Clásica y Cuántica (MC), Física de Partículas Elementales (FP), Física Nuclear (FN), Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica (QI), Química de las Radiaciones (QR), Radioquímica y Química Nuclear (RQ), Física de Plasmas y Fusión (FF), Isótopos y sus Aplicaciones (IA) y Otros aspectos de la Energía Nuclear (OA).

El Instituto de Física (IF), hace lo propio en otras cuatro más : Ingeniería y Tecnología (IT), Física Atómica y Molecular (FA), Análisis Químico e Isotópico (AQ) y Ciencia de los Materiales (CM) mientras que el Instituto de Astronomía responde por la mayor parte de los trabajos en Astrofísica y Cosmología (AC) publicados por esa dependencia.

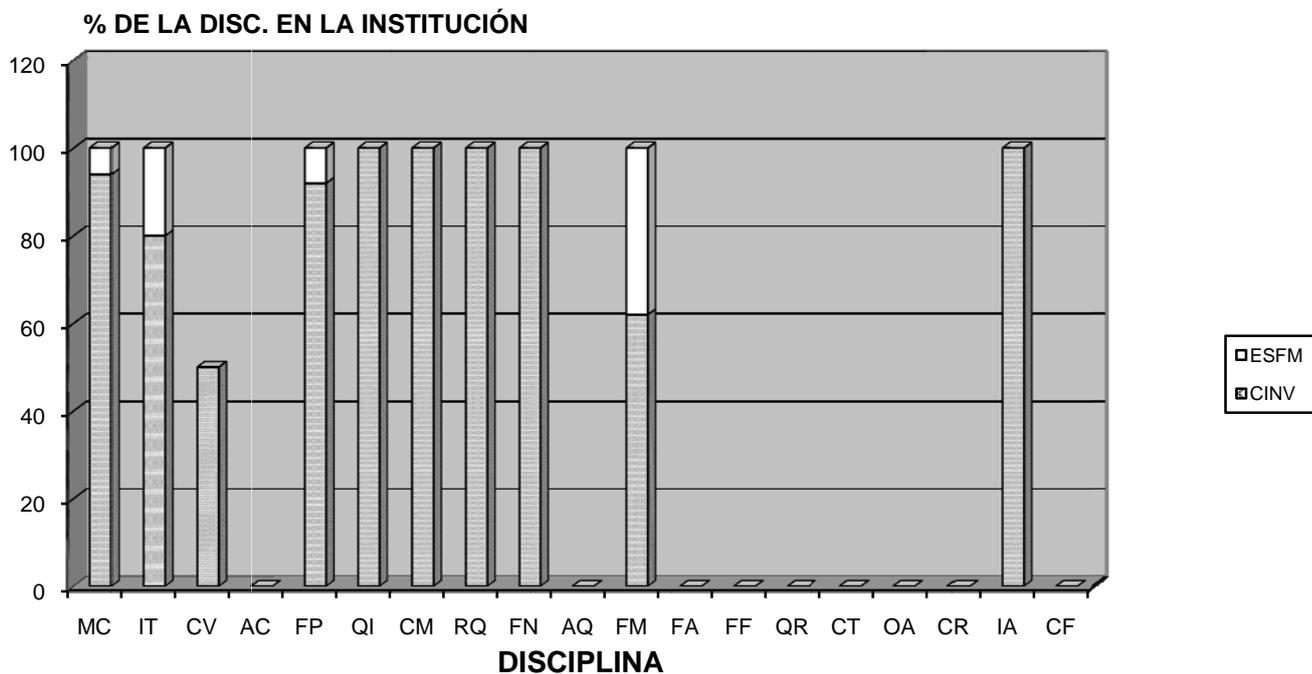
Las demás dependencias de la UNAM en su conjunto, responden por la mayor parte de los trabajos de esa institución en Criogenia (CR), Ciencias de la Tierra (CT), Física de la Materia Condensada (FM) y Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV).

En el IPN, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) participa en la forma más importante en las 10 disciplinas que abarca dicha institución y la Escuela Superior de Física y Matemáticas participa con un 38% y 20% respectivamente de los trabajos en Física de la Materia Condensada (FM) e Ingeniería y Tecnología (IT) (Figura 6).

### DE LAS PRINCIPALES DEPENDENCIAS DE LA UNAM



### DE LAS PRINCIPALES DEPENDENCIAS DEL IPN



**FIGURA 6**  
**CONTRIBUCIÓN A CADA DISCIPLINA**

### **3.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS DISCIPLINAS DENTRO DE LOS PRINCIPALES SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS**

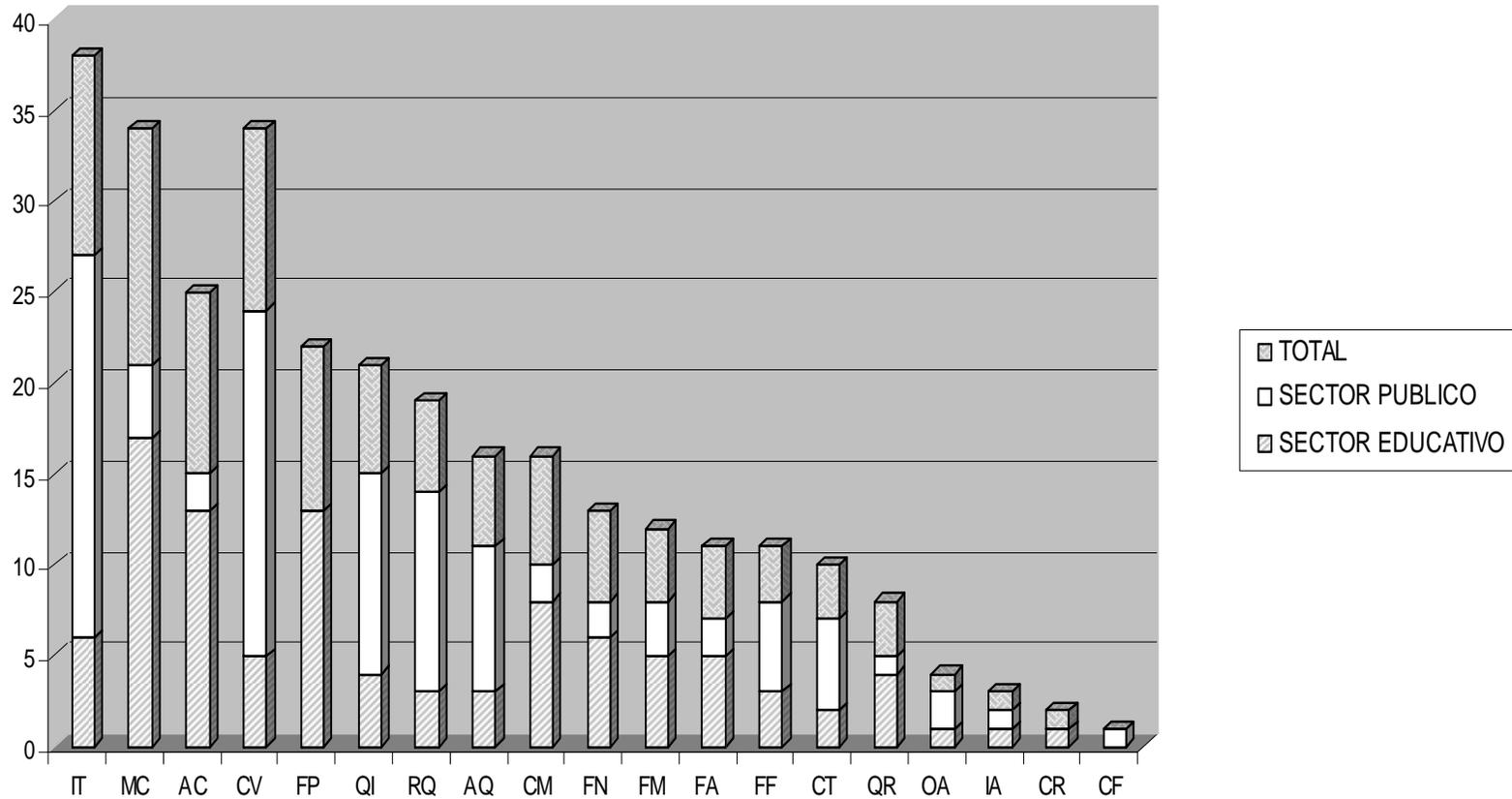
El hecho de que la contribución de un sector, institución o dependencia determinados sea predominante a una disciplina particular no implica que esa disciplina particular sea la que cuente con mayor número de trabajos en ese sector, institución o dependencia. Es por ello que resulta interesante evaluar también, dentro de cada sector, institución o dependencia la importancia relativa que se le da a cada una de las disciplinas (Figuras 7 y 8).

En el Cuadro 9 se ilustran las disciplinas que ocupan los primeros tres lugares de prioridad para los principales sectores, instituciones y dependencias.

De las cuatro disciplinas teóricas (Mecánica Clásica y Cuántica (MC) , Astrofísica y Cosmología (AC), Física de Partículas Elementales (FP) y Física Nuclear (FN) correspondientes al grupo de disciplinas de alta productividad, solamente 3 (MC, AC y FP) se encuentran entre las primeras tres prioridades del sector educativo y a su vez de la UNAM y de sus principales dependencias; únicamente dos ( MC y FP) son prioridades importantes para el IPN y sus principales dependencias y una (MC) lo es para todas las demás instituciones educativas.

FN solamente resulta prioridad para el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM.

% DEL TOTAL O DEL SECTOR

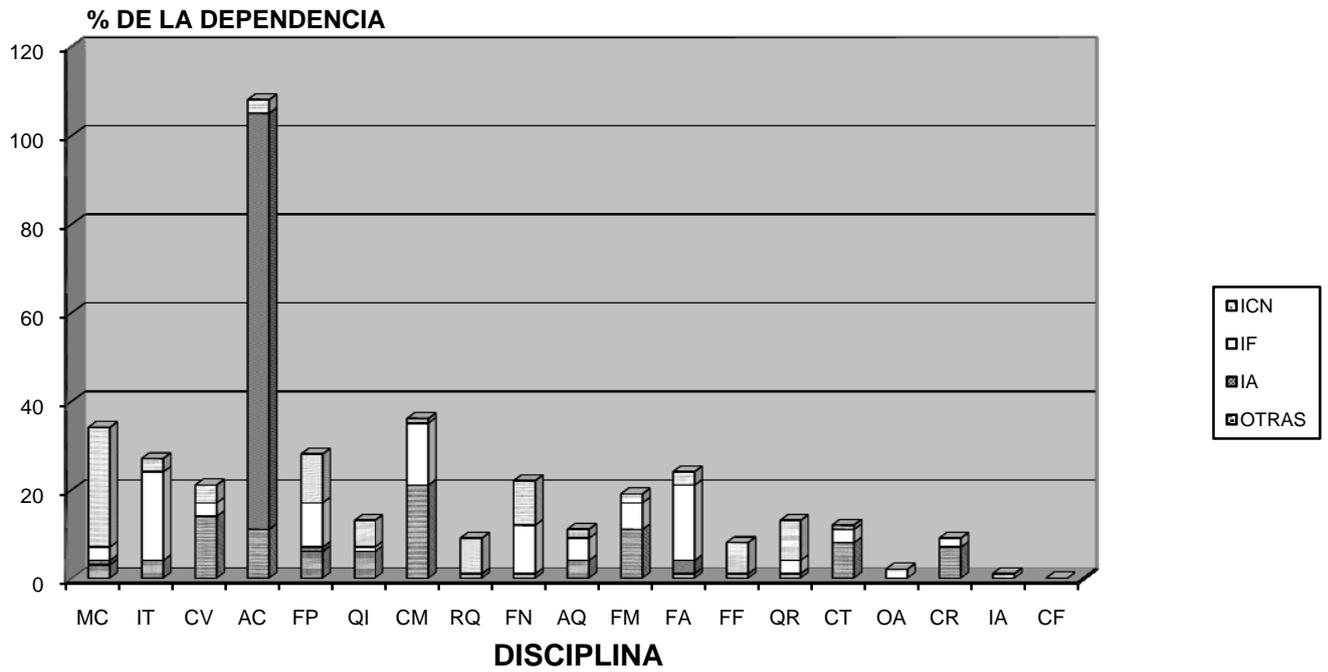


DISCIPLINA

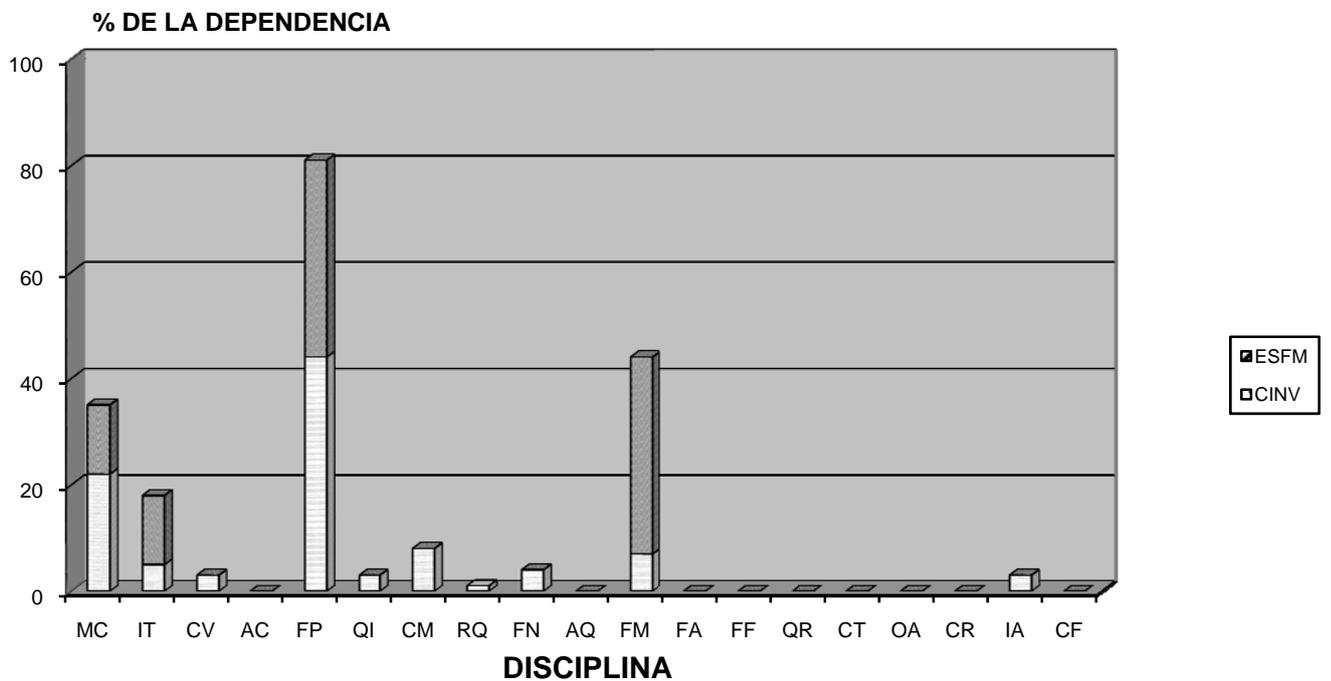
FIGURA 7

DISTRIBUCION DE DISCIPLINAS EN TOTAL Y EN LOS PRINCIPALES SECTORES

### EN LAS DEPENDENCIAS DE LA UNAM



### EN PRINCIPALES DEPENDENCIAS DEL IPN



**FIGURA 8**  
**DISTRIBUCIÓN DE DISCIPLINAS**

**CUADRO 9**  
**DISCIPLINAS PRIORITARIAS POR SECTOR, INSTITUCIÓN Y**  
**DEPENDENCIA.**

SECTOR INSTITUCIÓN DEPENDENCIA	D I S C I P L I N A S		
	P R I O R I D A D E S		
	1	2	3
EDUCATIVO	MC	AC/ FP	CM
UNAM	MC	AC	FP
ICN	MC	FP	FN
IF	IT	FA	CM
IA	AC	FA	MC/ FP
OTRAS	CM	CV	FM/ AC
IPN	FP	MC	FM
CINV	FP	MC	CM
ESFM	FP/ FM	MC/ IT	
OTRAS	MC	CM	QI/ AQ
PÚBLICO	IT	CV	QI/ RQ
ININ	IT	CV	QI/ RQ
OTRAS	CV	IT	FF

Dentro de las disciplinas productivas de corte aplicado (Ingeniería y Tecnología (IT), Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV) y Ciencia de los Materiales (CM), dos de ellas: IT y CV son las de mayor importancia para el sector público y sus instituciones, IT lo es para el Instituto de Física de la UNAM y CV para otras dependencias de la UNAM.

CM es la más importante para el sector educativo pero no para la UNAM ni para el IPN, aunque sí para las otras instituciones educativas de ese sector como también para el Instituto de Física y otras dependencias de la UNAM así como para el CINVESTAV del IPN.

De las disciplinas químicas de alta productividad (Análisis Químico e Isotópico (AQ), Radioquímica y Química Nuclear (RQ) y Química Inorgánica, Orgánica y Físicoquímica (QI), dos son las más importantes para el sector público (QI y RQ) y para el ININ y otras dos (QI y AQ) lo son para otras instituciones educativas.

Entre las disciplinas menos productivas, que llegan a ser de importancia se encuentra la Física Atómica y Molecular (FA) que es la más trascendente para algunas dependencias de la UNAM; Física de la Materia Condensada (FM), que lo es para el IPN y para su Escuela Superior de Física y Matemáticas así como para

otras dependencias de la UNAM y Física de Plasmas y Fusión (FF) que es de mayor cuantía para otras instituciones del sector público.

### **3.6 PRODUCTIVIDAD GENERAL DE LOS INDIVIDUOS**

El estudio de las personas, del número de éstas que intervinieron en la publicación de los trabajos y de la forma en que lo hicieron (como autores, coautores o ambos), permite visualizar la productividad personal a los niveles general, sectorial, institucional, por dependencia y disciplina, así como la forma en que esas personas se agrupan u organizan, en cada caso, para producir los trabajos correspondientes.

Fueron 1430 personas diferentes las que intervinieron en la producción de los 920 trabajos detectados en este estudio. Si se divide el número de trabajos en total o en cada sector, institución, dependencia o disciplina (Cuadros 3 y 6) entre el número de personas involucradas en su publicación (Cuadros 4 y 10), se obtendrá un factor correspondiente al promedio de trabajos por persona ( $T/P$ ) y si éste a su vez se divide entre los 9 años que comprende este estudio, se obtendrá un **Índice General de Productividad (IGP)** que se ilustra para los principales grupos en el Cuadro 11.

## CUADRO 10

### PORCIENTO DE PERSONAS CON 1 a n TRABAJOS EN CADA DEPENDENCIA

INSTITUC. DEP.	P*	T R A B A J O S																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	18	19	20	21	22				
UNAM	761	69	15	5	5	2	1	1	0.3	1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	1	0.1				
ICN	204	56	17	7	6	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1			2					
IF	243	75	12	5	3	1	1	1	0.4	1			0.4		0.4								
IA	101	57	21	6	8	4	2							1					1				
IIM	62	84	11	2	2	2																	
FC	40	70	13	5	13																		
FQ	29	72	24	3																			
IGF	28	68	25	4	4																		
IIB	10	100																					
FM	8	100																					
ICML	7	100																					
IQ	7	86	14																				
ENEP	7	100																					
FES	5	100																					
FI	3	100																					
IFC	1	100																					
IIMAS	1	100																					
IM	3	100																					
OAN	2	100																					
IPN	188	75	16	6	2	9	0	0.3	0	0.3													
CINV	160	72	18	6	2	1	0	1	0	1													
ESFM	23	91	4	4																			
ENCB	2	100																					
NO.ID.	3	100																					

P\* : total de personas en cada institución y dependencia

**CUADRO 11**

**ÍNDICE GENERAL DE PRODUCTIVIDAD (IGP) EN  
SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS PRINCIPALES**

<b>SECTOR</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DEPENDENCIA</b>	<b>IGP</b>
<b>TOTAL</b>			<b>0.07</b>
<b>EDUCATIVO</b>			<b>0.07</b>
	<b>UNAM</b>		<b>0.07</b>
		<b>ICN</b>	<b>0.11</b>
		<b>IF</b>	<b>0.05</b>
		<b>IA</b>	<b>0.07</b>
		<b>IIM</b>	<b>0.04</b>
		<b>FC</b>	<b>0.04</b>
		<b>FQ</b>	<b>0.05</b>
		<b>IGF</b>	<b>0.04</b>
	<b>IPN</b>		<b>0.05</b>
		<b>CINVESTAV</b>	<b>0.05</b>
	<b>UAP</b>		<b>0.12</b>
	<b>UAM</b>		<b>0.06</b>
	<b>UGTO</b>		<b>0.02</b>
<b>PÚBLICO</b>			<b>0.08</b>
	<b>ININ</b>		<b>0.09</b>
	<b>SS</b>		<b>0.02</b>

**CUADRO 12**  
**ÍNDICE GENERAL DE PRODUCTIVIDAD (IGP) EN LAS**  
**DISCIPLINAS PRINCIPALES**

DISCIPLINA	IGP
MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	0.09
FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTALES	0.08
ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA	0.07
FÍSICA DE PLASMAS Y FUSIÓN	0.07
RADIOQUÍMICA Y QUÍMICA NUCLEAR	0.06
FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	0.06
QUÍMICA DE LAS RADIACIONES	0.06
QUÍMICA INORGÁNICA, ORGÁNICA Y FÍSICO QUÍMICA	0.05
FÍSICA NUCLEAR	0.05
ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	0.05

Llaman la atención las cifras tan pequeñas del IGP en general, lo cual habla de una productividad promedio de 0 a 0.12 trabajos por personas por año e implica pocos trabajos para el número de personas involucradas o muchas personas para el número de trabajos publicados.

Como más adelante se expone, ello se debe fundamentalmente al excesivo número de personas que publicaron únicamente entre 1 y 4 trabajos.

Dentro de esta baja productividad en promedio, destaca el hecho de que el sector público supere en un 14% el IGP del sector educativo y que al nivel institucional la UAP alcance un IGP de 0.12 frente al 0.09 del ININ y el 0.07 de la UNAM. También el ICN, como dependencia, supera en su IGP a la misma UNAM, al ININ, y a los sectores público y educativo.

Según ello, los tres núcleos más productivos a nivel general resultan ser: UAP, ICN e ININ.

Por disciplina, de acuerdo con el Cuadro 12, las tres con mayor IGP son Mecánica Clásica y Cuántica (MC), Física de Partículas Elementales (FP), Astrofísica y Cosmología (AC), y Física de Plasmas y Fusión (FF), de ellas, las primeras tres se encuentran también entre las 10 disciplinas más productivas (Figura 3). Otras 4 de estas últimas alcanzan cuarto y quinto lugares en IGP.

Los cuadros 4, 10 y 13 y las figuras 9 a 11 ilustran la distribución de las personas en función del número de trabajos producidos. Si se establece como (PAP), el porcentaje promedio de personas que en general y en cada sector, institución, dependencia o disciplina, publicaron más de medio trabajo por año (más de 5 trabajos en el periodo examinado), se deduce que únicamente 10% del total de personas alcanza este índice ) y el 90% restante queda por debajo de ese límite (Cuadro 14).

Visualizado por sector, se observa que en el público, el PAP es casi el doble que en el educativo.

A nivel institucional, el PAP del ININ supera al correspondiente del propio sector público, duplica al de la UNAM, triplica el de la UAP y quintuplica el del IPN. En el plano de las dependencias, destaca el ICN de la UNAM, pues su PAP duplica el equivalente para la propia UNAM y prácticamente iguala al correspondiente para el ININ (Cuadro 14).

De las 10 disciplinas más productivas en cuanto al número de trabajos publicados (Figura 3), solamente 8 de ellas alcanzan el PAP, destacando Física Nuclear (FN) con un 7% (Cuadro 14).

Sin pertenecer a las disciplinas más productivas, Ciencias de la Tierra (CT) y Química de las Radiaciones (QR) poseen PAP de 9% y 8% respectivamente.

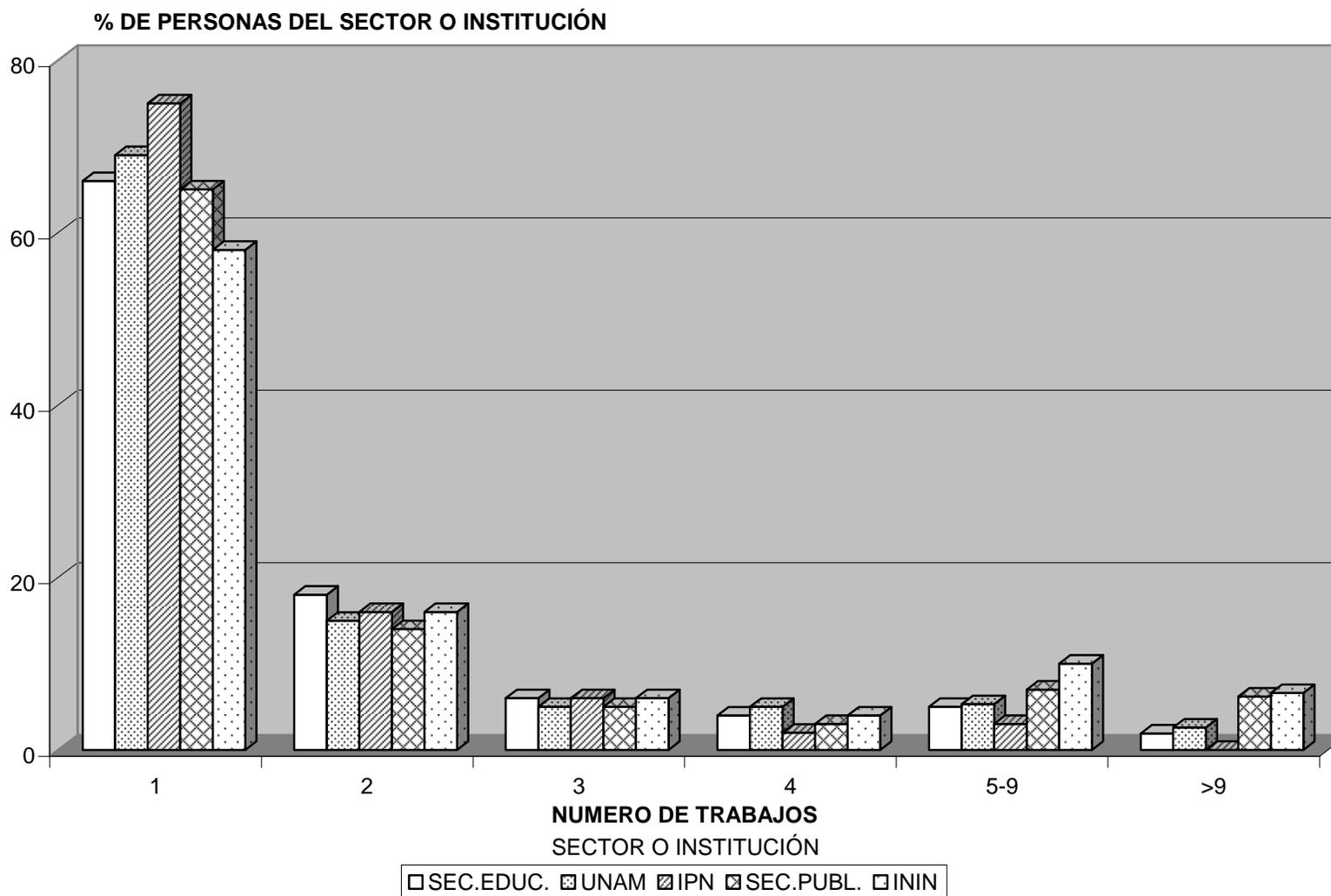
En otras palabras. en 8 de las 10 disciplinas más productivas se alcanzan valores del PAP entre 3 y 7% y en disciplinas de baja productividad (Ciencias de la Tierra (CT), Química de las Radiaciones (QR) y Física Atómica y Molecular (FA)) de 9%, 8% y 5% respectivamente.

### CUADRO 13

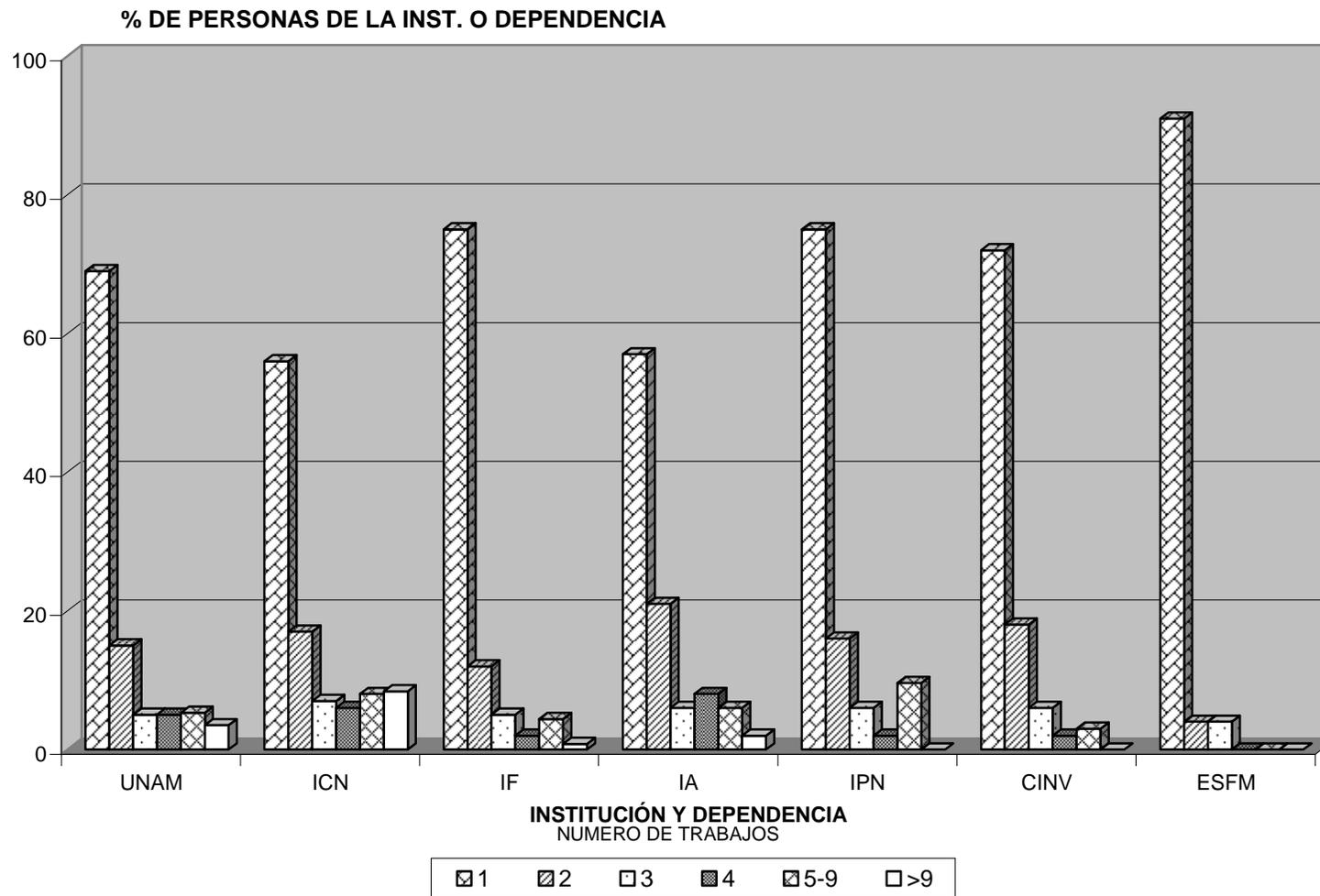
#### PORCIENTO DE PERSONAS CON 1 a n TRABAJOS EN CADA DISCIPLINA

DISC.	P*	T R A B A J O S																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	22							
MC	138	71	12	7	3	2	1	1				1	1										
IT	271	71	20	4	2	1	0.4	0.4		0.4		0.4		0.4									
CV	247	86	7	3	0.4	1	1	1					0.4	0.4									
AC	148	67	16	6	6	2	1													1	1		
FP	115	70	13	10	4	1	2																
QI	131	77	10	5	4	1	2	1					1										
CM	166	79	13	5	3																		
RQ	90	69	9	11	7		2	1	1														
FN	93	78	8	4	2	3			1	2			1										
AQ	103	70	16	7	3	3	1	1															
FM	108	85	11	1	2		1																
FA	72	76	14	3	1				1			4											
FF	46	59	11	13	15	2																	
QR	53	72	15	4	2	2				2	2	2											
CT	66	79	11	2	2	5		2						2									
OA	45	93	7																				
CR	20	75	20	5																			
IA	18	94	6																				
CF	11	73	27																				

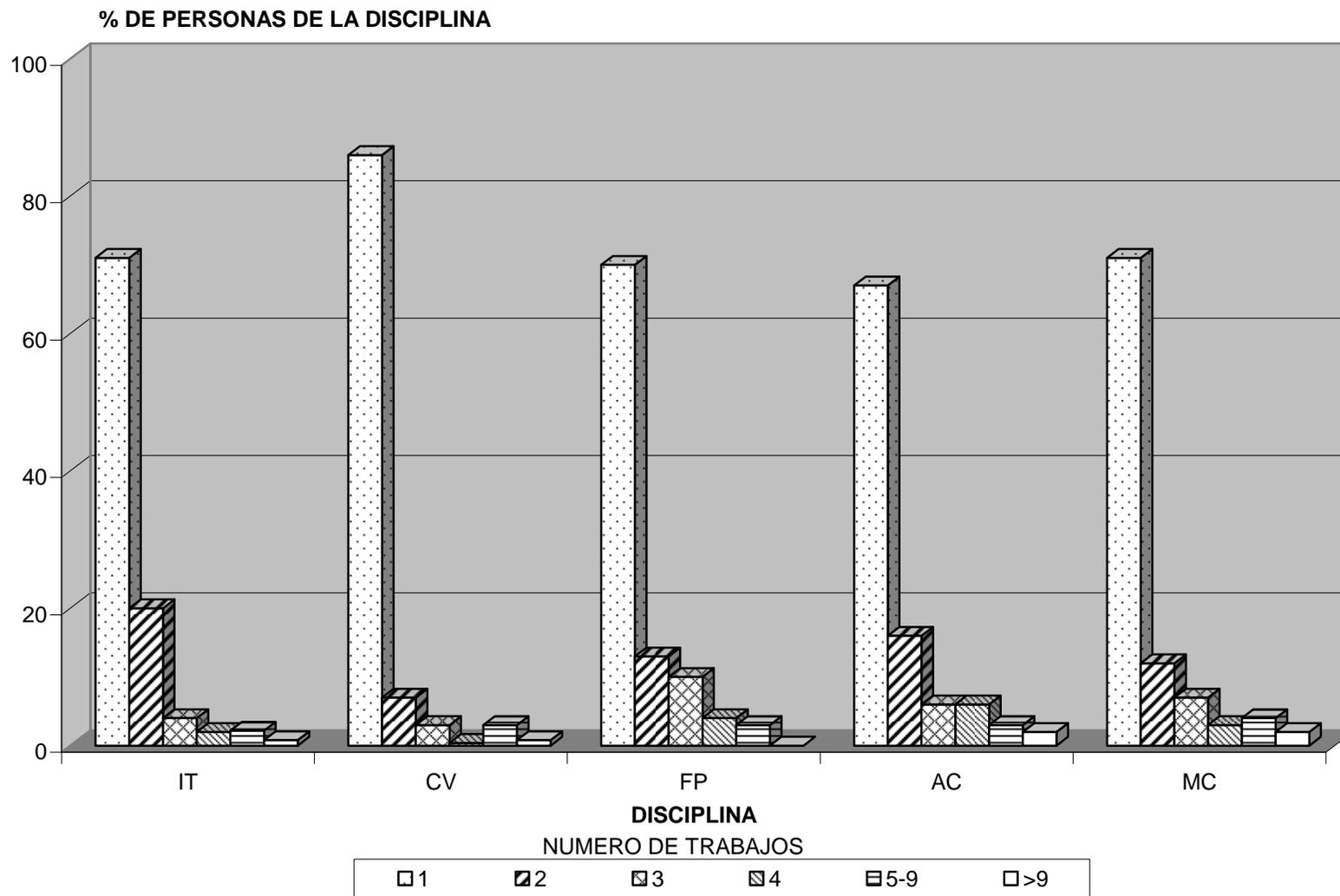
P\* : total de personas en la disciplina



**FIGURA 9**  
**TRABAJOS POR PERSONA EN LOS**  
**PRINCIPALES SECTORES E INSTITUCIONES**



**FIGURA 10**  
**TRABAJOS POR PERSONA EN LAS PRINCIPALES**  
**INSTITUCIONES Y SUS DEPENDENCIAS**



**FIGURA 11**  
**TRABAJOS POR PERSONA**  
**EN LAS PRINCIPALES DISCIPLINAS**

**CUADRO 14**  
**PRODUCTIVIDAD DE LAS PERSONAS**  
**EN LOS PRINCIPALES SECTORES, INSTITUCIONES Y**  
**DEPENDENCIAS**

SECTOR	INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA	PERSONAS CON n TRABAJOS/AÑO			
			0.1-0.44	0.6-0.9	>1	>0.5 (PAP)
<b>TOTAL</b>			<b>90</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>EDUCATIVO</b>	<b>UNAM</b>		<b>93</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
			<b>92</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
		<b>ICN</b>	<b>84</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>16</b>
		<b>IF</b>	<b>96</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
		<b>IA</b>	<b>92</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
	<b>IPN</b>		<b>97</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
		<b>CINVESTAV</b>	<b>97</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
	<b>UAP</b>		<b>95</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
	<b>PÚBLICO</b>		<b>87</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>13</b>
		<b>ININ</b>	<b>83</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>17</b>

**EN LAS PRINCIPALES DISCIPLINAS**

DISCIPLINAS	% DE PERSONAS CON n TRABAJOS/AÑO			
	0.1-0.33	0.6-0.9	> 1	> 0.5
<b>MC</b>	<b>94</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>IT</b>	<b>97</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>CV</b>	<b>96</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>AC</b>	<b>95</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>QI</b>	<b>95</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>FN</b>	<b>93</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
<b>FA</b>	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>QR</b>	<b>92</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>CT</b>	<b>91</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>RQ</b>	<b>96</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>AQ</b>	<b>95</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

### **3.7 PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DE LOS INDIVIDUOS**

En el Cuadro 15 se presentan los porcentajes de trabajos con autoría individual en los sectores, instituciones, dependencias y disciplinas.

Los Cuadros 16 a 18 se han registrado los nombres de las personas más productivas en general y por sector, institución, dependencia y disciplina.

De las 12 personas que publicaron un promedio de más de 2 trabajos por año, 7 pertenecen al sector educativo (UNAM) y 5 al público (ININ) y de las 7 correspondientes a la UNAM, 4 están adscritas al Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), 2 al Instituto de Física (IF) y 1 al Instituto de Astronomía (IA).

Los tres primeros lugares corresponden a Segovia N., Azorín J. y Bulbulián S. del ININ y a Negrón M. y Rodríguez L.F. de la UNAM (ICN e IA respectivamente) (Cuadro 16).

El propio Negrón M., junto con Navarro G.R. y Frank A., ocupan el primer lugar en el ICN; Espinosa G. en el IF y Rodríguez L.F. en el IA.

García D.A. es el más productivo del CINVESTAV y Azorín J. del ININ Destaca, desde luego, Torres del Castillo G.F. de la UAP (Cuadro 17).

Solo 6 de las 10 disciplinas más productivas (Figura 3) tienen investigadores altamente productivos, destacando Astrofísica y Cosmología (AC) con Rodríguez L.F. y Canto J.; Ingeniería y Tecnología (IT) con Azorín J. y Gutiérrez A.; Ciencias de la Tierra (CT) con Segovia N. y Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV) con Olvera O. (Cuadro 18).

### **3.8 LOS COAUTORES**

La presencia de coautores en un trabajo es un indicador de la formación o integración de grupos o equipos de investigación, algo positivo y benéfico para el desarrollo de la investigación.

Integrar y mantener grupos o equipos de trabajo no sólo es un desafío académico sino que también administrativo y económico, sobre todo si esos grupos tienen un cierto grado de permanencia.

En los centros de estudio superiores, donde los recursos económicos son limitados,

dichos grupos suelen integrarse con un investigador (permanente) y uno o varios estudiantes (transitorios) y por ello, rara vez cristaliza en ellos un verdadero equipo de trabajo permanente. Por otra parte, cuando la iniciativa privada o en el sector público se involucran en tareas de investigación, destinan generalmente recursos económicos para financiar y mantener el personal necesario abocado a esta tarea como meta definitiva y no como meta transitoria para alcanzar un grado o un puesto, como es el caso del estudiante universitario. Estas instituciones pueden integrar equipos de trabajo de mayor permanencia.

Por otra parte, la ausencia de coautores en los trabajos científicos o técnicos, muestra investigaciones realizadas en forma personal, generalmente con una línea de investigación por cada autor y revela la dificultad, sea académica o económica, para integrar grupos de investigación que se adiestren y promuevan el progreso en esas líneas de investigación.

Por lo anterior, interesa evaluar la participación de los coautores en el presente estudio.

## CUADRO 15

### PORCENTAJE DE TRABAJOS EN LOS SECTORES, INSTITUCIONES, DEPENDENCIAS Y DISCIPLINAS MÁS REPRESENTATIVAS CON AUTORÍA INDIVIDUAL

SECTOR	INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA	DISCIPLINA		
EDUCATIVO	UNAM		MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	29	
			INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	11	
		ICN	CIENCIAS DE LA VIDA Y DEL MEDIO	9	
		IF	AMBIENTE	9	
		IA	ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA	13	
			FÍSICA DE PARTÍCULAS		
		IIM	ELEMENTALES	21	
		FC	QUÍMICA INORGÁNICA Y ORGÁNICA	0	
		FQ	CIENCIA DE MATERIALES	6	
			RADIOQUÍMICA Y QUÍMICA		
		IGF	NUCLEAR	8	
			FÍSICA NUCLEAR	7	
		IPN		ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	11
				FÍSICA DE LA MATERIA	
		CINV.	CONDENSADA	10	
			FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	5	
	UAP		FÍSICA DE PLASMAS Y FUSIÓN	26	
UAM		QUÍMICA DE LAS RADIACIONES	0		
UGTO		CIENCIAS DE LA TIERRA	4		
		OTROS ASPECTOS DE LA ENERGÍA	31		
PÚBLICO			NUCLEAR	11	
	ININ		CRIOGENIA	0	
	SS		ISÓTOPOS Y SUS APLICACIONES	29	
			COMBUSTIBLES PARA FISIÓN	0	

**CUADRO 16**  
**PRODUCCIÓN PERSONAL Y SU DISTRIBUCIÓN ANUAL**

PERSONA	TRABAJOS				AÑOS										SEC/INS/DEP
	TOT.	cA	cC	TR./AÑO	86	87	88	89	90	91	92	93	94		
Segovia N.	27	17	10	3	6	1	3	2	2	3	1	6	3	PUB/ININ	
Azorín J.	25	18	7	2.8	5		3	5	3	1		6	2	PUB/ININ	
Negrón M.	22	11	11	2.4	4	1	3	2	2	3	4	3		EDU/UNAM/ICN	
Rodríguez L.F.	22	7	15	2.4	3	3	3	6	6	1				EDU/UNAM/IA	
Bulbulián S.	22	4	18	2.4	2		1	1	3	2	2	7	4	PUB/ININ	
Burillo G.	21	10	11	2.3	3	1		4	2	1	4	1	5	EDU/UNAM/ICN	
Navarro G.R.	21	10	11	2.3	3	1		3	1	4	5		4	EDU/UNAM/ICN	
Frank A.	21	9	12	2.3	6	3		2	2	3	2		3	EDU/UNAM/IF	
Fucugauchi L.A.	21	2	19	2.3	1			6		1	5	5	3	PUB/ININ	
Castaños O.	20	16	4	2.2	2	3	1	1	2	1	4		6	EDU/UNAM/ICN	
Espinosa G.	20	15	5	2.2	2				3	6	2	6	1	EDU/UNAM/IF	
Jiménez D.H.	18	5	13	2	2	1		3		3	4	3	2	PUB/ININ	

## CUADRO 17

### PERSONAS MÁS PRODUCTIVAS A NIVEL INSTITUCIÓN Y DEPENDENCIA

INSTIT.	DEP.	PERSONA	TRABAJOS COMO			
			AUTOR	COAUTOR	TOTAL	
UNAM	ICN	Negrón M.A.	11	10	21	
		Navarro G.R.	10	11	21	
		Frank A.	9	12	21	
		Castaños O.	16	3	19	
		Burillo G.	10	8	18	
		Urrutia L.F.	9	6	15	
		Albarrán G.	7	8	15	
		Hojman S.A.	8	4	12	
		Hess P.O.	2	10	12	
		Coronado M.	8	3	11	
		Lemus R.	4	7	11	
		Ogawa T.	1	9	10	
		Vitela J.	7	2	9	
		Draayer J.P:	0	9	9	
	IF	Espinosa G. *	15	3	18	
		Brandan M.E.	5	7	12	
		Martínez H.	4	5	9	
		Alvarez I.	3	6	9	
		Cisneros C.	1	8	9	
	IA	Rodríguez L.F.	7	15	22	
		Canto J.	2	13	15	
	IPN	CINVESTAV	García D.A.	5	4	9
	UAP		Torres del Castillo G.F.	14	0	14
	ININ		Azorín J.	18	7	25
			Segovia N. *	17	7	24
			Bulbulián S.	4	17	21
			Fucugauchi L.A.	2	19	21
			Jiménez D.H.	5	13	18
		Gutiérrez A.	1	16	17	
		Balcázar M.	10	6	16	

\* persona con algunos trabajos adicionales en otras Dependencias o Instituciones en las que no figura entre las más productivas.

## CUADRO 18

### PERSONAS MÁS PRODUCTIVAS A NIVEL DISCIPLINA

DISCIPLINA	PERSONA	TRABAJOS COMO		TOTAL	SEC/INS/DEP
		AUTOR	COAUTOR		
AC	Rodríguez L.F.	7	15	22	EDU/UNAM/IA
	Canto J.	2	13	15	EDU/UNAM/IA
IT	Azorín J. *	12	4	16	PUB/ININ
	Gutiérrez A. *	1	12	13	PUB/ININ
	Balcázar M. *	10	1	11	PUB/ININ
	Espinosa G.	8	1	9	EDU/UNAM/IF
CT	Segovia N.	10	4	14	PUB/ININ
CV	Olvera O.	2	12	14	PUB/ININ
	De la Rosa D.M.	2	10	12	PUB/ININ
	Guzmán J.	3	7	10	PUB/ININ
	Morales R.P.	8	1	9	PUB/ININ
MC	Torres del Castillo G.F. *	12	0	12	EDU/UAP
	Urrutia L.F. *	8	3	11	EDU/UNAM/ICN
QI	Fucugauchi L.A.	1	11	12	PUB/ININ
QR	Negrón M.A.	6	5	11	EDU/UNAM/ICN
	Burillo G.	5	4	9	EDU/UNAM/ICN
FN	Castaños O.	7	4	11	EDU/UNAM/ICN
FA	Martínez H.	4	5	9	EDU/UNAM/IF
	Alvarez I.	3	6	9	EDU/UNAM/IF
	Cisneros C.	1	8	9	EDU/UNAM/IF

\* persona con algunos trabajos adicionales en otras disciplinas en las que no figura entre las más productivas

Como puede observarse en los cuadros 19 y 20 y en su resumen correspondiente presentado en el Cuadro 21, la mayor parte de los trabajos, tanto en general como por sector, institución y dependencia, contienen uno a dos coautores (12).

Una excepción resulta ser la Universidad Autónoma de Puebla, que con una contribución promedio de 2.5 trabajos por año, publicó en autoría individual el 65% de ellos y otro 26% con uno o dos coautores. Esto hace suponer que en esa institución la investigación en el área de estudio es realizada fundamentalmente por investigadores aislados y que posiblemente el apoyo económico para la investigación correspondiente es limitado.

Por otra parte, la Secretaría de Salud, con un promedio de producción de un trabajo por año, todos sus trabajos fueron de autoría individual y el 88% de sus contribuciones tienen entre 3 y 10 coautores, lo que hace pensar en uno o pocos núcleos de investigación, probablemente en un campo temático específico. En el caso de la Universidad Autónoma de Guanajuato, llama la atención el elevado porcentaje de trabajos con más de 10 coautores. Debemos aclarar que en estos casos, frecuentemente se trata de trabajos sobre temas muy amplios realizados y rubricados por cooperación interinstitucional y frecuentemente internacional en que uno de los coautores pertenece a una institución mexicana pero el trabajo no está encabezado por ella (Cuadro 22) mismos que quedaron incluidos en este estudio debido a que en la Base de Datos INIS, empleada para detectar la contribución mexicana al campo, no es posible, como en otras, buscar por el campo: fuente de origen (independiente del campo de autores), que es el país de origen de la institución responsable de la publicación de un trabajo dado.

**CUADRO 19**

**NÚMERO DE COAUTORES EN LOS TRABAJOS DE LOS SECTORES Y DE SUS INSTITUCIONES\***

		COAUTORES												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	21	22
<b>TOTAL</b>		13	27	26	17	8	4	2	1	0.3	0.2	0.4	0.2	1
<b>SEC. EDUCATIVO</b>		14	30	28	15	7	3	1	1	0	0.2	1	0.3	1
	<b>INSTITUC.</b>													
	UNAM	11	29	29	17	8	3	2	1		0.2	1	0.2	0.2
	IPN	15	37	29	8	2	2		4					2
	UAP	65	17	9	4	4								
	UAM	11	32	32	16	5	5							
	U.GTO.	10	30	20		10							10	20
	US	20	20	20	20	20								
	CICESE			67	33									
	UMSNH	33	67											
	UAZ		50			50								
	U. de G.		100											
	CM	100												
	INIREB					100								
	ITESM		100											
	ITS			100										
	ITT	100												
	UANL					100								
	UASLP					100								
	UBCS	100												
<b>SEC. PÚBLICO</b>		11	22	22	22	10	8	4	1	1	0.3	0.3	0	0
	<b>INSTITUC.</b>													
	ININ	8	21	25	23	10	7	4	1	1		0.4		
	SS		11		11	33	33	11						
	CNSNS	86	14											
	IIE		100											
	CFE	67						33						
	IMP		50	50										
	INC	100												
	SDN				100									
	SEMIP		100											
	CLFC	100												
	IMSS										100			
	INNSZ		100											
	SE		100											
<b>SEC. PRIVADO</b>		0	0	33	0	0	33	33	0	0	0	0	0	0
	<b>INSTITUC.</b>													
	CS						100							
	INNN							100						
	IPIRODET			100										
<b>SEC. INTERNACIONAL</b>		0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>INSTITUC.</b>													
	OPS			100										

(\*) porcentaje referido al total de trabajos en cada sector o institución

**CUADRO 20**

**NÚMERO DE COAUTORES EN LOS TRABAJOS DE LAS INSTITUCIONES Y SUS DEPENDENCIAS\***

SEC.	INST.	DEP.	COAUTORES										
			1	2	3	4	5	6	7	9	10	21	22
EDU.			30	28	15	7	3	1	1	0.2	1	0.3	1
	UNAM		29	29	17	8	3	2	1	0.2	1	0.2	0.2
		ICN	33	33	16	4	1	1					
		IF	30	25	17	9	4	2	2	1	1	1	1
		IA	24	19	28	15	2		2				
		IIM	15	35	20	15	10		5				
		FC	21	29	7		29	7			7		
		FQ	31	15			8	15					
		IGF	20	40	10				10		10		
		IIB	33	33		33							
		FM		50		50							
		ICML		50	50								
		IQ			100								
		FI		100									
		OAN	100										
		IM		100									
		FES				100							
		ENEP						100					
	IPN		37	29	8	2	2		4				2
		CINV	40	27	8	3	3		3				3
		ESFM		50	13				13				
		ENCB	100										
		NO.ID.		100									

(\*) porcentaje referido al total de trabajos en cada sector, institución o dependencia

**CUADRO 21**

**PORCENTAJE DE TRABAJOS EN LOS SECTORES, INSTITUCIONES Y  
DEPENDENCIAS MÁS REPRESENTATIVAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO  
AGRUPADO DE COAUTORES**

SECTOR	INSTITUCIÓN	DEPENDENCIA	C O A U T O R E S				
			1-2	3-4	5-10	3-10	> 10
<b>TOTAL</b>			<b>53</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>1</b>
<b>EDUCATIVO</b>			<b>58</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>1</b>
	<b>UNAM</b>		<b>58</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>32</b>	<b>0</b>
		<b>ICN</b>	<b>66</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>0</b>
		<b>IF</b>	<b>55</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>2</b>
		<b>IA</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>4</b>	<b>47</b>	<b>0</b>
		<b>IIM</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>0</b>
		<b>FC</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>0</b>
		<b>FQ</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>0</b>
		<b>IGF</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>0</b>
	<b>IPN</b>		<b>66</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>2</b>
		<b>CINV.</b>	<b>67</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>3</b>
	<b>UAP</b>		<b>26</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
	<b>UAM</b>		<b>64</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>0</b>
	<b>UGTO</b>		<b>50</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>30</b>
<b>PÚBLICO</b>			<b>44</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>47</b>	<b>0</b>
	<b>ININ</b>		<b>46</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>46</b>	<b>0</b>
	<b>SS</b>		<b>11</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>88</b>	<b>0</b>

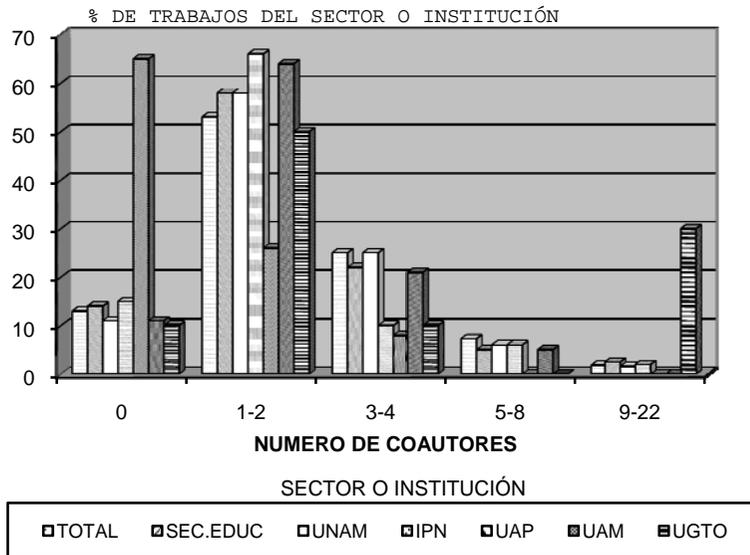
## CUADRO 22

### REFERENCIAS DE LOS TRABAJOS CON 20 O MÁS COAUTORES

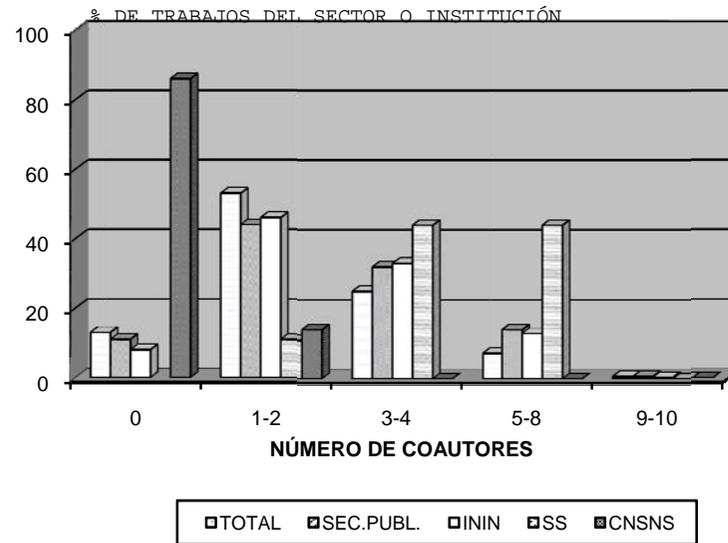
1. Christian DC, et.al. (20 coautores\*), High rate drift chambers. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated equipment 1994;345(1):62-71.
2. Fowler MM, et.al. (21 coautores\*), Composite charged particle detectors with logarithmic energy response for large dynamic range energy measurements. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A 1989;281(3):517-27.
3. Frabetti PL, et.al. (99 coautores\*), Description and performance of the Fermilab E687 spectrometer. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A 1992;320(3):519-47.
4. Frabetti PL, et.al. (75 coautores\*), A Wide band photon beam at the Fermilab Tevatron to study heavy flavors. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A 1993;329(1/2):62-78.
5. Hartouni EP, et.al. (24 coautores\*), A new technique for on-line and off-line high speed computation. IEEE Transactions on Nuclear Science 1989;36(5):1480-4.
6. Hartouni EP, et.al. (34 coautores\*), High speed simultaneous measurement of pulse area and time-of-flight for photomultiplier signals. Nuclear Instruments and methods in Physics Research. Section A 1992;317(1/2):161-9.
7. Natowitz JB, et.al. (40 coautores\*), Dynamical and statistical properties of hot nuclei, Nuclear Physics A 1992;538:263c-274c.

\* con colaboración mexicana

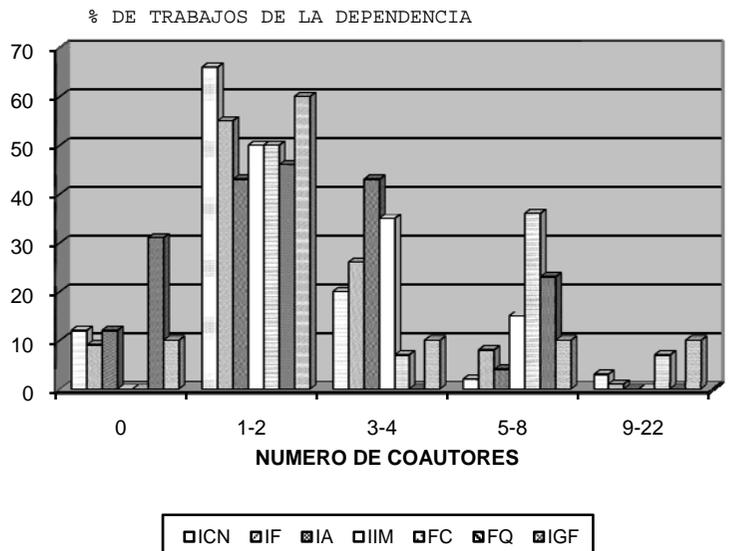
**REPARTO DE COAUTORES EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DEL SECTOR EDUCATIVO**



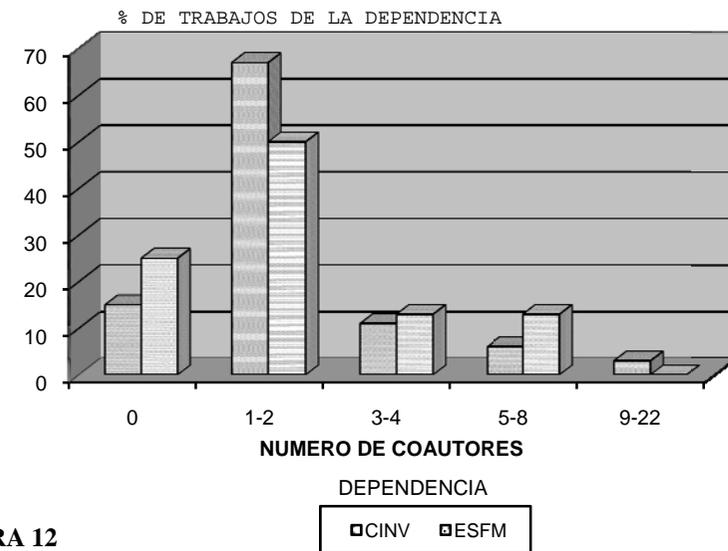
**REPARTO DE COAUTORES EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DEL SECTOR PÚBLICO**



**REPARTO DE COAUTORES EN LAS PRINCIPALES DEPENDENCIAS DE LA UNAM**



**REPARTO DE COAUTORES EN LAS PRINCIPALES DEPENDENCIAS DEL IPN**



**FIGURA 12**  
**COAUTORES EN LOS SECTORES, INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS PRINCIPALES**

Aunque con poca diferencia, se puede observar que en el sector público y sus instituciones más representativas, hay un menor porcentaje de trabajos sin coautor que en el sector educativo en el que el Instituto Politécnico Nacional se alcanza el 15%. Ello podría interpretarse como que en el primer sector y en sus instituciones hay menos facilidad para que se dé la contribución individual. Ello parece corroborarlo los datos que muestran que ese sector y sus instituciones más representativas posean mayor porcentaje de trabajos con 3 a 10 coautores que el sector educativo y sus instituciones (Cuadro 21).

Visualizado a través de las dependencias, destaca el mayor porcentaje de trabajos sin coautor de la Facultad de Química de la UNAM y por lo contrario, la ausencia de trabajos sin coautor en los casos del Instituto de Investigación en Materiales y de la Facultad de Ciencias de dicha institución, cuyos porcentajes de trabajos con 3 a 10 coautores llegan a 50 en ambos casos. Solamente el Instituto de Astronomía de la UNAM, se aproxima a esos índices con 47% de trabajos con 3 a 10 coautores y 43% con 1 y 2 coautores.

El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN se comporta en forma casi idéntica al de su institución con un elevado índice de trabajos sin coautor.

Por disciplinas, Otros aspectos de la Energía Nuclear, Mecánica Clásica y Cuántica, Isótopos y sus Aplicaciones y Física de Plasmas y Fusión (Cuadro 23), poseen los porcentajes más elevados de trabajos sin coautor frente a Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica, Química de las Radiaciones, Combustibles para Fisión y Criogenia, que no tienen trabajos sin coautor. Las primeras tres de éstas últimas, destacan por tener altos porcentajes de trabajos con 3 a 10 coautores (Cuadro 24 y Figura 13).

Con 1 a 2 coautores sobresalen Física de Partículas Elementales, Mecánica Clásica y Cuántica y Criogenia y con 3 a 10 coautores y un nivel de trabajos con 1-2 coautores del orden del 50%, destacan Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica, Química de las Radiaciones y Ciencia de los Materiales.

En síntesis puede afirmarse que, por su bajo índice de trabajos individuales (sin coautor) y elevado índice de trabajos en equipo (con 3 a 10 coautores) y a un nivel aproximado de 50% de trabajos con 1 y 2 coautores, destaca el sector público sobre el educativo y el ININ sobre Universidad Autónoma de Guanajuato y la UNAM. A nivel dependencias, el Instituto de Investigación en Materiales, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física de la UNAM y al de disciplinas, la Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica, la Química de Radiaciones y la Ciencia de los Materiales.

**CUADRO 23**

**PORCENTAJE DE TRABAJOS EN CADA DISCIPLINA EN FUNCIÓN  
DEL NÚMERO AGRUPADO DE COAUTORES**

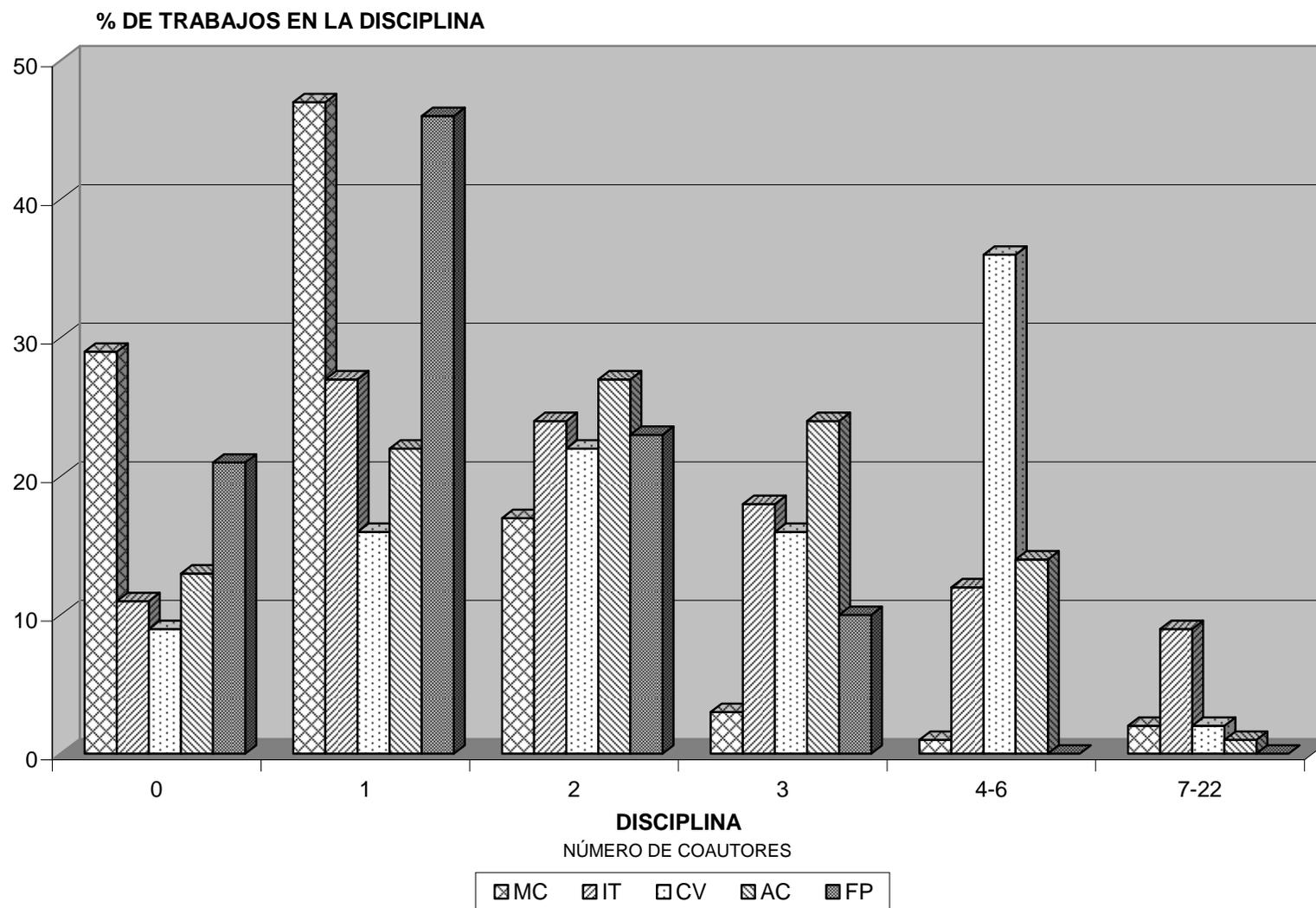
DISCIPLINA	C O A U T O R E S				
	1-2	3-4	5-10	3-10	> 10
MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	64	4	2	6	0
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	51	24	10	34	5
CIENCIAS DE LA VIDA Y DEL MEDIO AMBIENTE	38	35	19	54	0
ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA	49	37	2	39	0
FÍSICA DE PARTICULAS ELEMENTALES	69	10	0	10	0
QUÍMICA INORGÁNICA Y ORGÁNICA	52	40	9	49	0
CIENCIA DE MATERIALES	53	19	25	44	0
RADIOQUÍMICA Y QUÍMICA NUCLEAR	62	26	4	30	0
FÍSICA NUCLEAR	62	24	4	28	2
ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	32	41	16	56	0
FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA	47	33	11	44	0
FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	59	30	6	36	0
FÍSICA DE PLASMAS Y FUSIÓN	51	10	13	23	0
QUÍMICA DE LAS RADIACIONES	54	39	8	47	0
CIENCIAS DE LA TIERRA	40	28	28	56	0
OTROS ASPECTOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR	54	8	0	8	8
CRIOGENIA	63	38	0	0	0
ISÓTOPOS Y SUS APLICACIONES	29	43	0	0	0
COMBUSTIBLES PARA FISIÓN	50	50	0	0	0

## CUADRO 24

### NÚMERO DE COAUTORES EN LOS TRABAJOS DE CADA DISCIPLINA\*

DISCIPLINA	COAUTORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	21	22
MC	47	17	3	1			1	1				
IT	27	24	18	6	5	1	2			2	2	3
CV	16	22	16	19	9	8	1		1			
AC	22	27	24	13	1		1					
FP	46	23	10									
QI	19	33	33	7	7		2					
CM	18	35	13	6	15		6		2	2		
RQ	22	40	8	18	4							
FN	24	38	22	2	4							2
AQ	14	18	27	14	7	9						
FM	21	26	23	10	5	3	3					
FA	32	27	14	16	3	3						
FF	35	16	10		3	3		7				
QR	25	29	32	7	4	4						
CT	16	24	20	8	8	12	4			4		
OA	31	23	8									8
CR	13	50	38									
IA	29		29	14								
CF		50	50									

(\*) porcentaje referido al total de trabajos en cada disciplina



**FIGURA 13**  
**DISTRIBUCIÓN DE COAUTORES EN LOS**  
**TRABAJOS DE LAS PRINCIPALES DISCIPLINAS**

Con mayor porcentaje de trabajos con 1 y 2 coautores tiene preferencia el sector educativo sobre el público y dentro del primero, el IPN, la UAM y la UNAM.

Como dependencias, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN y los Institutos de Ciencias Nucleares y de Geofísica de la UNAM. Como disciplinas: la Física de Partículas Elementales, la Mecánica Clásica y Cuántica, la Radioquímica y Química Nuclear y la Física Nuclear.

### **3.9 LOS TIPOS DE DOCUMENTOS**

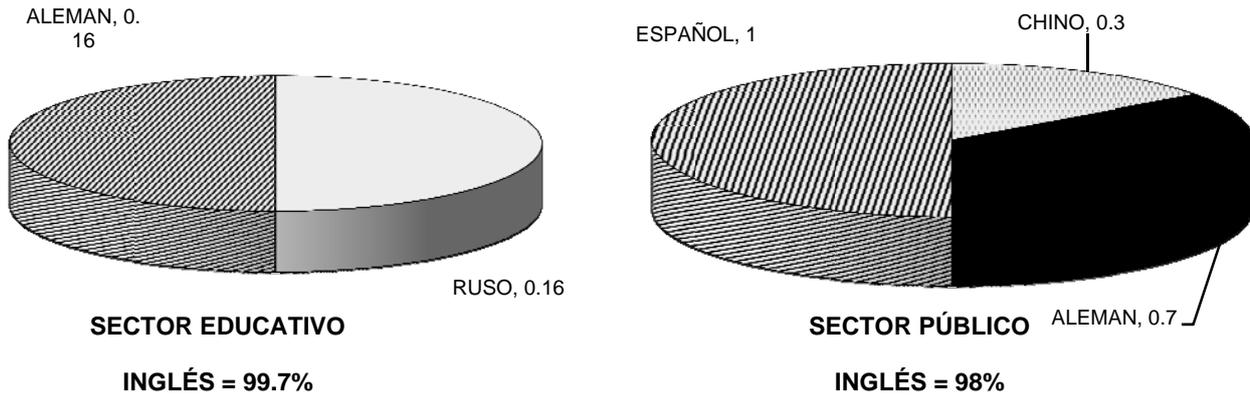
En la variante de “cartas al editor” se publicaron únicamente dos trabajos uno de ellos correspondiente al sector educativo y a la disciplina de Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica y el otro dentro del sector público en la disciplina de Ingeniería y Tecnología. Todos los demás trabajos revistieron el tipo de artículos en revistas.

### **3.10 IDIOMA DE LOS TRABAJOS**

El inglés fue el idioma preferente en el que se publicaron los trabajos. Únicamente 2.3% de las contribuciones se publicaron en idiomas diferentes al inglés, siendo el español, el alemán, el ruso y el chino los idiomas alternos. La Figura 14 muestra la distribución por sector y disciplina de los trabajos publicados en esos idiomas. Se observa que el español es prioritario para el sector público y el alemán y el ruso, para el educativo.

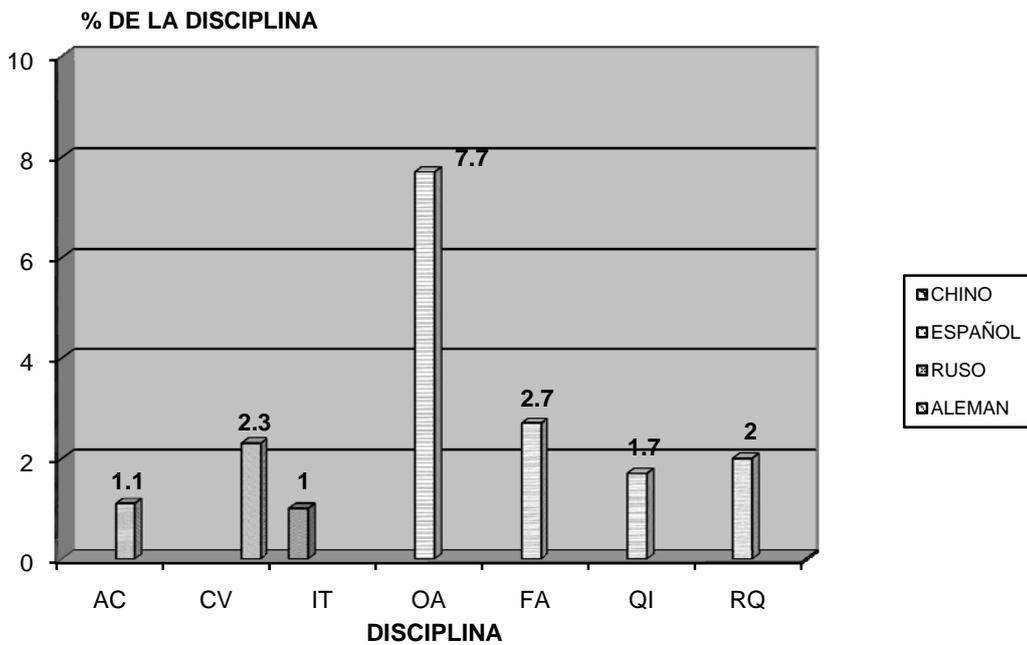
En español se publicaron trabajos de Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica, Radioquímica y Química Nuclear y Otros aspectos de la Energía Nuclear; en alemán, trabajos de Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente y de Física Atómica y Molecular; en ruso de Astrofísica y Cosmología y en chino de Ingeniería y Tecnología.

## POR PRINCIPALES SECTORES



EXPRESADO EN % DEL SECTOR

## POR PRINCIPALES DISCIPLINAS



**FIGURA 14**  
**DISTRIBUCIÓN DE IDIOMAS**

### 3.11 LAS REVISTAS

Fueron 246 títulos de revistas los que publicaron los 918 trabajos detectados dentro de los parámetros del presente estudio. Un 53% de ellos publicó un solo trabajo y el resto más de uno. El Cuadro 25 muestra el número de títulos de revistas en que se publicaron los trabajos de los principales sectores, instituciones y dependencias y en la Figura 15 se ilustra la dispersión de los trabajos en las revistas que los publicaron y permite observar como un número relativamente pequeño de títulos de revistas publicaron la mayor parte de los trabajos, dispersándose el resto de éstos en un elevado número de títulos de revistas. Ello corresponde al comportamiento bibliométrico conocido como Ley de Bradford (16, 18, 37,75). La Figura 16, construida con los datos del Cuadro 26, muestra que esta distribución en escala semilogarítmica sigue una línea recta, tal y como era de esperarse según dicha Ley (21, 38).

El Cuadro 25 muestra los títulos de las revistas que publicaron el 25 % de los trabajos dentro de los principales sectores, instituciones y dependencias. Son siete los títulos de revistas que absorben la cuarta parte de los trabajos publicados en general (seis los que absorben la cuarta parte de los trabajos publicados por el sector educativo y cuatro los que absorben la cuarta parte de los trabajos publicados por el sector público).

Llama la atención como entre estas pocas revistas que publicaron una gran parte de los trabajos algunas como el **International Journal of Radiation Applications and Instrumentation.Part D: Nuclear Tracks and Radiation Measurements**, son comunes a los sectores educativo y público y en cambio otras como **Journal of Mathematical Physics** y **Physics Letters. Section B:Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics** son exclusivas del sector educativo y **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.Articles** y **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research.Section A : Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment**, son exclusivas del sector público.

Las tres revistas que más artículos publicaron fueron:

- International Journal of Radiation Applications and Instrumentation.Part D: Nuclear Tracks and Radiation Measurements con 42 artículos
- Astrophysical Journal con 39 artículos y
- Journal of Mathematical Physics con 38 artículos

## CUADRO 25

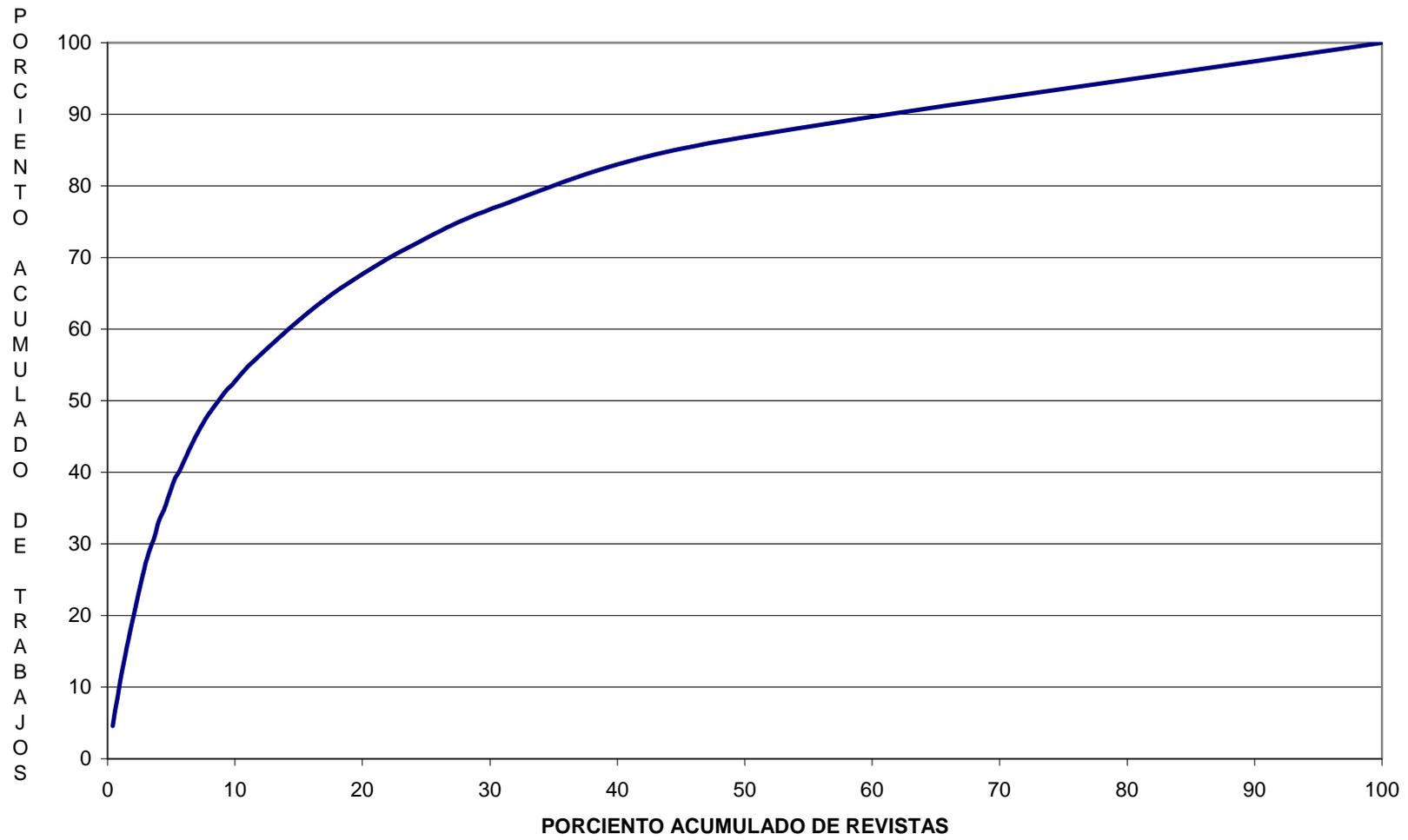
### DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS EN LAS REVISTAS

SECTOR	INSTIT.*	DEP.*	NO.REV.	REV.1 TR.	REV>1 T.	REVISTAS CON 25 % DE LOS TRABAJOS	Núm.	Código de título
TOTAL			246	131	115	7		1, 2, 3, 6, 9, 10, 13
EDUC.			173	96	77	6		1, 2, 3, 10, 13, 14
	UNAM		140	74	66	8		1, 2, 3, 7, 10, 11, 13, 14
		ICN	45	20	25	4		3, 7, 11, 13
		IF	59	38	21	5		14, 15, 16, 19, 22
		IA	31	16	15	3		3, 23, 24
	IPN		41	25	16	3		3, 13, 18
		CINV.	55	43	12	3		3, 6, 17
		ESFM	6	4	2	2		12, 21
PUBL.			108	65	43	4		2, 5, 9, 12
	ININ		92	57	35	4		2, 5, 6, 9
PRIV.			3	3	0	1		8, 25, 26
O.INT.			1	1	0	1		20

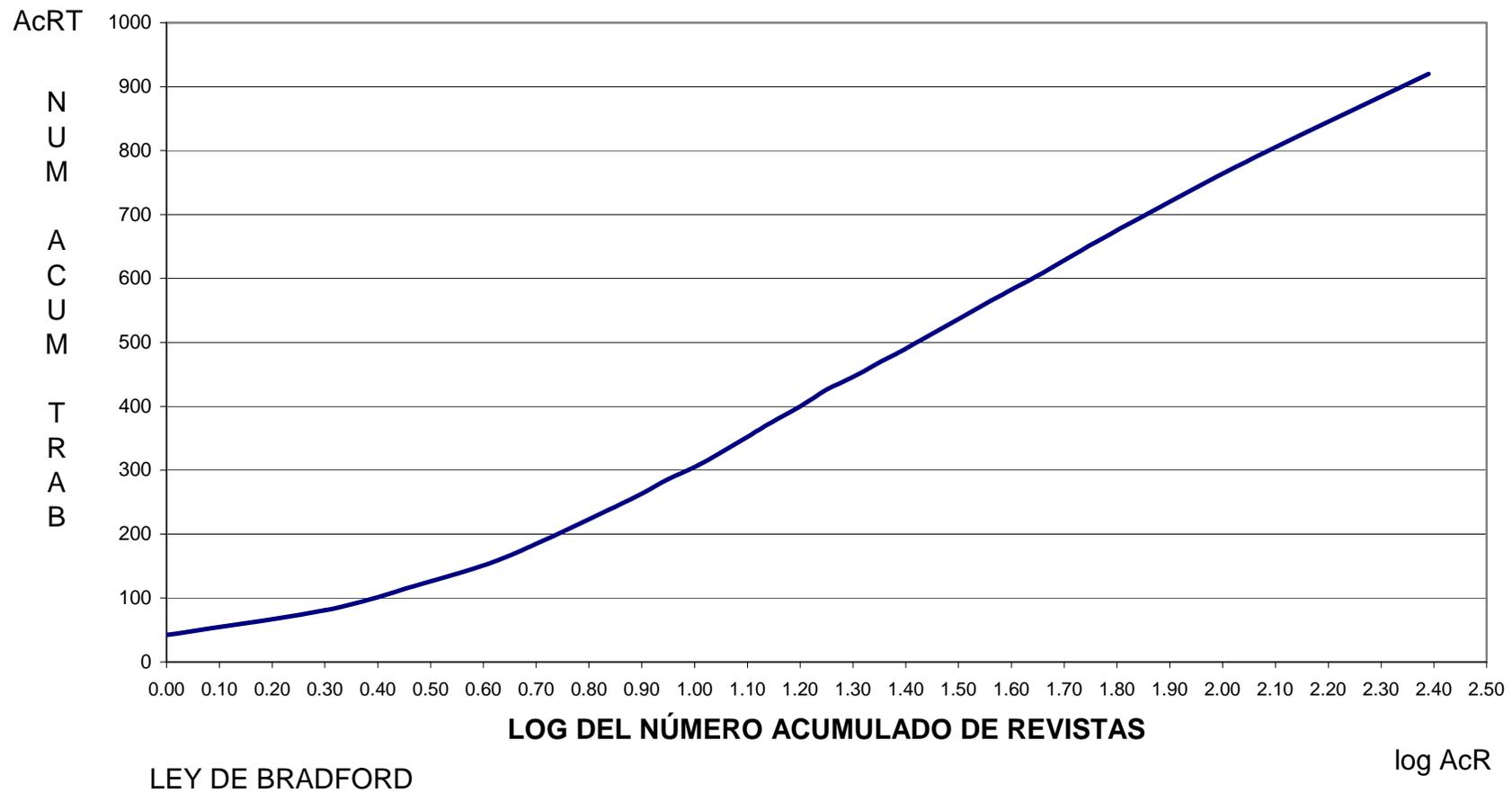
#### REVISTAS CON 25 % DE LOS TRABAJOS

Código	Título	Código	Título
1	Astrophys. J.	14	Rad. Phys. Chem.
2	Int. J. Rad. Appl. Instr. Part D	15	Rad. Phys. Chem. C
3	J. Math. Phys.	16	Scripta Metallurgica
4	J. Phys. D	17	Trans. Am. Nuc. Soc.
5	J. Radioan. Nuc. Chem. Articles	18	Z. Phys. C
6	J. Radioan. Nuc. Chem. Letters	19	Z. Phys. D
7	Monthly Not. Roy. Astron. Soc.	20	J. Air and Waste Manag. Assoc.
8	Nuc. Eng. Int.	21	Acta Neuroch.
9	Nuc. Instr. Meth. Phys. Res. A	22	Chem. Phys. Lett.
10	Nuc. Instr. Meth. Phys. Res. B	23	Origins of Life and Evol. Biosph.
11	Nuc. Phys. A	24	Adv. Space Res.
12	Phys. Lett. A	25	Skelet. Radiol.
13	Phys. Lett. B	26	Am. J. of Roentgenology

\* = más representativas



**FIGURA 15**  
**DISPERSIÓN DE TRABAJOS EN LAS REVISTAS**



**FIGURA 16**  
**DISTRIBUCIÓN EN REVISTAS**

Las tres correspondientes para cada sector fueron:

Para el sector educativo:

- Astrophysical Journal con 39 artículos
- Journal of Mathematical Physics con 38 artículos y
- Physics Letters Section B:Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics con 28 artículos.

Para el sector público:

- International Journal of Radiation Applications and Instrumentation.Part D: Nuclear Tracks and Radiation Measurements con 24 artículos
- Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Letters con 20 artículos y
- Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Articles con 17 artículos

**CUADRO 26**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS EN LAS REVISTAS**

<b>T</b>	<b>R</b>	<b>RT</b>	<b>AcR</b>	<b>%AcR</b>	<b>AcRT</b>	<b>%AcRT</b>	<b>log AcR</b>
42	1	42	1	0.4	42	4.6	0.0
39	1	39	2	0.8	81	8.8	0.3
38	1	38	3	1.2	119	12.9	0.47
32	1	32	4	1.6	151	16.4	0.6
30	1	30	5	2.0	181	19.6	0.69
29	2	58	7	2.8	239	25.9	0.84
24	1	24	8	3.2	263	28.6	0.9
23	1	23	9	3.7	286	31.1	0.95
19	1	19	10	4.0	305	33.1	1
18	1	18	11	4.5	323	35.1	1.04
17	2	34	13	5.2	357	38.8	1.11
15	1	15	14	5.7	372	40.4	1.14
14	2	28	16	6.5	400	43.5	1.2
13	2	26	18	7.3	426	46.3	1.25
10	2	20	20	8.1	446	48.5	1.3
9	3	27	23	9.3	473	51.4	1.36
8	1	8	24	9.8	481	52.3	1.38
7	4	28	28	11.3	509	55.3	1.44
6	10	60	38	15.4	569	61.8	1.57
5	8	40	46	18.7	609	66.2	1.66
4	12	48	58	23.6	657	71.4	1.76
3	18	54	76	30.9	711	77.3	1.88
2	39	78	115	46.7	789	85.8	2.06
1	131	131	246	100	920	100	2.39

donde:

T = trabajos publicados en una revista dada

R = número de revistas que publicaron T trabajos

RT = total de trabajos publicados en las revistas R

AcR = número acumulado de revistas que publicaron T trabajos

AcRT = número acumulado de trabajos publicados en las revistas R

El Cuadro 27 ilustra los títulos de revistas que absorbieron por lo menos la mitad de los trabajos en las cinco principales disciplinas. Dos de esos títulos de revistas son comunes a más de una disciplina:

**Journal of Mathematical Physics** publicó el 25% de los trabajos en Mecánica Clásica y Cuántica y el 7% de los trabajos en Física de Partículas Elementales e **International Journal of Radiation Applications and Instrumentation.Part D: Nuclear Tracks and Radiation Measurements D** publicó el 16 % de los trabajos de Ingeniería y Tecnología y el 4 % de los trabajos en Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente.

En el Cuadro 28 ha quedado registrado el porcentaje de artículos de la disciplina en cuestión que fue publicado en los títulos de revistas que absorbieron el 25 % de los trabajos en general o por sector.

Destaca el hecho de que 43% de los trabajos en Astrofísica y Cosmología y 39 % de los trabajos en Química de las Radiaciones, se publicaron en una sola revista en cada materia; que 39 % de los trabajos en Ingeniería y Tecnología, 30 % de los trabajos en Mecánica Clásica y Cuántica y 30 % de los trabajos en Análisis Químico e Isotópico se publicaron en dos revistas para cada una de estas disciplinas.

## CUADRO 27

### REVISTAS MAS PRODUCTIVAS EN LAS CINCO PRINCIPALES DISCIPLINAS

DISCIPLINA	No.DE REVS.	No.DE TR.	% TRAB*.	% ACUM.
MEC. CLAS. Y CUANT.	30	116		
J. Math. Phys.		29	25	25
Class. Quant. Grav.		15	13	38
Nuovo Cim. B		10	9	47
Phys. Lett. A		6	5	<b>52</b>
ING. Y TECN.	34	101		
Nuc.Inst.Phys.Res.A		23	23	23
Int.J.Rad.Appl.Inst.P.D.		16	16	39
Rad.Prot.Dosim.		6	6	45
Trans.Am.Nuc.Soc.		6	6	<b>51</b>
C. DE LA VIDA Y M. AMB.	56	90		
Mut.Res.DNA Rep.		13	14	14
Rad.Prot.Dosim.		5	6	20
Int.J.Rad.Appl.Inst.P.D.		4	4	24
Amer.Mid.Nat.		3	3	27
VivaOrigino		3	3	30
Orig.Lif.Evol.Biosph.		3	3	33
Plant Phys.Suppl.		3	3	36
Int.J.Rad.Appl.Inst.P.A.		2	2	38
J.Nuc.Med.Tech.		2	2	40
Neurorad.		2	2	42
Nuc.Med.Biol.		2	2	44
Acta Oncologica		2	2	46
Acta Neuroch.		2	2	<b>48</b>
ASTROF. Y COSM (SUPR.)	22	88		
Astrophys.J.		38	43	43
Month.Not.Roy.Astr.Soc.		18	20	<b>63</b>
FISICA DE PART. ELEM.	31	81		
Z.Phys.C		13	16	16
Phys.Lett.B		10	12	28
Mod.Phys.Lett. A		7	9	37
J.Math.Phys.		6	7	44
Int.J.Theor.Phys.		5	6	<b>50</b>

\* Respecto a la disciplina

## CUADRO 28

### DISCIPLINAS Y PORCENTAJE DE TRABAJOS EN LAS MISMAS PUBLICADOS EN LOS TÍTULOS DE REVISTAS QUE ABSORBIERON MAYOR NÚMERO DE TRABAJOS EN GENERAL Y POR SECTOR

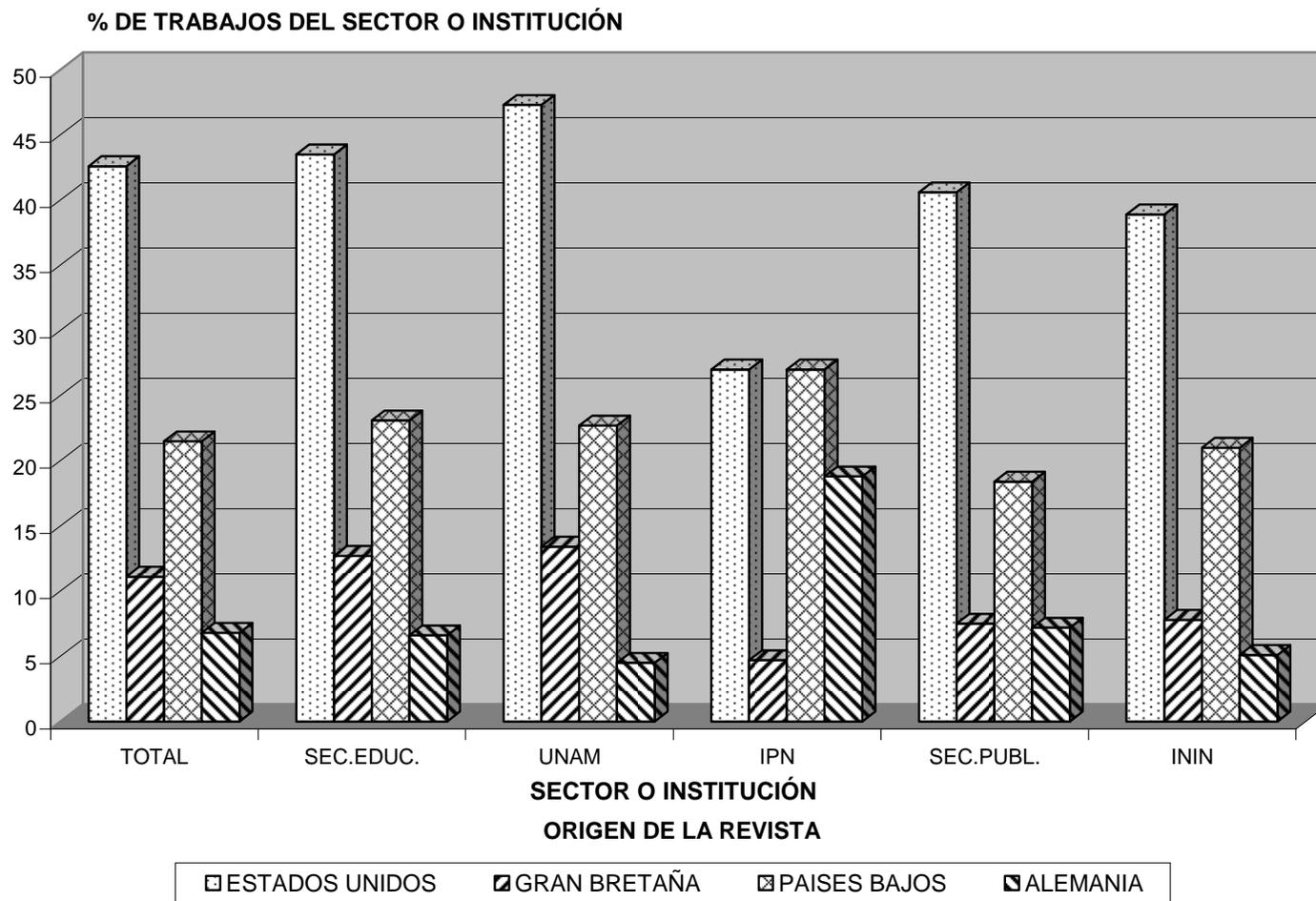
REVISTA	DISCIPLINA	% DE TRABAJOS DE LA DISCIPLINA
INTERNATIONAL JOURNAL OF RADIATION APPLICATIONS AND INSTRUMENTATION. PART D, NUCLEAR TRACKS AND RADIA- TION MEASUREMENTS	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	16
ASTROPHYSICAL JOURNAL	ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA	43
JOURNAL OF MATHEMATICAL PHYSICS	MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	25
NUCLEAR INSTRUMENTS AND METHODS IN PHYSICS RESEARCH. SECTION A. ACCELE- RATORS,SPECTROMETERS,DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	23
NUCLEAR INSTRUMENTS AND METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B. BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS	FÍSICA ATÓMICA ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	19 16
JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NU- CLEAR CHEMISTRY LETTERS	RADIOQUÍMICA Y QUÍMICA NUCLEAR	22
PHYSICAL LETTERS. SECTION B. NUCLEAR, ELEMENTARY PARTICLE AND HIGH-ENER- GY PHYSICS	FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTALES FÍSICA NUCLEAR	12 22
RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY OR INTERNATIONAL JOURNAL OF RADIATION APPLICATIONS AND INSTRUMENTATION. PART C. RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY	QUÍMICA DE LAS RADIACIONES	39
JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY ARTICLES	ANÁLISIS QUÍMICO E ISOTÓPICO	14
PHYSICAL LETTERS. SECTION A. GENERAL, ATOMIC AND SOLID STATE PHYSICS	MECÁNICA CLÁSICA Y CUÁNTICA	5

### 3.12 EL ORIGEN DE LAS REVISTAS

Casi la mitad de los trabajos, ya sea en términos generales o por sector, fueron publicados en revistas norteamericanas (Figura 17), ocupando las revistas holandesas un segundo lugar con un 20-25% de los trabajos y las británicas el tercero con un promedio de 10% de las contribuciones. Estos tres países de publicación juntos, publicaron tres cuartas partes de los trabajos y el 25% restante se publicó en revistas de otros 15 países diferentes (Cuadro 29).

Si bien el origen de las revistas en que publicaron los trabajos de la UNAM es aproximadamente el mismo de las que publicaron los trabajos del sector educativo (Figura 17), en el caso del IPN y sus dependencias se altera ese balance, pues para los trabajos de esa institución, disminuye el impacto de las revistas norteamericanas y británicas a cambio de un incremento en el uso de revistas holandesas y alemanas. Un fenómeno muy parecido ocurre en el caso del Instituto de Física de la UNAM (Figura 18).

Para la publicación de los trabajos en 4 de las 5 principales disciplinas resulta también prioritario el empleo de revistas norteamericanas, pero para Física de Partículas Elementales las revistas holandesas publicaron mayor número de trabajos que las norteamericanas y las alemanas, mayor número que las inglesas. Coincidentemente es esta disciplina la más importante para el CINVESTAV del IPN y una de las importantes para el Instituto de Física de la UNAM, lo que implica que ambas dependencias emplearon preferentemente revistas holandesas y alemanas para la publicación de sus trabajos en Física de Partículas Elementales. En Ingeniería y Tecnología así como en Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente las revistas holandesas superan a las británicas pero en Mecánica Clásica y Cuántica y en Astrofísica y Cosmología, son las revistas británicas las que ocupan el segundo lugar (Figura 19).



**FIGURA 17**  
**REPARTO POR ORIGEN DE LA REVISTA EN LOS**  
**SECTORES E INSTITUCIONES PRINCIPALES**

## CUADRO 29

### DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS POR PAÍS DE ORIGEN DE LAS REVISTAS (1)

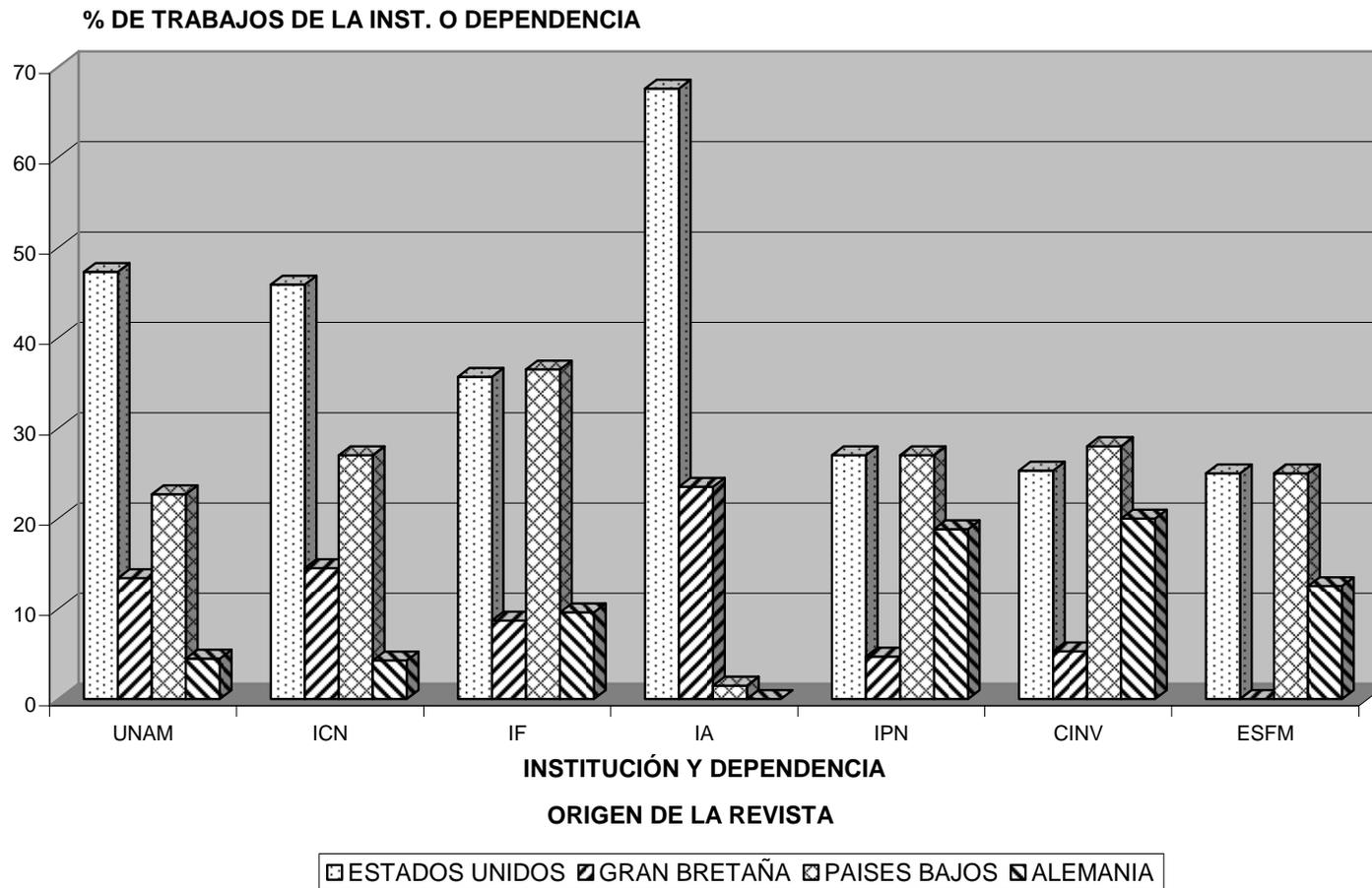
SECTOR	INSTIT. (2)	PAÍS DE ORIGEN DE LAS REVISTAS (3)																		
		DE.(2)	US	GB	NL	DE	HU	IT	AT	PL	JP	CH	SE	SG	FR	ES	RU	CN	CA	DK
TOTAL			42.6	11.1	21.5	6.8	5.9	1.6	0.4	1.1	0.2	2.8	0.8	2.6	1.2	0.2	0.1	0.5	0.1	0.2
EDUCAT.	UNAM		43.5	12.7	23.1	6.6	2.4	2.1	0.2	1.0	0.2	2.4	0.5	3.2	1.6	0.2	0.2	0.8	0.2	0.3
			47.3	13.4	22.7	4.5	1.7	1.3		0.4	0.2	2.4	0.4	2.8	2.2		0.2			0.4
		ICN	45.9	14.5	27	4.3	1.9	1.9		0.5	0.5	1.9		1.4						
		IF	35.7	8.7	36.5	9.6	0.9	0.9				0.9	1.7	4.3	1.7					
		IA	67.6	23.5	1.5					1.5						5.9				
	IPN		27	4.7	27	18.8	1.2	2.4	1.2	3.5		4.7	1.2	8.2						
		CINV.	25.3	5.3	28	20	1.3	2.7	1.3	4		2.7		9.3						
		ESFM	25		25	12.5						25	12.5							
	PÚBLICO		40.6	7.5	18.4	7.2	13.3	0.7	1	1.4	0.3	3.8	1.4	1.4	0.3	0.3	0	1.7	0.3	0
		ININ	38.9	7.8	21	5.1	14.8	0.8	1.2	1.6	0.4	3.9		1.6	0.4	0.4		1.9	0.4	
PRIVADO		33.3	33.3	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ORG.INT.		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	DISCIPLINA (2)																			
	MEC.CLA.Y CU.	36.2	22.4	19.8	6.9		8.6		1.7			1.7	1.7	0.9						
	ING. Y TECNO.	45.5	8.9	28.7	5.0	3.0			1.0	1.0	1.0			1.0			5.0			
	C. DE LA VIDA	56.6	8.9	21.1	6.7	1.1		2.2				2.2						1.1		
	ASTROFIS. Y C.	61.4	22.7	4.5	1.1				1.1				1.1	6.8		1.1				
	FIS.PART.ELEM.	22.2	4.9	28.4	21.0		4.9		2.5			2.5	13.6							

(1) % de los trabajos de cada sector, institución, dependencia o disciplina.

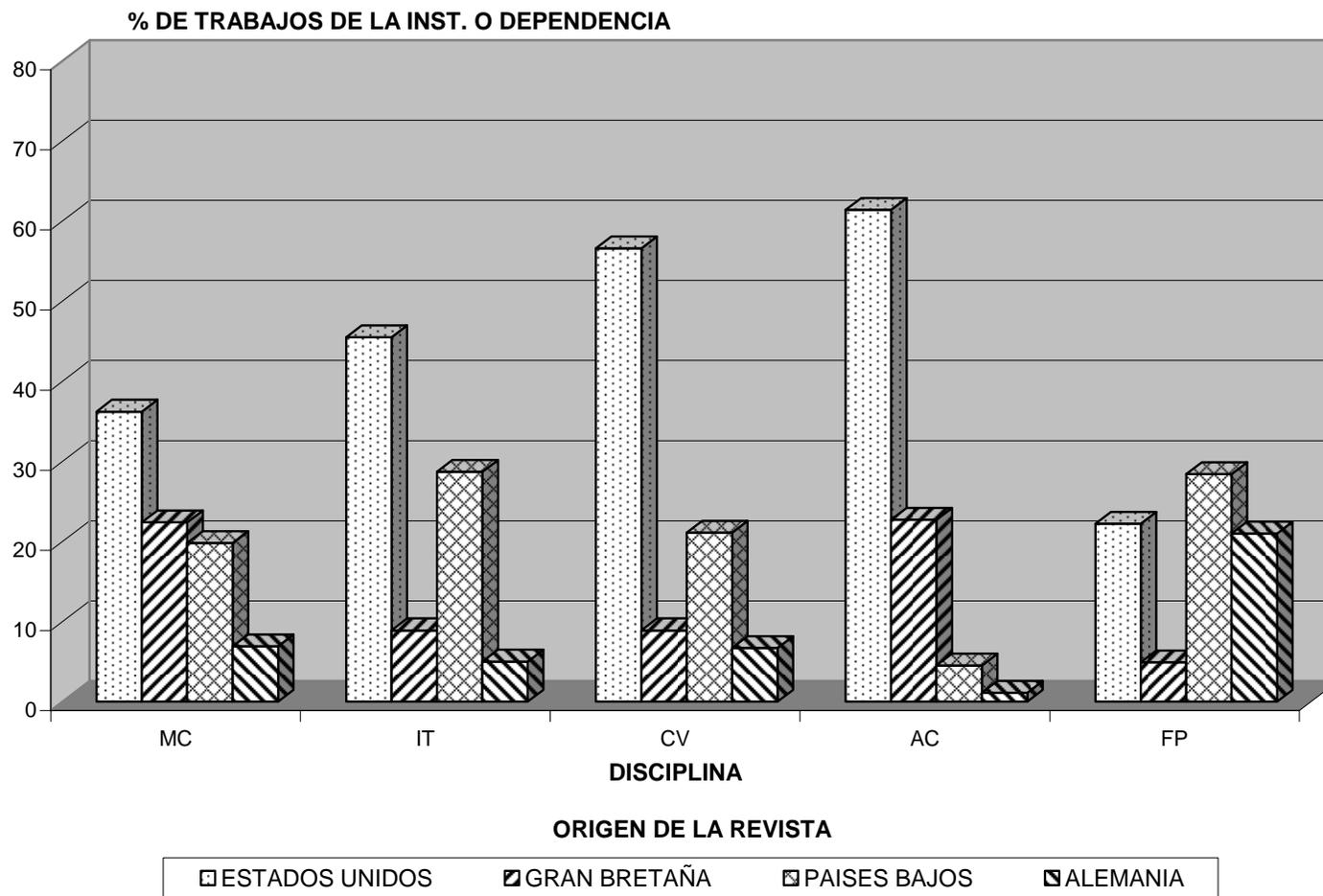
(2) más representativas

(3) abreviaturas International Nuclear Information System (INIS)

Abreviaturas de países: AT Austria; CA Canadá; CH Suiza; CN China; DE Alemania; DK Dinamarca; ES España  
FR Francia; GB Reino Unido; HU Hungría; IT Italia; JP Japón; NL Holanda; PL Polonia;  
RU Federación Rusa; SE Suecia; SG Singapur; US Estados Unidos



**FIGURA 18**  
**REPARTO POR ORIGEN DE LA REVISTA EN LAS**  
**INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS PRINCIPALES**



**FIGURA 19**  
**REPARTO POR ORIGEN DE LA REVISTA**  
**EN LAS DISCIPLINAS PRINCIPALES**

### **3.13 DISTRIBUCIÓN ANUAL Y TENDENCIAS**

Basándose en la fecha de publicación de los trabajos es posible analizar la distribución anual de los mismos durante el periodo estudiado tanto en términos generales como dentro de los principales sectores, instituciones, dependencias y disciplinas.

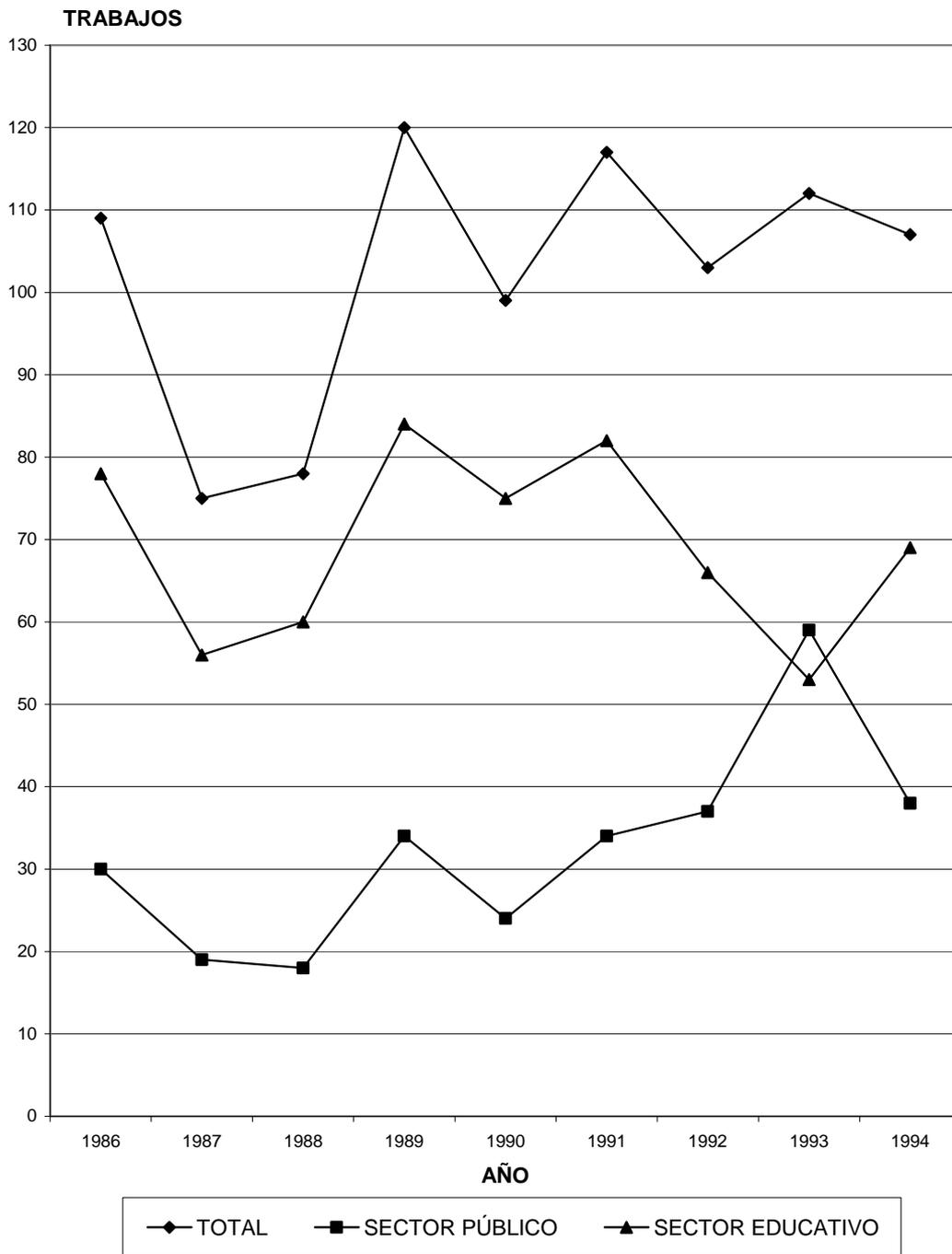
A partir de 1989 se observa una cierta estabilidad en el número anual de trabajos en términos generales y parece acusarse, para el mismo periodo, un ligero incremento en la productividad anual del sector público correspondiente a un decremento anual en el sector educativo (Figura 20).

Este efecto se corrobora a nivel institucional con un incremento anual para el ININ y el correspondiente decremento anual por parte de la UNAM, permaneciendo las demás instituciones en un nivel aproximadamente estable (Figura 21).

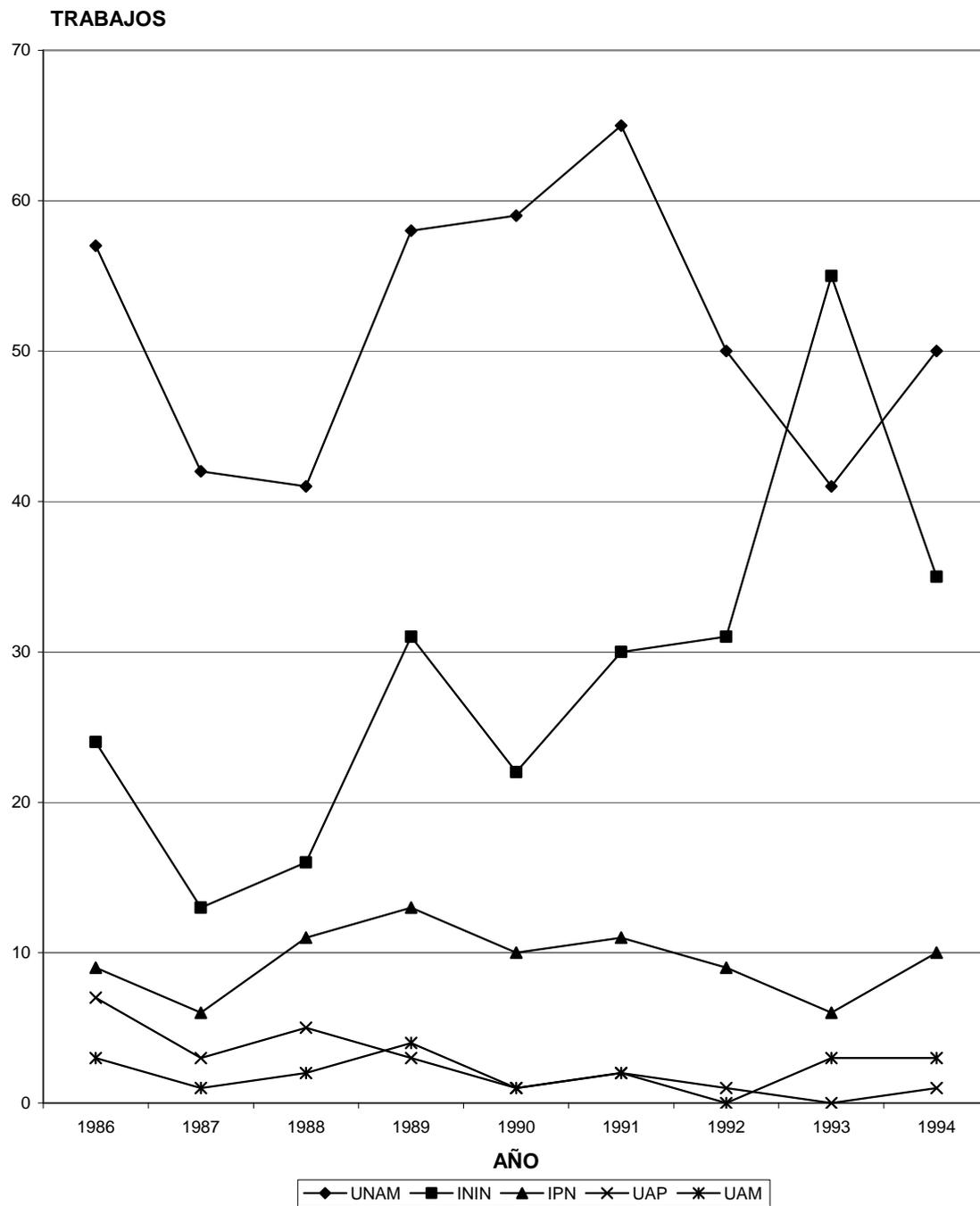
A nivel de dependencias, el Instituto de Ciencias Nucleares y el Instituto de Física de la UNAM muestran un incremento anual pero el fuerte decremento en la productividad del Instituto de Astronomía de la misma institución no sólo compensa ese incremento sino que ocasiona el decremento detectado para la UNAM. Las demás instituciones permanecen en un nivel aproximadamente estable (Figura 22).

Este decremento se refleja también en la productividad en Astrofísica y Cosmología (Figura 23), pues gran parte de los trabajos en esa disciplina proceden del Instituto de Astronomía de la UNAM.

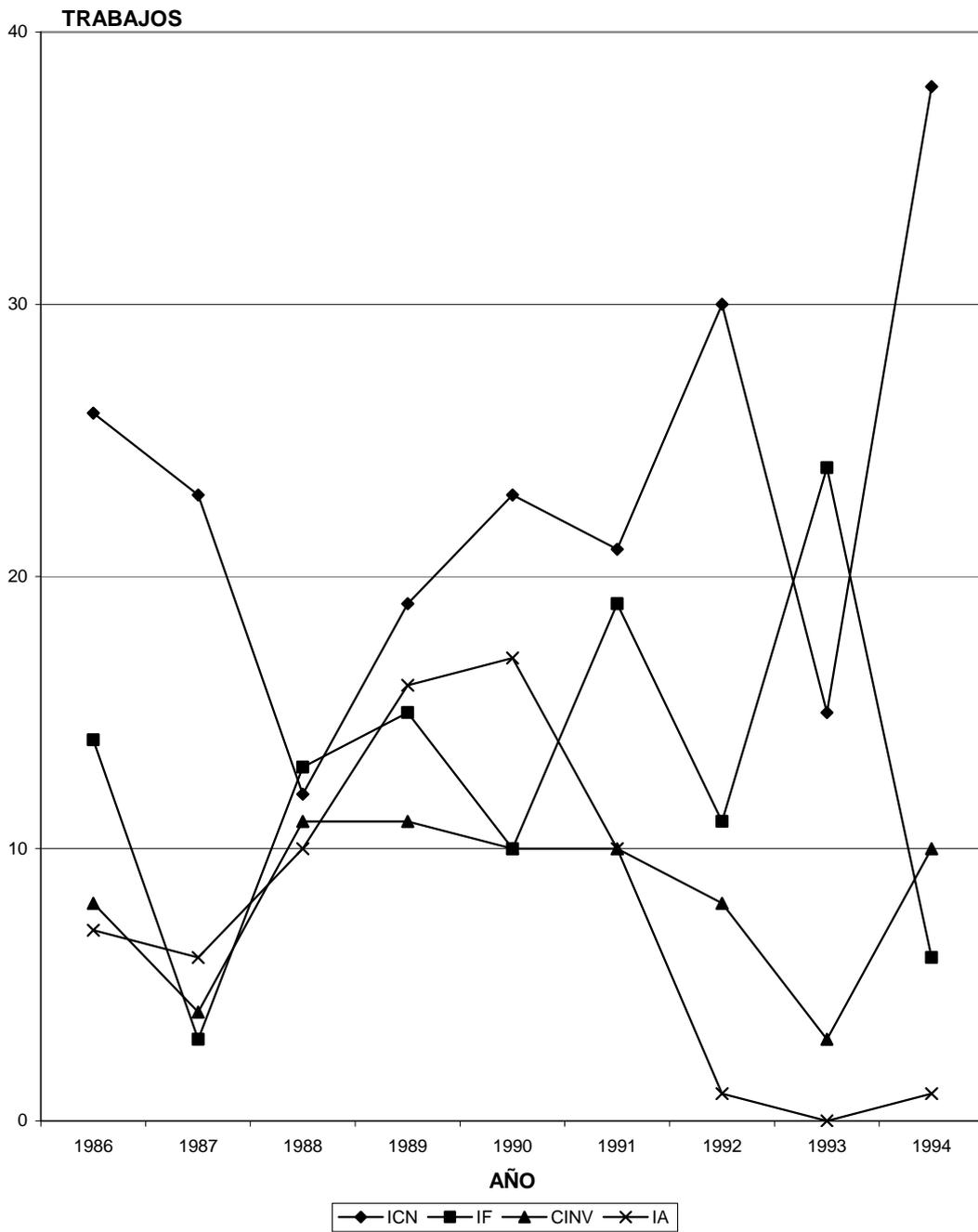
Se intentó investigar el valor estadístico que podría tener la extrapolación de estas distribuciones anuales que permitiría pronosticar la productividad general, por sector, institución, dependencia y disciplina para años futuros en esta área del conocimiento y lamentablemente se concluyó, basándose en los coeficientes de correlación obtenidos para los valores anuales en general así como por sectores, instituciones, dependencias y disciplinas principales, que dichas proyecciones no acusan confiabilidad estadística.



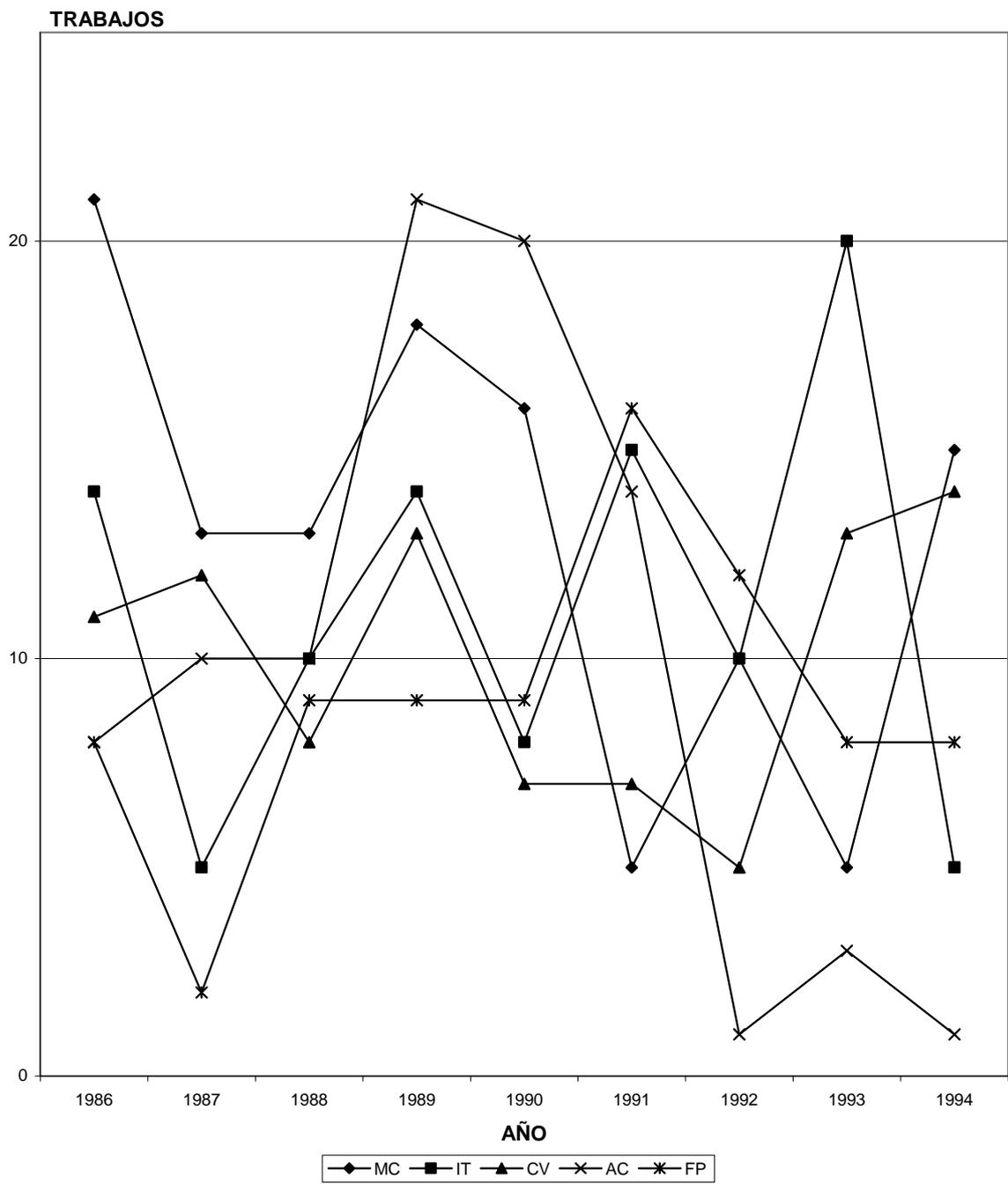
**FIGURA 20**  
**DISTRIBUCIÓN ANUAL POR SECTOR Y TOTAL**



**FIGURA 21**  
**REPARTO ANUAL POR INSTITUCIONES**  
**PRINCIPALES**



**FIGURA 22**  
**REPARTO ANUAL POR DEPENDENCIAS**  
**PRINCIPALES**



**FIGURA 23**  
**REPARTO ANUAL POR DISCIPLINAS**  
**PRINCIPALES**

## **CAPÍTULO 4 SÍNTESIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Este trabajo es el resultado de la identificación, compilación y análisis de los artículos (N= 920) publicados durante 9 años (1986-1994) por mexicanos en revistas no latinoamericanas en diferentes disciplinas (N= 19) de las ciencias nucleares y proporciona una interesante y novedosa información sobre el comportamiento de esta área del conocimiento en nuestro país.

La evaluación no ha sido sencilla ni rápida, pero en función de la información que suministra, consideramos que es muy recomendable no sólo la actualización de este estudio, sino la instauración de un monitoreo permanente de los parámetros en cuestión para permitir la visualización del desarrollo de esta ciencia en nuestro país y lo que puede ser aún más importante y que lamentablemente el valor estadístico de este estudio no pudo permitir: la prospectiva del comportamiento de la disciplina. Todo ello en apoyo de la toma de decisiones en la política científica nacional sectorial e institucional en esta área del conocimiento.

Como aspecto sobresaliente del estudio debe destacarse que el grueso de la producción del área (79%) se ubica en un limitado número de entidades productivas (cinco) y se publicó mayoritariamente en un idioma (inglés) y en un pequeño número de revistas, siguiendo la Ley de Dispersión de Bradford y precedentes principalmente de tres países (E. U., Holanda y Gran Bretaña).

En efecto, de los 4 sectores productivos identificados, sólo dos (educativo y público) tuvieron elevado impacto (99.5% de la producción); de las 35 instituciones identificadas, tres [Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN) e Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) ] produjeron el 88% de los trabajos y de las 22 dependencias involucradas, cuatro publicaron el 51% de la contribución.

Juntas estas 4 dependencias (tres de la UNAM y una del IPN) con la institución más productiva del sector público (ININ) respondieron por más de tres cuartas partes de la producción total.

Pero también a nivel de disciplinas, en diez de las diecinueve cubiertas, se publicaron el 79% de los trabajos y en sólo 5 de esas diez, el 52%.

El estudio ha permitido identificar a esas cinco entidades altamente productivas Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), Instituto de Astronomía (IA) e Instituto de Física (IF) todas ellas de la UNAM; Centro de Investigación y de Estudios

Avanzados (CINVESTAV) del IPN e ININ, así como a las cinco de las principales disciplinas Mecánica Clásica y Cuántica (MC); Astrofísica y Cosmología (AC); Física de Partículas Elementales (FP); Ingeniería y Tecnología y Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente (CV).

También pudo constatarse que las cinco entidades altamente productivas antes mencionadas, generaron mayoritariamente (68-85%) los trabajos publicados en las 5 principales disciplinas y entre el 55% y el 95% de los publicados en las siguientes cinco y que todas esas diez disciplinas figuraron entre las tres principales prioridades disciplinarias de las 5 entidades altamente productivas.

Destacó también el hecho de que mientras que para las dependencias altamente productivas de la UNAM y del IPN resultaron prioritarias las disciplinas de corte más teórico [MC, AC, FP, Física Nuclear (FN) y Física Atómica y Molecular (FA)], para el ININ lo fueron las de corte más aplicado [IT, CV, Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica (QI) y Radioquímica y Química Nuclear (RQ)].

Si bien en número de trabajos (68%) el sector educativo superó al público, en productividad personal, medida por el promedio anual de trabajos por persona, el segundo superó en 33% al primero y el ININ, específicamente, en 14 % a la UNAM. Pero el record en este aspecto lo alcanzó la Universidad Autónoma de Puebla (UAP) con 50% más que el ININ y 9% más que el ICN.

Sin embargo, en términos generales, este promedio resultó bastante bajo para todos, pues oscila entre 0 y 0.12 (para UAP), lo que indica que o fueron demasiadas personas las que intervinieron en la publicación de los trabajos o fueron pocos trabajos para el número de personas que los publicaron.

En términos de productividad individual, medida por el porcentaje de personas dentro de cada sector, institución, dependencia o disciplina que publicaron un promedio mayor a  $\frac{1}{2}$  trabajo por año, índice que solamente alcanzó un 10% de las personas involucradas, el sector público tuvo también 86% más que el educativo y el ININ 113% más que la UNAM aunque sólo 6% más que el ICN de esa misma institución.

Aquí también se acusó la baja productividad general, pues los porcentajes más altos de personas con promedios superiores a 0.5 trabajos por año alcanzaron sólo el 16-17% (en ICN e ININ).

En síntesis, tanto el promedio de trabajos publicados como el porcentaje promedio de personas con más de 0.5 trabajos al año fue bajo, en términos generales, pero dentro de esos límites, destacaron el ININ y el ICN de la UNAM.

Dentro de los mismos bajos niveles generales de productividad, únicamente en tres (MC, FP y AC) de las cinco disciplinas que absorbieron mayor número de trabajos, se alcanzó una alta productividad medida por el promedio de trabajos por persona en cada disciplina y solamente en una (Mecánica Clásica y Cuántica) se alcanzó también un elevado índice de productividad medido por el porcentaje promedio de personas que publicaron más de 0.5 trabajos al año en cada disciplina, índice en el que otras disciplinas Ciencias de la Tierra (CT), Química de las Radiaciones (QR) y Física Nuclear (FN) alcanzaron altos niveles.

Más de la mitad de las personas más productivas (con promedio mayor a 2 trabajos por año) pertenecieron al sector educativo (33% al ICN; 17% al IF y 8% al IA de la UNAM) aunque las dos que encabezaron la lista (con un promedio de 3 trabajos por año), pertenecieron al sector público (ININ). En la distribución por disciplina, se encontraron en Astrofísica y Cosmología y en Ingeniería y Tecnología las personas con mayor número de trabajos publicados en una disciplina dada.

La incidencia de coautores en las publicaciones puede indicar la integración o existencia de grupos de trabajo y de líneas de investigación. En este aspecto, el sector público nuevamente superó en 68% al educativo en trabajos publicados con 3 a 10 coautores y el segundo superó en 27% al primero en trabajos publicados sin coautor.

Destacaron el Instituto de Investigación en Materiales (IIM) y la Facultad de Ciencias (FC) de la UNAM por haber tenido cerca de 50% de sus trabajos publicados con 3 a 10 coautores y ninguno sin coautor y en el caso contrario, se encontró la UAP con 65% de sus trabajos sin coautor y solamente 8% con 3 a 10 coautores.

Por disciplina resultó esto especialmente espectacular en Química de las Radiaciones y en Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica, disciplinas en que no se publicaron trabajos sin coautor y 47-49% de las publicaciones tuvieron de 3 a 10 coautores, es decir, en estas disciplinas se encontraron mejor integrados los grupos de trabajo.

De las cinco disciplinas más productivas destacó CV con 9 % de trabajos sin coautor y 50% con 3 a 10 coautores y en el otro extremo, MC con 29% de publicaciones sin coautor y sólo 6% con 3 a 10 coautores.

Más de la mitad de las 246 revistas en que se publicaron los trabajos contuvieron uno solo y en un pequeño número de las revistas se encontraron publicadas la mayor parte de las contribuciones, confirmando ello la Ley de Dispersión de Bradford.

El **International Journal of Applied Instruments Part D** (con 42 trabajos), el **Astrophysical Journal** (con 39 trabajos) y el **Journal of Mathematical Physics** (con 38 trabajos) fueron las tres revistas más empleadas, figurando también la segunda y la tercera entre las tres revistas más empleadas para la publicación de los trabajos del sector educativo y la primera, entre las tres más empleadas en los trabajos del sector público.

En un solo título de revista en cada caso, se publicaron 43% de los trabajos de AC y 39% de los de QR y en dos títulos de revista en cada caso se publicaron el 37% de los trabajos en IT; el 30 % de los de MC y el 30% de los de AQ.

Tres cuartas partes de los trabajos se publicaron en revistas de origen norteamericano (43%), holandés y británico.

El IF de la UNAM y el CINVESTAV del IPN emplearon principalmente revistas holandesas y alemanas para publicar sus trabajos en FP.

En los trabajos publicados en IT y en CV, las revistas holandesas superaron a las británicas y en los publicados en MC y en AC, las británicas fueron más empleadas que las holandesas.

En el caso específico del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, Rosas (103) obtuvo información sobre su productividad para el periodo 1982-1992 y durante esos 11 años fueron publicados 309 artículos en 88 revistas.

Del total de estas revistas, 82 fueron especializadas y 6 de divulgación.

El 92.55 % de ellos fueron publicados en inglés; el 6.79% en español y el 0.64% en francés.

El origen de las revistas en ese estudio presentó la siguiente distribución:

Estados Unidos publicó el 59.54% de los trabajos, Holanda el 14.88% y México el 11.32% y entre otros países el 14.26% restante.

Estos resultados se asemejaron a los obtenidos en el presente trabajo aunque no es posible compararlos dada la diferencia en el periodo y tipo de material analizados.

Miranda (82), por otra parte, estudió la productividad de dicho Instituto para el periodo 1989-1994 en el cual detectó 216 trabajos en 68 revistas siendo la disciplina con más trabajos publicados la Química de Radiaciones y Radioquímica con un total de 50 artículos, lo que representó un 23.14% del total. 45 de esos trabajos fueron publicados en revistas extranjeras y 5 en revistas nacionales. El 91.17% (62 revistas) fueron extranjeras y el 8.82% (6 revistas) fueron nacionales.

La diferencia con el número de artículos publicados por el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, pudo deberse a que en las tesis de Rosas y Miranda se tomaron en cuenta los trabajos de revistas latinoamericanas y extranjeras mientras que en el presente estudio se efectuó la cuantificación de artículos sólo publicados en revistas no latinoamericanas.

Con la finalidad de explorar aunque fuera en forma muy general y ligera el significado de la contribución mexicana a las ciencias nucleares aquí descrita dentro del contexto internacional y global, se investigó en INIS la contribución global y la de dos países, uno de ellos desarrollado (Estados Unidos de Norteamérica ) y otro equivalente a México (Argentina) durante 1992. Con el fin de que las cifras resultaran más comparables, se excluyeron en la estrategia de búsqueda para Argentina las publicaciones no latinoamericanas y en la de ambos países, los artículos de revisión.

El estudio comparativo se realizó fundamentalmente sobre el total de publicaciones detectadas para México en ese mismo año y sobre 9 de las 10 principales disciplinas cultivadas por los trabajos mexicanos y detectadas también en este estudio. Se excluyó de la comparación la décima disciplina de importancia para México (Astrofísica y Cosmología) en virtud de que ésta fue suprimida del sistema INIS empleado, a partir de 1992. Pudo también compararse la producción en las seis grandes áreas del conocimiento manejadas por INIS.

El cuadro 30 muestra que la producción mexicana en 1992 alcanzó aproximadamente el 0.1% de la mundial mientras que la argentina y estadounidense cubrieron respectivamente un 0.3 y un 20% de la producción global. También se observó que de las disciplinas diferentes a las 9 más importantes para México, éste alcanzó un 0.06% de la producción global mientras que Argentina y Estados Unidos contribuyeron con 0.4% y 32% respectivamente. En efecto, la relación porcentual de trabajos en esas disciplinas con respecto a las 9

más cultivadas por México resultó ser de 26/76 (en donde el numerador indica la suma de artículos de las disciplinas menos importantes y el denominador la suma de las 9 disciplinas más importantes) para México y 79/21, 78/22 y 49/51 para Argentina, Estados Unidos y el mundo en general respectivamente. Esto invita a investigar la razón por la que estas relaciones prácticamente se invierten en el caso de México, a fin de validar o corregir estas tendencias. De las 9 disciplinas más cultivadas en México, el país produjo un 0.16% de la contribución mundial a las mismas, Argentina un 0.1% y Estados Unidos un 9%. Según la clasificación propuesta para esas 9 disciplinas, México aportó el 29% de su producción en ellas, a las disciplinas teóricas, mientras que Argentina un 2%, Estados Unidos un 0.68% y el mundo un 1.12%. Las cifras para las disciplinas aplicadas fueron: 24%, 18%, 21% y 49% respectivamente y para las disciplinas químicas: 23%, 0,4%, 0,55% y 1.09%. Solamente 3 de esas 9 disciplinas (Ingeniería y Tecnología; Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente y Ciencia de los Materiales) alcanzaron a nivel global y de los países de referencia importancia superior al 1% de su producción total respectiva; en el caso de Argentina también lo hizo Mecánica Clásica y Cuántica con 2% en cambio para México, las nueve alcanzaron porcentajes relativos a la producción total del país mayores a 4% y cuatro ocuparon las primeras tres prioridades (Física de Partículas Elementales con 12%; Ingeniería y Tecnología, Mecánica Clásica y Cuántica y Radioquímica y Química Nuclear con 10% cada una y Ciencia de los Materiales con 9% ).

De hecho, en esas nueve disciplinas sólo en 4 fue superado México por la proporción de la producción individual de cada uno de los grupos de comparación y ella son: Mecánica Clásica y Cuántica, donde Argentina alcanzó el 10 % de su producción en esas nueve disciplinas; Ingeniería y Tecnología con cifras de 45% para Estados Unidos y el Mundo y de 19% para Argentina; Ciencia de los Materiales, donde Argentina alcanzó un 58%, Estados Unidos un 28% y el Mundo un 22% y Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente en que el Mundo produjo un 27% de su producción en esas nueve disciplinas, Estados Unidos un 22% y Argentina un 10%.

Resulta interesante que México haya producido más de la mitad (67%) de los trabajos a nivel mundial en Física de Partículas Elementales, donde Argentina y Estados Unidos aportaron 0 y 11% respectivamente. Otro tanto sucede en Radioquímica y Química Nuclear que para México representa el 10% de su producción y ocupa una segunda prioridad y que a nivel global, de Estados Unidos y de Argentina solo representó 0.05%, 0.03% y 0% de su producción.

### CUADRO 30

## COMPARACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE ARGENTINA, ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA, MÉXICO Y EL MUNDO DURANTE 1992

DISCIP.	MÉXICO				ESTADOS UNIDOS				ARGENTINA				MUNDO		
	TRA.	%(a)	%(b)	%(c)	TRA.	%(a)	%(b)	%(c)	TRA.	%(a)	%(b)	%(c)	TRA.(c)	%(a)	%(b)
FP	12	16	12	67	2	0.05	0.01	11	0	0	0	0	18	0.04	0.02
MC	10	13	10	0.9	119	3	0.6	11	5	10	2	0.4	1130	2	1
IT	10	13	10	0.05	1879	45	10	9	9	19	4	0.04	21225	45	23
RQ	10	13	10	22	5	0.1	0.03	11	0	0	0	0	45	0.1	0.05
CM	9	12	9	0.09	1153	28	6	11	28	58	12	0.3	10533	22	12
QI	7	9	7	19	3	0.07	0.02	8	0	0	0	0	36	0.1	0.04
FN	7	9	7	7	13	0.3	0.07	12	0	0	0	0	108	0.2	0.1
AQ	6	8	6	0.5	85	2	0.5	7	1	2	0.4	0.08	1237	3	1
CV	5	7	5	0.04	897	22	5	7	5	10	2	0.04	12628	27	14
SUMA(a)	76	100	75	0.16	4156	100	22	9	48	100	21	0.1	46960	100	51
OTRAS	26		25	0.06	14318		78	32	184		79	0.4	44936		49
SUMA (b)	102		100	0.11	18474		100	20	232		100	0.3	91896		100

AQ= Análisis Químico e Isotópico

CM= Ciencia de los Materiales

CV= Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente

FN= Física Nuclear

FP= Física de Partículas Elementales

IT= Ingeniería y Tecnología

MC= Mecánica Clásica y Cuántica

QI= Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica

RQ= Radioquímica y Química Nuclear

Todos estos parámetros requieren un mayor estudio tanto con el fin de comprobar si tienen un valor estadístico como para en su caso evaluar las causas por las que así se comportan.

En el Cuadro 31 se ilustra la distribución por prioridades de la contribución de Argentina, México, Estados Unidos de Norteamérica y el Mundo a las Ciencias Nucleares en cada una de las seis áreas del conocimiento empleadas por el sistema INIS, expresada en porcentaje de la producción de cada uno de esos países para el año de 1992.

Se observa que las primeras tres prioridades (Física; Ingeniería y Tecnología y Ciencias Químicas, de Materiales y de la Tierra) son comunes a todos y solamente en el caso de México se invirtió el orden entre la segunda y la tercera. Los porcentajes de la contribución de cada país a cada una de esas áreas prioritarias fue también muy parecido a nivel global, de Argentina y de Estados Unidos pero en México, se incrementó considerablemente la importancia de la Física y de las Ciencias Químicas, de Materiales y de la Tierra a expensas de la Ingeniería y Tecnología.

Las cuarta y quinta prioridades (Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente y Otros aspectos de la Energía Nuclear y no nuclear) fueron también comunes y casi equivalentes para Argentina, Estados Unidos y el Mundo y ocuparon ambas la cuarta prioridad para México, con importancia relativa ligeramente menor.

Lamentablemente el número de trabajos detectados, en función del periodo estudiado, fue pequeño para alcanzar un valor estadístico que permitiera un estudio de prospectiva. La tendencia decreciente en el número de trabajos del sector educativo, de la UNAM, del Instituto de Astronomía de la misma y de la disciplina Astrofísica y Cosmología a partir de 1991 debe atribuirse, fundamentalmente, a la decisión del sistema INIS de dejar de cubrir la Astronomía a partir de 1992 y por lo tanto tal tendencia decreciente no refleja la realidad.

### CUADRO 31

#### PRIORIDADES Y DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS TRABAJOS POR ÁREAS DURANTE 1992

PAÍS	PRIORIDADES					
	1	2	3	4	5	6
<b>MUNDO (a)</b>	<b>G</b> 32	<b>E</b> 23	<b>B</b> 23	<b>C</b> 14	<b>F</b> 7	<b>D</b> 1
<b>E.U. (b)</b>	<b>G</b> 32	<b>E</b> 27	<b>B</b> 22	<b>C</b> 11	<b>F</b> 8	<b>D</b> 1
<b>ARGENTINA (c)</b>	<b>G</b> 35	<b>E</b> 26	<b>B</b> 22	<b>C</b> 10	<b>F</b> 5	<b>D</b> 1
<b>MÉXICO (d)</b>	<b>G</b> 43	<b>B</b> 37	<b>E</b> 10	<b>C/F</b> 5/5	<b>D</b> 0	

(a) = 91896 = 100 %

todo tipo de publicaciones primarias

(b) = 18474 = 20 %

artículos en revistas no latinoamericanas

(c) = 232 = 0.3 %

artículos en revistas no latinoamericanas

(d) = 102 = 0.1 %

artículos en revistas no latinoamericanas

B = Ciencias Químicas, de Materiales y de la Tierra

C = Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente

D = Isótopos, aplicaciones de los isótopos y de la radiación

E = Ingeniería y Tecnología

F = Otros aspectos de la energía nuclear y no nuclear

G = Física

Un análisis de las fuerzas y debilidades del presente estudio permite concluir que si bien representa una contribución original que demuestra una vez más la utilidad de la Bibliometría en la obtención de un valioso indicador del estado del conocimiento a un nivel, en un campo y durante un periodo determinados, en este caso el de la ciencia nuclear en México con calidad de exportación durante 1986-1994, que a su vez pueda ser empleado en el diseño de políticas de planeación y financiamiento de la investigación en el área a niveles individuales, departamentales, institucionales o nacionales, el excesivo tiempo utilizado para su desarrollo y el corto periodo examinado merman su actualidad e impiden su evaluación prospectiva.

Una particularización del trabajo analizado sería el estudio del factor de impacto de cada uno de los trabajos en él ubicados, lo cual permitiría una selección aún más rigurosa en cuanto a calidad de la contribución considerada y un estudio equivalente de esos trabajos así reseleccionados, conduciría a otra evaluación bibliométrica más rigurosa en cuanto a calidad.

Por otra parte, la evaluación de los presupuestos correspondientes a nivel personal, departamental, institucional y nacional, permitiría una definición del costo-beneficio a cada nivel y la comparación de toda esta información entre individuos, sectores, instituciones y dependencias, permitiría una mejor ubicación de cada grupo dentro de un contexto más amplio.

## **CAPÍTULO 5 RECOMENDACIONES**

Se propone el monitoreo permanente de la bibliografía específica del área por medio de un esfuerzo compartido, por lo menos entre las tres instituciones detectadas que produjeron el 88% de la contribución mexicana. La meta debería ser la de identificar, codificar, capturar e interpretar dentro de cada institución la información requerida dentro de cada institución lo que también puede facilitar la visualización del estado de la investigación en cada disciplina y realizar un más rápido avance por cooperación del gremio interinstitucional de la Investigación Nuclear en México.

Este proceso puede basarse en la infraestructura y experiencia que ofrece el trabajo aquí presentado. Deberá realizarse una planeación del esquema analítico a seguir (ahora incluyendo también patentes, la eventual selección de los trabajos por factor de impacto, así como la guía de operación detallada para realizar cada una de estas actividades y la integración de una base de datos para uso compartido).

Sería necesario nombrar una institución coordinadora del proyecto que bien puede ser el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), dada su experiencia como centro oficial de ingreso de información de un sistema de cooperación internacional como lo es INIS y crear una base de datos dedicada a éste propósito. Esta institución puede, a su vez y dada su vinculación nacional e internacional en el área, centralizar los datos, completarlos con los correspondientes a los contribuyentes menores dentro del país, verificar la uniformidad de la base de datos y ponerla al acceso público, así como integrar e interpretar anualmente los datos y su prospectiva a nivel nacional con la producción anual del informe correspondiente que funcionaría como indicador en el área.

Aprovechando sus interacciones internacionales, el ININ puede cabildear y gestionar el que se reprodujera el sistema en otros países a fin de implementar, a mediano y largo plazo, una base de datos internacional, regional o global sobre la temática con la consecuente producción de los indicadores anuales correspondientes y fomentándose también la cooperación de cada país en los proyectos de los países miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AC	Astrofísica y Cosmología
AQ	Análisis Químico e Isotópico
CF	Combustibles para Fisión
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICESE	Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
CINV	Centro de Investigación y Estudios Avanzados
CLFC	Compañía de Luz y Fuerza del Centro
CM	El Colegio de México
CM	Ciencia de los Materiales
CNSNS	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
CR	Criogenia
CS	Clínica Sonora
CT	Ciencias de la Tierra
CV	Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente
ED	Educativo
ENCB	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
ENEP	Escuela Nacional de Estudios Profesional-Zaragoza
ESFM	Escuela Superior de Física y Matemáticas
FA	Física Atómica y Molecular
FC	Facultad de Ciencias
FES	Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán
FF	Física de Plasmas y Fusión
FI	Facultad de Ingeniería
FM	Facultad de Medicina
FM	Física de la Materia Condensada
FN	Física Nuclear
FP	Física de Partículas Elementales
FQ	Facultad de Química
IA	Instituto de Astronomía
IA	Isótopos y sus Aplicaciones
ICML	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
ICN	Instituto de Ciencias Nucleares
IF	Instituto de Física
IFC	Instituto de Fisiología Celular
IGF	Instituto de Geofísica
IGP	Índice General de Productividad
IIB	Instituto de Investigaciones Biomédicas
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas
IIM	Instituto de Investigación en Materiales
IIMAS	Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas
IM	Instituto de Matemáticas
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INC	Instituto Nacional de Cardiología
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
INIREB	No disponible
INIS	International Nuclear Information System
INNN	Instituto Nacional de Neurología

INNSZ	Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán
INT	Organismos Internacionales
IPN	Instituto Politécnico Nacional
IPIRODET	No disponible
IQ	Instituto de Química
IT	Ingeniería y Tecnología
ITEMS	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
ITS	Instituto Tecnológico y de Saltillo
ITT	Instituto Tecnológico de Tijuana
MC	Mecánica Clásica y Cuántica
No id.	No identificada
OA	Otros Aspectos de la Energía Nuclear
OAN	Observatorio Astronómico Nacional
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAP	Porcentaje de individuos que publican más de 0.5 trabajos por año
PR	Privado
PU	Público
QI	Química Inorgánica, Orgánica y Fisicoquímica
QR	Química de las Radiaciones
RQ	Radioquímica y Química Nuclear
SDN	Secretaría de la Defensa Nacional
SE	Subsecretaría de Ecología
SEMIP	Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal
SS	Secretaría de Salud
U. de G.	Universidad de Guadalajara
U. GTO.	Universidad de Guanajuato
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas
UBCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization
US	Universidad de Sonora

## REFERENCIAS

1. Adeniran OR, Bibliometrics of computer science literature in Nigeria. *International Library Review* 1988;20:347-59.
2. Aiyepetu WO, The productivity of geographical authors: a case study from Nigeria. *Journal of Documentation* 1976;32:105-17.
3. Al-Kharafi F, El-Rayyes N, Janini G, Science research in Kuwait. A bibliometric analysis. *Journal of Information Science* 1987;13:37-44.
4. Alaez LF, The scientific production of the Spanish Higher Research Council (CSIS) in Biology (1963-1978). A sociometric study. *Revista Española de Documentación Científica* 1981;4:9-21.
5. Allison PD, Inequality and scientific productivity. *Social studies of Science* 1980;10:163-79.
6. Anderson F, Dalpe R, A profile of Canadian coal and petroleum research communities. *Scientometrics* 1993;25(3):447-63.
7. Arunachalam S, Dhirendra RMK, Shrivastava PK, Physics research in Israel. A preliminary bibliometric analysis. *Journal of Information Science* 1984;8:185-95.
8. Arunachalam S, Markanday S, Science in the middle-level countries: a bibliometric analysis of scientific journals of Australia, Canada, India and Israel. *Journal of Information Science* 1981;3:13-26.
9. Barker DL, Characteristics of the scientific literature cited by chemists of the Soviet Union. (Ph.D. Thesis). University of Illinois at Chicago, Illinois, U.S.A.; 1966
10. Ben-David J, El papel de los científicos en la sociedad. Un estudio comparativo. México: Editorial Trillas; 1974.
11. Bonitz M, Scientometric comparison of the publishing activities of academic institutions. *Informatik* 1984;31(5):33-6.
12. Bookstein A, Patterns of scientific productivity and social change: a discussion of Lotka's law and bibliometric symmetry. *Journal of the American Society for Information Science* 1977;28:206-10.
13. Bordons M, Barrigón S, Bibliometric analysis of publications of Spanish pharmacologists in the SCI (1984-1989). Part II. *Scientometrics* 1992;25(3):425-46.
14. Bordons M, García JF, Barrigón S, Bibliometric analysis of publications of Spanish pharmacologists in the SCI (1984-1989). I. Contribution to the Pharmacology & Pharmacy subfield ISI. *Scientometrics* 1992;24(1):163-77.
15. Bottle RT, Gong YT, A bibliometric study on the ageing and content typology relationship of the biochemical literature. *Journal of*

- Information Science 1987;13:59-63.
16. Bown P, The distribution of articles in the literature. *Australian Academic and Research Libraries* 1977;8:26-32.
  17. Braam RR, Moed HF, Van Raan AFJ, Mapping of science by combined co-citation and word analysis. II. Dynamical aspects. *Journal of American Society for Information Science* 1991;42(4) 252-66.
  18. Bradford SC, Sources of Information on specific subjects. *Engineering* 1934;137:85-6.
  19. Braun T, Schubert A, Indicators of research output in the sciences from 5 central European countries. 1990-1994. *Scientometrics* 1996;36(2):145-65.
  20. Braun T, Glanzel W, Grupp H, The scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993. Part I. All fields combined, Mathematics, Engineering, Chemistry and Physics. *Scientometrics* 1995;33(3):263-93.
  21. Brookes BC, The derivation and application of the Bradford-Zipf distribution. *Journal of Documentation* 1968;4:247-65.
  22. Büttinklepper BA, La investigación fitoquímica en México. Estudio bibliométrico de publicaciones fuera de Latinoamérica. *Ciencia, México* 1984;35(1):19-32.
  23. Büttinklepper BA, Maffey L, Delgado H, Impacto Mundial de la Investigación en México. Estudio bibliométrico del caso del Prof. Dr. Jesús Romo A. *Revista Latinoamericana de Química* 1978;9:11-6.
  24. Cape JD, An analysis of worldwide contributions to Nuclear Science Abstracts. Volumes **25** (1971) and **26** (1972). Office of Information Services, Oak Ridge, Tennessee, 76 p. (1974)
  25. Cape JD, Analysis of worldwide contributions to Nuclear Science Abstracts. Volumes **29** and **30** (1974). Technical Information Center, Oak Ridge, Tennessee. 86 p. NTIS: TID-26870 (1975)
  26. Cardoza G, Villegas R, América Latina. En: Informe Mundial sobre la Ciencia, UNESCO, p. 47-64, 1996
  27. Choi JM, An analysis of authorship in Anthropology journals 1963 and 1983. *Behavioral and Social Science Librarian* 1988;6:85-94.
  28. Coile RC, Bibliometric studies of scientific productivity. In: S.K. Martin (Ed.). *Information and Politics. Proceedings of the 39<sup>th</sup> ASIS Annual Meeting. Vol. 13 American Society for Information Science. White Plains, New York pp.90 (1976)*
  29. Coile, R.C. "A bibliometric examination of the square root theory of scientific publication productivity." In: B.M. Fry (Ed.). *Information Management in the 1980's. Proceedings of the 40<sup>th</sup> ASIS Annual*

- Meeting. Vol. **14** American Society for Information Science. White Plains, New York, pp. 39 (1977)
30. Coile RC, Lotka's frequency distribution of scientific productivity. Center for Naval Analyses, Arlington, Virginia; 1978
  31. Cole FJ, Eales NB, The history of comparative anatomy. Part I: A statistical analysis of the literature. *Science Progress* 1917;11:578-96.
  32. Coleman SR, Bradford distributions of Social sciences bibliographies varying in definitional homogeneity. *Scientometrics* 1993;27(1):75-91.
  33. Collazo RF, Luna MME, Física mexicana de partículas elementales: organización, producción científica y crecimiento. *Interciencia* 2002;27(7):347-53.
  34. Cronin B, Licea de Arenas J, The geographic distribution of Mexican Health Sciences. *Scientometrics* 1989;17(1-2):39-48.
  35. Donohue JC, A bibliometric analysis of certain information science literature. *Journal of the American Society for Information Science* 1972;23:313-17.
  36. Donohue JC, Understanding scientific literatures: a bibliometric approach. Cambridge: MIT Press; 1973.
  37. Drott MC, Griffith BC, An empirical examination of Bradford's law and the scattering of scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science* 1978;29:238-46.
  38. Eto H, Candelaria PM, Applicability of the Bradford distribution to the International Science and Technology indicators. *Scientometrics* 1987;11:27-42.
  39. Foresti NAB, Martins MSM, Brazilian Library Science, Documentation and Information Science Journals: Productivity of authors in the period 1980 to 1985. *Revista da Escola de Biblioteconomia du UFMG* 1985;16:54-71.
  40. Frame JD, Measuring scientific activity in lesser developed countries. *Scientometrics* 1980;2:133-45.
  41. Frame JD, Narin F, Carpenter MP, The distribution of world science. *Social science studies* 1977;7:501-16.
  42. Frohmann B, A bibliometric analysis of the literature of Cataloguing and Classification. *Library Research* 1982;4:355-73.
  43. Garfield E, (Ed.) *Journal Citation Reports: A bibliometric analysis of references processed for the 1975 Science Citation Index 9, 1976 Annual Science Citation Index*. Institute for Scientific Information, Philadelphia; 1977
  44. Garfield E, (Ed.) *Journal Citation Reports: A bibliometric analysis of Science journals in the ISI Data Base 15, 1983*. Annual Science

- Citation Index. Institute for Scientific Information. Philadelphia; 1984
45. Garg KC, Rao MKD, Bibliometric analysis of scientific productivity: a case study of an Indian Physics Laboratory. *Scientometrics* 1988;13:261-69.
  46. Garg KC, Sharma P, Sharma L, Bradford's law in relation to the evolution of a field. A case study of solar power research. *Scientometrics* 1993;27(1):145-56.
  47. Garrison HH, Herman SS, Lipton JA, Measuring characteristics of scientific research: a comparison of bibliographic and survey data. *Scientometrics* 1970;24(2):359-70.
  48. Geisler E, Integrated figure of merit of public sector research evaluation. *Scientometrics* 1996;36(3):379-95.
  49. Geller NL, De Cani JS, Davies RE, Lifetime-citation rates: a mathematical model to compare scientists work. *Journal of the American Society for Information Science* 1981;32:3-15.
  50. Goffman W, Warren KS, Dispersion of papers among journals based on a mathematical analysis of two diverse medical literatures. *Nature* 1969;221:1205-7.
  51. Gorbea PS, Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información. *Investigación Bibliotecológica* 1994;8:17.
  52. Gubankov VN, Dronina NL, On the applicability of measurement of growth of the number of scientific contributions and their distributions in periodicals. *Nauchno-Tekhnicheskaya Informatsiya* 1981;2:7-9.
  53. Gupta DK, Lotka's law and productivity patterns of entomological research in Nigeria for the period 1970-1973. *Scientometrics* 1987;12:33-46.
  54. Haiqi Z, A bibliometric study on Medicine Chinese traditional in MEDLINE database. *Scientometrics* 1994;31(3):241-50.
  55. Haitun SD, Scientometric investigations in the U.S.S.R. *Scientometrics* 1980;2:65-84.
  56. Hall DH, Rate of growth of literature in Geoscience from computerized databases. *Scientometrics* 1989;17(1-2):15-38
  57. Hood WW, Wilson CS, The literature of bibliometrics, scientometrics and informetrics. *Scientometrics* 2001;52(2):291-314.
  58. Hulme EW, Statistical bibliography in the relation to the growth of modern civilization. London: Grafton; 1923
  59. IAEA, INIS Atomindex. An International Abstracting Service. Index A-E pag. X Jan-Dec 1997, Vienna, Austria
  60. IAEA, INIS Authority List for Journal Titles. Division of Publications, Vienna, Austria; 2003

61. IAEA, Presentación del INIS. Sistema Internacional de Documentación Nuclear, OIEA, GEN/PUB/013 (Rev.12). Vienna; 2002
62. Ivanov MV, International Nuclear Information System (INIS). In: Federation Internationale de Documentation. Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Conference of FID and International Congress on Documentation, Sep. 12-22; 1967
63. Katz JS, Hicks DM, A systemic view of British Science. *Scientometrics* 1996;35(1):133-54.
64. Kent A, Lancour H, Daily JE, Encyclopedia of Library and Information Science. Vol. 26: Role indicators to scientific literature. Marcel Dekker, Inc. P. 336-345; 1979
65. Khursid A, Sahai H, Bibliometric distributions and laws: some comments and a selected bibliography. *Journal of Educational Media & Library Sciences* 1991;28(4):433-59.
66. King J, A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *Journal of Information Science* 1987;13:261-76.
67. Klaić B, Analysis of the scientific productivity of researchers from the Republic of Croatia for the period 1990-1992. *Scientometrics* 1995;32(2):133-52.
68. Kostoff RN, Performance measures for government-sponsored research: overview and background. *Scientometrics* 1996;36(3):281-92.
69. Lancaster FW, De Qeiros GG, Growth dispersion and obsolescence of the literature: a case study in thermoluminescent dosimetry. *Journal of Research Communication Studies* 1981;2:203-17.
70. Lawani SM, Periodical literature of tropical and subtropical Agriculture. *UNESCO Bulletin for Libraries* 1972;26:88-93.
71. Lawani SM, Bradford's law and the literature of Agriculture. *International Library Review* 1973;5:341-50.
72. Leta J, De Meis L, A profile of science in Brazil. *Scientometrics* 1996;35(1):33-44.
73. Licea de Arenas J, Indicadores de la actividad científica. *Ciencias de la Información* 1993;24(1):2-6.
74. Licea de Arenas J, Castaños LH, Arenas LJ, Significant Mexican research in the health sciences: a bibliometric analysis. *Scientometrics* 2002;53(1):39-48.
75. Lockett MW, The Bradford's distribution: a review of the literature. *Library and Information Research* 1989;11:21-36.
76. López Calafi J, Salvador A, De la Guardia M, Estudio bibliométrico de la literatura científica sobre la determinación de elementos metálicos en

- aceites lubricantes por Espectroscopía de Absorción Atómica. *Revista Española de Documentación Científica* 1985;8(3): 201-13.
77. Maheswarappa BS, Mathias SA, Authorial collaboration in various disciplines of the Physical Sciences in India: a bibliometric study. *Journal of the Library and Information Science (India)* 1987;12:136-55.
78. Marinkovic N, Research reactor records in the INIS database. *Nuklearna-tehnologija* 2001;16(2):65-70.
79. Martin BR, The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics* 1996;36(3):343-62.
80. Maugin P, Using a contracts database for evolving the dynamic of a technological program: the case of the European non-nuclear energy. *Scientometrics* 1991;22(1):207-28.
81. McCreery LS, Pao ML, Bibliometric analysis of Ethnomusicology. In: B. Flood, J. Witiak and T. Hogan (Eds.). *Challenges to an Information Society-Proceedings of the 47<sup>th</sup> ASIS Annual Meeting*. Knowledge Industry Publications for ASIS. New York, pp. 212-216 (1984)
82. Miranda DM, La productividad científica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM 1989-1994, Tesis Licenciatura, UNAM, FFL, México (1999) 135 p.
83. Moed HF, The use of on-line databases for bibliometric analysis. In: Egghe, L. *Informetrics 87/88*. Elsevier Science Publishers, New York, 1988. p- 133-146
84. Moya AF de, Herrero SV, Science in America Latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics* 1999;46(2):299-320.
85. Naranan S, Bradford's law of science bibliography- An interpretation. *Nature* 1970;227:631-2.
86. Narin F, Evaluative bibliometrics the use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity. *Computer Horizons*, New Jersey (1976)
87. Nasir AM, (et.al.), Bibliometric evaluation of agricultural literature published in Malaysia. *Scientometrics* 1994;29(2):191-217.
88. Nordstorm LO, Applied versus basic science in the literature of plant biology: a bibliometric perspective. *Scientometrics* 1987;12:381-93.
89. Pao ML, Co-autorship and productivity. In: A.R. Benefeld and E.J. Kazlauskas (Eds.) *Communicating Information. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> ASIS Annual Meeting*, 17. Knowledge Industry Publications, New York pp. 279-281 (1980)
90. Papon P, Barré R, Los sistemas de ciencia y tecnología: panorama mundial. En: *Informe Mundial sobre la Ciencia*, UNESCO, p. 8-22

1996

91. Pérez Tamayo R, La cultura y la ciencia en México. En: Quinto Magno Festival Palafoxiano. Excelsior, p. 34-A, 16 de octubre de 1997
92. Pestaña A, Spanish performance in life sciences. A comparative appraisal of the scientific production of Spain and five other European countries in 1989. *Scientometrics* 1992;24(1):95-114.
93. Pope A, Bradford's law and the periodical literature of Information Science. *Journal of the American Society for Information Science* 1975;26:207-13.
94. Price DJ De Solla, Network of scientific papers. *Science* 1965;149: 510-5.
95. Price DJ De Solla, *Science since Babylon*. 1975
96. Pritchard A, Statistical bibliography or Bibliometrics?. *Journal of Documentation* 1969;25(4):348-9.
97. Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994. Secretaría de Programación y Presupuesto y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México D.F. (1990)
98. Radhakrishnan T, Kerinzan R, Lotka's law and Computer Science Literature. *Journal of the American Society for Information Science* 1979;30:51-4.
99. Raisig M, Statistical bibliography in the Health Sciences. *Bulletin of the Medical Library Association* 1962;50:450-61.
100. Rao IKR, The distribution of scientific productivity and social change. *Journal of the American Society for Information Science* 1980;31:111-22.
101. *Reviews of National Science and Technology Policy*. Mexico. OECD Publications. Paris (1994)
102. Rolling LN, Die literature der kerntechnik. *Nachrichten-fuer-dokumentation* 1967;18(3-4):117-23.
103. Rosas-Poblano SG, Producción científica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM y su cobertura por Chemical Abstracts, Physics Abstracts y Science Citation Index, Tesis de Licenciatura, UNAM, FFL, México (1994) 157 p.
104. Russell JM, Publishing patterns of Mexican scientists: differences between national and international papers. *Scientometrics* 1998;41(1-2):113-24.
105. Sancho R, Pastor A, Criado E, Bibliometric approach to research performance in the field of refractory materials used in iron and steelmaking proceses. *Scientometrics* 1992;24(1):111-36.
106. Scheel H, The International Nuclear Information System and its

- utilization in the GDR. *Informatik* 1980;27(4):16-8.
107. Science, Technology and Global problems. "The United Nations Advisory Committee on the Application of Science and Technology for Development." Office for Science and Technology. United Nations. Pergamon Press, New York, (1979)
  108. Secretaria de Relaciones Exteriores. Objetivos, prioridades y estrategias de la cooperación técnica internacional de México. México D.F. (1988)
  109. Secretaría Educativa del Consejo Consultivo de Ciencias. Presidencia de la República. Los cuerpos asesores en Ciencia y Tecnología al más alto nivel de los Gobiernos. México (1992)
  110. Sengupta IN, The growth of the biophysical literature. *Scientometrics* 1985;8:365-75.
  111. Sengupta IN, Three new parameters in bibliometric research and their application to rank periodicals in the field of Biochemistry. *Scientometrics* 1986;10:235-42.
  112. Sengupta IN, Bibliometrics, Informetrics, Scientometrics and Librametrics: an overview. *Libri* 1992;42(2):75-98.
  113. Shigeko N, Analysis on the productivity of journals in Nuclear Science Abstracts by the Bradford method and selection of journal titles. *Dokumenteshon-Kenkyu* 1975;25(10):435-44.
  114. Six J, Bustamante MC, Bibliometric analysis of publications in experimental particle physics or cosmic rays and with accelerators. *Scientometrics* 1996;37(1):25-37.
  115. Spaey J, (et.al.) El desarrollo por la ciencia. Ensayo sobre la aparición y la organización de la política científica de los estados. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, UNESCO, París, (1970)
  116. Stevens RE, Characteristics of subject literature. American College and Research Library (ACRL) Monograph Series 7: 10-12 (1953)
  117. Subir SK, Kundra R, Bibliometrics of English language alcohol fuel literature: a new empirical equation of Scatter. *Scientometrics* 1986;10:43-54.
  118. Sylvain C, Canadian research activity in Aquaculture: a bibliometric analysis. *Scientometrics* 1993;27(3):295-316.
  119. Tague-Sutcliffe J, An introduction to Informetrics. *Information Processing & Management* 1992;28(1):1-3.
  120. Trofimenko AP, Scientometric analysis of the development of nuclear physics during the last 50 years. *Scientometrics* 1987;11(3-

- 4):231-50.
121. UNAM, La Investigación Científica de la UNAM 1929-1979. Tomo I y II. Universidad Nacional Autónoma de México (1987)
  122. UNESCO, UIS Bulletin on Science and Technology Statistics, Issue No. 1; 2004
  123. UNESCO, UIS Bulletin on Science and Technology Statistics, Issue No. 2; 2005
  124. US Atomic Energy Commission. Serial titles cited in Nuclear Science Abstracts. Division of Technical Information Extension. Oak Ridge, Tennessee. 434 p. TID-4579 (1971)
  125. US Patent Office. Technology Assessment and Forecast. "Early Warning Report of the Office of Technology Assessment and Forecast." Washington, 227 p. NTIS: COM-74-10150/2GA (1973)
  126. US Patent Office. Technology Assessment and Forecast. Third Report. Washington 181 p. NTIS: COM-74-11383/8GA (1974)
  127. Van Leeuwen ThN, Tijssen RJW, Assessing multidisciplinary areas of science and technology: a synthetic bibliometric study of Dutch Nuclear Energy Research. *Scientometrics* 1993;26(1):115-33.
  128. Verma RK, Sharma YK, Khatri HSD, Trends in nuclear research and its publications. An analysis based on five years coverage in the Indian Science Abstracts. *Annals of Library Science and Documentation* 1982;29(2):64-9.
  129. Vinkler P, An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics* 1988;13:239-59.
  130. Vinkler P, Research contribution, autorship and team cooperativeness. *Scientometrics* 1993;26(1):213-30.
  131. Vlachy J, Variable factors in scientific communities (observations on Lotka's law) *Teorie a Metoda* 1972;4:91-120.
  132. Vlachy J, Frequency distributions of scientific performance: a bibliography of Lotka's law and related phenomena. *Scientometrics* 1978;1:109-30.
  133. Windsor DA, Developing drug literatures, 1. Bibliometrics of baclofen and dantrolene sodium. *Journal of Chemical Information and Computer Science* 1975;15:237-41.
  134. Woolston JE, The International Nuclear Information System (INIS). *UNESCO Bulletin for libraries* 1969;23(3):135-8,147
  135. Yablonsky AI, On fundamental regularities of the distribution of scientific productivity. *Scientometrics* 1980;2:33-4
  136. Young H, Glosario ALA de Bibliotecología y Ciencias de la

- Información. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A. 473 p.;  
1988
137. Zener C, An analysis of scientific productivity. *Applied Mathematical Sciences* 1968;59:1078-81.
  138. Zunde P, Information Science laws and regulations: a survey. In: J. Rasmussen and P. Zunde (Eds.), *Empirical Foundations of Information and Software Science*, Vol. III Plenum Press, New York, pp. 243-273 (1987)