

Indicadores científicos: evaluaciones negativas proposiciones positivas

PIEDAD DÉCTOR GUTIÉRREZ

Wagner 140 . La Paloma, 58290, Morelia,
Michoacán, México

RESUMEN

La investigación científica es una actividad social, por ese motivo la evaluación de su productividad y eficiencia llega a ser imperativa. El medio más común elegido por los investigadores para difundir sus conocimientos son las publicaciones periódicas primarias. La distribución, dispersión, impacto, y difusión de los artículos publicados en estas revistas científicas se pueden deducir a partir del análisis y evaluación de los indicadores cuantitativos que están basados en el análisis estadístico de las variables que caracterizan y definen el comportamiento en cada una de las respectivas ramas del saber. Los resultados obtenidos en este tipo de estudios ofrecen la información requerida tanto para la toma de decisiones en materia de política informativa como en materia de política científica. De acuerdo con lo anterior este trabajo propone indicadores científicos, resultado de la información obtenida a partir de los currículos de los investigadores de la UNAM en el área científica, con el propósito de aportar resultados objetivos sin los sesgos que usualmente presentan las bases de datos comerciales.

SCIENTIFIC INDICATORS: NEGATIVE EVALUATIONS POSITIVE PROPOSITIONS
PIEDAD DÉCTOR-GUTIÉRREZ

ABSTRACT

Scientific research is a social activity. For this reason, the evaluation of its productivity and effectiveness have become imperative. The most common media chosen by researchers to disseminate their knowledge is primary journals. The distribution, dispersion, impact, and diffusion of the articles published in these journals can be deduced through the analysis and evaluation of the quantitative indicators based on the statistical analysis of the variables which characterize and define the behavior for each of the respective branches of knowledge. The results obtained in this type of work provide the data needed for making decisions regarding information and scientific policies. As previously stated in this paper, scientific indicators are suggested in the information being obtained from the UNAM researchers' curricula vitarum in the scientific area. The stated goal being to give objective results without the typical bases usually present in commercial databases.

Artículo



OBJETIVO

La identificación de indicadores que coadyuven a una medición más objetiva de la producción científica mexicana.

ÁMBITO

Centros e institutos pertenecientes a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Centros de: Ciencias de la atmósfera, Ecología, Instrumentos, Investigación sobre Fijación de Nitrógeno y Neurobiología.

Institutos de: Astronomía, Biología, Biotecnología, Ciencias del Mar y Limnología, Ciencias Nucleares, Geografía, Geología, Geofísica, Física, Fisiología Celular, Ingeniería, Investigaciones Biomédicas, Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, Investigaciones en Materiales, Matemáticas y Química.

PARTICIPANTES

854 académicos que cultivan la actividad científica y tienen el nombramiento de “Investigadores” de acuerdo con su contrato laboral.

PROCEDENCIA DE LOS DATOS

Para la extracción de los datos, fue necesario acudir a los currículos de los investigadores, y a que conforman una fuente de información validada, objetiva y confiable. Estos datos fueron revisados, analizados y capturados, en 3 bancos de información. El primero con los datos personales de 1 384 académicos, el segundo contiene aproximadamente 40 000 referencias de documentos publicados por esos académicos y el tercero está conformado por 140 000 referencias relativas a los trabajos citantes y trabajos citados de la producción de esta comunidad; se utilizó como apoyo el *Science Citation Index* (SCI). Para este trabajo el número de documentos publicados que se analizó fue de 39 525 y de citas un total de 139 919.

PERIODO

Comprende la totalidad de los trabajos publicados por los investigadores, incluidos en su curriculum, por lo tanto es histórico.

INTRODUCCIÓN

La inversión en ciencia y tecnología del Producto Interno Bruto (PIB) en países como Estados Unidos, Alemania, Japón y Gran Bretaña es del 2%. En Corea, Taiwan, Singapur y Malasia es de 1.6% y en México de 0.35% (CONACyT, 1995).

El bajo porcentaje de inversión que nuestro país aplica a este sector posiblemente tiene como origen el que la actividad científica profesional en nuestro país es joven, ya que por ejemplo en la UNAM sólo 3 institutos –aunque con antecedentes– se fundaron en 1929, dos en 1938, cuatro en los años cuarenta, tres en los setenta y cuatro en los ochenta. Otra razón para explicar los bajos recursos asignados a la actividad científica es que ésta ha dado pocos frutos visibles para la sociedad, por consiguiente el gobierno no tiene la demanda de los mexicanos de que se le impulse.

Si se analiza la inversión que el sector privado destina al desarrollo en Ciencia y Tecnología es posible observar que ésta varía dependiendo del país, por ejemplo, en economías como la de Corea –según datos proporcionados por el CONACyT– el porcentaje del total es de un 90%, mientras que en México esta inversión sólo alcanza un 15% o si se quiere hacer la comparación con un país latinoamericano, encontramos que Brasil destina un 50% del total de la inversión privada al desarrollo de su investigación.

Con los datos anteriores se puede determinar que la ausencia de un plan estratégico establecido entre el gobierno y la comunidad científica en el que se definen los proyectos nacionales seguirá manteniendo a la actividad científica disminuida frente a otras muchas “prioridades nacionales.”

Como un fin primordial de adecuar convenientemente la asignación de los escasos recursos que México destina al desarrollo de la ciencia surge la necesidad, de parte de quienes toman las decisiones, de evaluar el rendimiento de la actividad científica, así como de los canales formales que ésta utiliza para su difusión, mediante el análisis de las tendencias que caracterizan y definen su comportamiento, así como el efecto que éstas provocan en la sociedad.

Para la evaluación del rendimiento de la actividad científica son utilizados dos tipos de indicadores: cualitativos y cuantitativos. De los primeros se puede decir que son los pares quienes los determinan, ya sea como individuos, o por medio de comités o consejos, y respecto a los segundos o sea los indicadores cuantitativos son utilizados desde la segunda década de este siglo, sobre todo por quienes están estrechamente relacionados con la información científica.

Los indicadores cuantitativos están basados en el análisis estadístico de las variables que caracterizan el comportamiento de la producción científica y son utilizados con el propósito de evaluar los procesos de generación, propagación, uso e impacto de la literatura científica, ya que ésta establece el canal idóneo de

transmisión de los resultados científicos en cualquier país, por lo que el análisis de esta literatura científica constituye un legítimo indicador.

Cada día toma mayor importancia la evaluación de los resultados científicos que alcanzan difusión a través de las fuentes impresas de información, en particular las revistas científicas, por constituir éstas el medio o canal más común elegido para difundir los conocimientos científicos. No se trata solamente de contar artículos científicos, como dato único, sino de que de su análisis y evaluación se puedan deducir, entre otros aspectos, la distribución, dispersión, impacto y difusión que caracterizan y definen el comportamiento de la comunicación científica en cada rama del saber.

Los resultados obtenidos en este tipo de estudio ofrecen información, en una primera etapa, de tipo descriptivo –su valor está en la riqueza de información que contienen– más adelante con la aplicación de estadística inferencial será posible hacer predicciones tanto para la toma de decisiones en materia de política informativa como para la toma de decisiones en política científica.

Conviene tomar en cuenta también otros aspectos relativos a este tipo de estudios, por ejemplo, uno de ellos es la falta de continuidad y de seguimiento. Cuando se trata de hacer una evaluación global de la producción científica nacional, manifestada a través de los llamados canales formales o publicaciones impresas de la comunicación científica, es una práctica común solicitar estudios por única vez, estos estudios por lo regular son proposiciones que dan respuesta a una necesidad de información inmediata, pero que no constituyen una práctica sistemática que deba ser considerada en la toma de decisiones sobre política científica y de información.

Otro aspecto es el sesgo que presentan los resultados cuando la información se obtiene nada más de la consulta a bases de datos comerciales. Es decir, si a través de un estudio se deseara comparar la producción nacional de modo interno, por ejemplo entre instituciones, dependencias u otras jerarquías, o quizá se requiriera comparar la producción de México con otros países, necesariamente se tendría que recurrir a fuentes internacionales como los índices y resúmenes bibliográficos– Index and Abstracts– los cuales registran las publicaciones científicas divididas, entre otras, en ramas del conocimiento, países, e instituciones. Aunque los resultados que ofrecen estas bases de datos siempre se consideran un apoyo para conocer el estado del arte de cualquiera de las variables antes mencionadas, es conveniente tomar en cuenta algunas limitaciones, éstas pueden ser: la exclusión de publicaciones de países en desarrollo; la tendencia a incluir publicaciones concentradas en las grandes revistas internacionales; la determinación de incluir preferentemente literatura en inglés; la desigualdad de condiciones, ya que aunque las revistas registradas tienen representatividad en cada campo de la ciencia, ésta se presenta con diferente peso y al final, el número total de títulos de revistas analizadas en el mundo se calcula que es de 53 000 revistas científicas, de las

cuales sólo 3 300 revistas arbitradas son cubiertas por el *Science Citation Index* (Sen, B., Karanjai, A. y Munski, U. 1989).

De ahí puede concluirse que los resultados siempre presentaran el sesgo antes mencionado. Por estos motivos se hace cada vez más necesario considerar la evaluación de los resultados científicos de nuestros países a través de fuentes de información propias, es decir, desarrolladas por los mismos países, que permitan una mayor veracidad en los resultados obtenidos.

Si tomamos como referencia los planteamientos anteriores y si conocemos de antemano la conveniencia de no depender exclusivamente de las bases de datos externas, se puede considerar como una necesidad el establecimiento de fuentes formadas con información validada, objetiva y confiable propias de cada país. Al consultar estas fuentes los resultados obtenidos estarán ajustados a la comunidad analizada.

El propósito de este estudio es determinar las tendencias, por medio de un análisis descriptivo, que se manifiestan en la producción científica de los investigadores del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para lo que se tiene como fuente original los currículos de los propios investigadores. La UNAM tiene en nuestro país un gran peso académico, ya que es la institución mexicana en la que se cultiva un mayor número de disciplinas, así como la que por mucho produce el mayor porcentaje de la producción bibliográfica nacional, por lo tanto los criterios aplicados a este grupo pueden generalizarse para la evaluación de la producción científica mexicana.

Al conocer el comportamiento de las variables que caracterizan y definen a la producción científica se aportan nuevos elementos que puedan ser incorporados en la toma de decisiones sobre política científica y de información.

EL USO DE INDICADORES EN LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

La ciencia y la sociedad

La ciencia es indispensable en las sociedades modernas, ya que forma parte de sus estructuras socioeconómicas, culturales y políticas. No es una esfera independiente de la sociedad, sino una esfera de la actividad investigadora dirigida a observar y a estudiar el mundo real que nos rodea, y que al unirse con la tecnología crea bienes de consumo que elevan la calidad de vida de la población, produciendo información y resolviendo problemas de incertidumbre de conocimiento del hombre ante la naturaleza y los fenómenos naturales, con lo cual va creando el acervo que permite a la sociedad desarrollarse.

Al respecto Sir Isaac Newton dijo:

*"If I have seen further it is only because I stood on the shoulders of giants."
(Si puedo ver más allá es sólo porque me paré en los hombros de los gigantes.)*

La ciencia influye en las actividades humanas ya sean individuales, de grupos, de instituciones y hasta de naciones. Por lo tanto la evolución de cualquier individuo o de las sociedades, no importa el tamaño de éstas, depende del desarrollo científico y tecnológico. Ferrater (1975) define a la ciencia como el conocimiento que mediante lenguajes rigurosos y apropiados aspira a formular –en lo posible, con auxilio del lenguaje matemático– leyes por medio de las cuales se rigen los fenómenos.

Aunque en una sociedad el número de individuos comprometidos con la ciencia, así como los recursos asignados a ésta, proporcionalmente son pequeños, sus efectos, directos o indirectos, son enormes (Moravcsick, M.J., 1989).

La sociedad debería soportar esta estructura y pagar por ello cada vez más, porque el resultado del trabajo científico es vital para la fuerza, la seguridad y el bienestar de todos.

Respecto a los países desarrollados se menciona que las expectativas de bienestar social están fijadas en la ciencia y la tecnología, hasta el punto en que se produce una fuerte competencia entre los países por la carrera de su desarrollo, considerándolo como una de las mayores aspiraciones de la humanidad (Sancho, R. 1990).

La ciencia tiene como característica su contemporaneidad, ya que en la actualidad vive entre el 80 y el 90 por ciento de los científicos que haya registrado la historia. Otra característica es el crecimiento exponencial. La ciencia crece al multiplicarse por una cantidad determinada en periodos iguales. Dependiendo de qué es lo que se vaya a medir y del indicador que se utilice, ya sea para individuos o para publicaciones, el tamaño tiende a duplicarse en un periodo de entre 10 y 15 años (De Solla Price, D., 1963).

Como ya se mencionó, la ciencia forma parte de la sociedad, no es una esfera independiente. Así como la ciencia es una esfera de la actividad investigadora, la actividad bibliológico-informativa es una esfera de la actividad económica, dirigida a satisfacer las necesidades de información de los usuarios.

Sistema Ciencia, Investigación y Desarrollo

Dada la importancia de la ciencia frente a la sociedad surge la necesidad de evaluar el rendimiento de la actividad científica y su impacto social, a fin de proporcionar de manera adecuada los recursos que aseguren su desarrollo y la máxima rentabilidad de las inversiones que asignan los países a este rubro, dentro de su presupuesto.

Sin embargo, evaluar el rendimiento de la actividad científica no es tarea fácil, ya que el producto de la ciencia no es obvio ni tangible. Con un producto abstracto como el conocimiento y la comprensión del mundo que nos rodea, la evaluación no puede llevarse a cabo de una forma predeterminada ni automática.

Como la magia o la religión, la ciencia es un tipo de saber, una manera de ver el mundo, confiable hoy pero cuestionable mañana. Kuhn (1971) señala que la ciencia es dinámica, imperfecta y contradictoria, Chalmers (1982) agrega que además, es un saber que pretende ser útil, pero también racional, sistemático, objetivo, verificable y perfectible. Para Feyerabend (1981) la ciencia es un tipo de saber que intenta describir, explicar, o predecir, fenómenos de la realidad, pero que contiene un margen de error, a veces grande.

En su conferencia sobre *¿cómo evaluar la ciencia y a los científicos?* presentada en Madrid en 1989, Michael Moravcsik señala que hay muchas razones por las cuales es importante evaluar a la ciencia y a los científicos, entre otras, él menciona cuatro, y señala que:

- ❖ Los resultados son intangibles.
Hay procesos simples, en los servicios, que no requieren de una evaluación formal porque sus resultados se pueden percibir de modo preciso. El de un sistema de búsquedas de citas a trabajos publicados por un autor determinado se hace simplemente comprobando si el resultado curricular fue recibido por el investigador solicitante con rapidez y de manera oportuna. En cambio si se deseara evaluar el contenido de esos conocimientos resultaría imposible para alguien que no fuera especialista en el tema, y aun así esta evaluación sería difícil sin una unidad de medida, ya que el producto de la ciencia es el conocimiento y la comprensión del mundo que nos rodea. Debido a que el proceso de evaluación en la ciencia no se lleva a cabo de manera automática es importante determinar evaluaciones que permitan comprobar su rendimiento a largo plazo.
- ❖ Tiene un gran impacto porque la ciencia incide en el desarrollo de la sociedad. Mario José Molina, premio Nobel de Química 1995, advirtió en 1974 la destrucción de la capa de ozono por efecto de los clorofluorometanos, y logró la reglamentación internacional para el control de la emisión de los contaminantes de la atmósfera y la utilización de tecnologías que no implican la liberación de clorofluorocarburos. También consiguió, mediante los resultados de sus investigaciones, que las empresas químicas fueran conscientes de los productos que causan un daño irreparable en el hombre y no solamente obtuvo eso, sino que además logró que estas mismas empresas sean ahora las promotoras de este tipo de investigación. Este ejemplo puede demostrarnos que cuando un resultado científico es verdadero, por pequeño que sea, su impacto puede trascender en el tiempo y en todo el universo de aplicaciones. Su productividad

es sesgada, esto es, está limitada a partir de un determinado núcleo de investigadores.

Price (1963) menciona que la proporción que se establece entre un grupo de investigadores y la cantidad de trabajos científicos que publican es la siguiente:

investigadores	publican
10 000	1 trabajo
100	10 trabajos
1	100 trabajos

Por lo tanto el sesgo se da en un nivel concentrado en un núcleo de autores, por ese motivo Garfield opina que al asignar recursos hay que conocer, entre otros, el sesgo de alta productividad.

- ❖ ¿Es posible administrar la ciencia?
Si la ciencia no se administra, si no se miden su productividad y su impacto no tendremos con qué marcar pautas de política científica. La actividad científica debe ser evaluada y administrada.

En estos puntos Moravsick sintetiza la importancia que tiene la evaluación de la ciencia, por ser una esfera de la actividad investigadora, dirigida a satisfacer necesidades de consumo de la población, de conocimiento y de información.

Fundamentación de uso de indicadores en la evaluación de la producción científica

La evaluación de la actividad científica, por medio de indicadores como un elemento primordial dentro de cualquier programa de política científica, se considera hoy una práctica necesaria aunque no generalizada.

Estas evaluaciones facilitan la distribución de los limitados recursos económicos que cada país puede destinar al área de la investigación científica.

Es a partir de los años setenta que las autoridades responsables de la planificación científica demandaron con mayor énfasis estudios métricos de la información publicada. El fin era conocer si la planeación había producido el efecto o había logrado el propósito para el que estaba destinada, en pocas palabras, querían evaluar la eficacia de sus políticas y si esos sistemas científicos aportaban un análisis costo-beneficio.

Es así que organismos internacionales relacionados con la valoración del progreso científico publicaron sus aportaciones a esta demanda, entre ellos, la

National Science Foundation (NSF) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

La National Science Foundation publica el *Science Indicators Reports*, además de otros trabajos elaborados por Francis Narin y sus coautores. Cuando este reporte se publicó tuvo repercusiones en varios sentidos, una de ellas, muy importante, fue el estímulo para publicar más estudios sobre bibliometría evaluativa, lo que motivó el desarrollo de este campo.

El *Science Indicators Reports* fue publicado por primera vez en 1972. Su alcance fue análogo al del *Social Indicators Reports*, preparado y publicado por el gobierno de los Estados Unidos. Estos estudios métricos de la información y entre ellos los que analizan las publicaciones periódicas primarias, fueron calculados con fundamento nacional, con objeto de monitorear el estado, calidad y competitividad de los Estados Unidos en ciencia y tecnología.

Por su parte la OCDE, creada el 30 de septiembre de 1961, publica repertorios de indicadores de inversión en ciencia para sus 25 países miembro, de América del Norte, de Europa Occidental y del Pacífico. México ingresó en la Organización el 18 de mayo de 1994. En la OCDE se reúnen los representantes de los gobiernos para comparar y coordinar sus políticas nacionales e internacionales en más de 25 campos concentrados en 9 direcciones, una de ellas es la de Ciencia y tecnología. En esta dirección los expertos sesionan apoyándose en los estudios analíticos realizados por la Secretaría de la Organización. Estos estudios analizan diferentes aspectos de la política científica de un país, entre ellos la producción científica a partir de la obra publicada. Los análisis tienen una doble finalidad: en primer lugar, permitir que los países interesados puedan evaluar las medidas adoptadas con el fin de fortalecer el papel que desempeña la investigación científica en la realización de objetivos nacionales. En segundo lugar mostrar el contenido de las políticas científicas y tecnológicas y su función como instrumento de gobierno.

La expansión de los estudios de evaluación realizados por estas dos entidades, así como otros estudios posteriores desarrollados por diferentes instancias, fue posible en gran medida debido a la facilidad de consultar la información a través de las bases de datos comerciales, que a partir de los años sesenta tuvieron un desarrollo sólido.

Los indicadores se pueden definir como:

- ❖ Una medida que provee información sobre los resultados de la actividad científica en una institución, país, o región del mundo (Spinak, E. 1996).
- ❖ Los parámetros utilizados en el proceso de evaluación de cualquier actividad (Sancho, R. 1990).
- ❖ Una medida que proporciona información acerca de la naturaleza de un campo del conocimiento (Diodato, V. 1994).

Como ya se mencionó, los problemas relacionados con el estudio de las cantidades de documentos científicos y las magnitudes de los flujos de información fueron abordados en forma intensiva desde principio de los años setenta, aunque los primeros trabajos que incluían un conteo para estudiar diversos aspectos de las publicaciones se realizaron desde principios de este siglo.

Narin, F. (1976) afirma que “la iniciativa para analizar las revistas científicas vino de las bibliotecas”.

Por décadas los bibliotecarios han utilizado las referencias para hacer estudios que les permitan optimar sus colecciones. Si bien sus datos son contables, el motivo es claramente evaluativo.

Cole, F. J. y Eales, N. B. (1917) publicaron el primer artículo que trataba de una manera incipiente sobre bibliografía comparada. Gross, P. y Gross, E. (1927) fueron los primeros en utilizar las citas para una evaluación. En un documento publicado en ese año tuvieron la idea de usar las referencias de una revista científica para identificar los títulos clave en una materia o disciplina. Por ese motivo este documento está considerado dentro de una estructura cronológica, como el primero de la literatura científica que estudia las revistas científicas. El artículo de Gross y Gross reflexionaba sobre la reconsideración en la adquisición de títulos para un servicio eficaz en la biblioteca de la Universidad de Pomona en California, ya que la principal preocupación de estos autores estaba centrada en los problemas que tenían que encarar sus propios estudiantes cuando entraban en competencia con estudiantes provenientes de grandes universidades que contaban con enormes bibliotecas centrales.

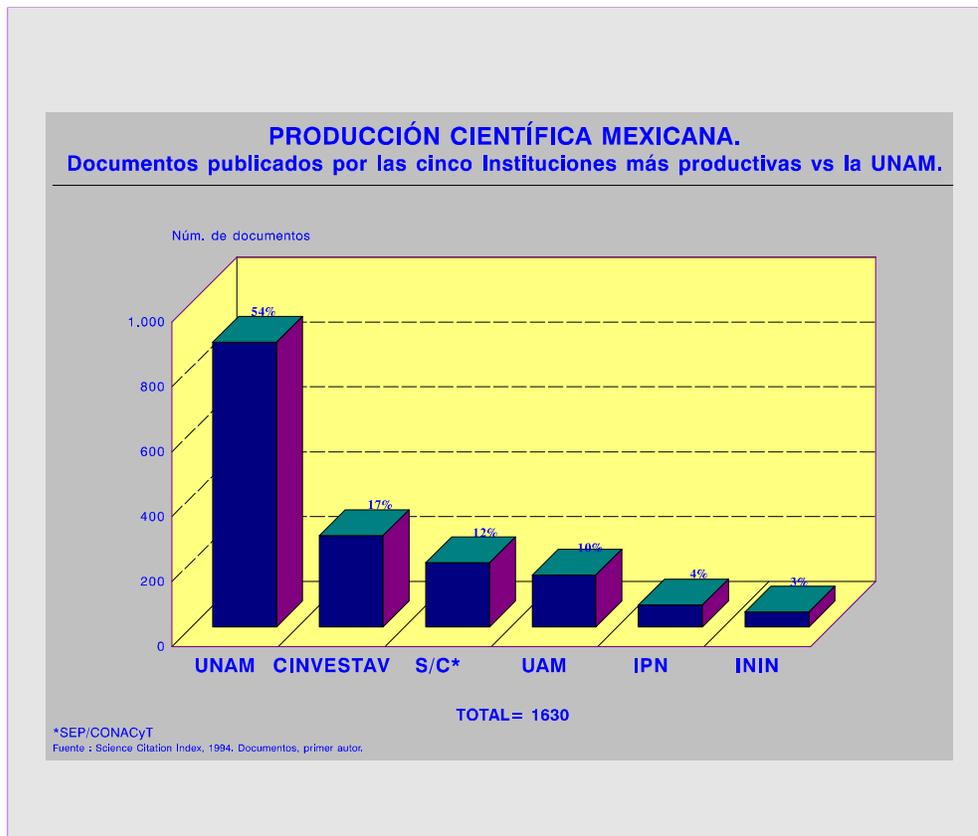
La situación enfrentada por la biblioteca de la Universidad de Pomona era difícil, ya que tanto el espacio como el presupuesto asignado eran limitados. Así que decidieron encontrar una solución a su problema por medio de una selección de las revistas más importantes. Para llevar a cabo este ejercicio eligieron las revistas publicadas en el campo de la Química. Gross y Gross decidieron hacer una lista compilando manualmente los títulos, pero se dieron cuenta de que esto tenía restricciones en cuanto a la subjetividad, y manifestaron que “a menudo los resultados pueden estar muy sesgados dependiendo de las necesidades, preferencias y rechazos del compilador.” Entonces decidieron desarrollar una técnica más objetiva que analizara las referencias del volumen más reciente y completo –1926– con todas las referencias aparecidas en los artículos publicados en la revista *Journal of the American Chemical Society* (JACS). Después tabularon, en intervalos de 5 años, las referencias a las revistas más citadas introduciendo así el concepto de jerarquización (ranking) de las revistas, por la frecuencia de las citas que recibían y la importancia de su distribución en el tiempo. Encontraron cuáles eran las revistas citadas con más frecuencia, e hicieron una diferenciación entre las publicadas en Estados Unidos y las publicadas en otros países e idiomas diferentes del inglés. También identificaron algunos otros parámetros que eran comunes en la literatura química internacional.

Significación de la producción científica de la UNAM y su repercusión en el entorno nacional

La investigación que se lleva a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es reconocida tanto en el entorno nacional como en el internacional. Para atender y solucionar los diversos problemas que enfrenta la sociedad mexicana, la UNAM forma cuadros altamente calificados, que pueden ser preparados por la misma universidad, o apoyados por medio de becas, para obtener en el extranjero niveles de posgrado, otorgados por instituciones de educación superior de gran prestigio.

En México el mayor número de personas con doctorados nacionales, es egresado de esta institución (UNAM, 1988). De esta forma la UNAM prepara a sus académicos para conformar y desarrollar una comunidad científica de alto nivel, que participa y contribuye al avance del conocimiento en el mundo. Este alto nivel puede ser avalado con los numerosos reconocimientos que reciben sus miembros, interna y externamente.

Gráfico 1



La Universidad Nacional Autónoma de México es la institución con mayor número de “Investigadores Nacionales”, estímulo que otorga desde 1984 el gobierno mexicano a los más destacados investigadores en reconocimiento a su labor académica. Según datos de CONACyT el Sistema Nacional de Investigadores tiene un total de 5 500 integrantes divididos en: Candidatos 26%, Nivel I 52.4%, Nivel II 14.2% y en el Nivel III 6.6%.

La institución con mayor número de miembros en el SIN es la UNAM con el 33%, seguido por 13 instancias más en donde la institución más alta sólo alcanza un 6.1% y el grupo más alto (universidades públicas de los estados) el 16%, asimismo varios de sus científicos se encuentran entre los autores más citados en Latinoamérica (UNAM, 1988).

Si se compara a la UNAM con las cinco instituciones nacionales que aparecen en el SCI como las más productivas sean estas de carácter público, privado o académico, da como resultado que la UNAM obtiene el porcentaje más alto, de un 54% (ver *Gráfico 1*) pero si además se compara con la institución inmediata jerarquizada en orden decreciente, la UNAM obtiene un 76%.

El Subsistema de la Investigación Científica

La Coordinación de la Investigación Científica (CIC) es el órgano ejecutor de las decisiones tomadas por el Consejo Técnico de la Investigación Científica –órgano colegiado de autoridad que cumple las atribuciones que le señala la Legislación Universitaria– y sirve de apoyo en su función de coordinar e impulsar las labores de institutos y centros (1992, Informe UNAM) en el Subsistema de la Investigación Científica (SIC). La formación de los primeros grupos de investigación científica en la UNAM tiene su antecedente en el siglo pasado, sin embargo, no es sino hasta 1929 cuando se crean oficialmente los primeros tres institutos.

En la página siguiente se presentan en la *tabla 1* los datos tabulados con las siguientes variables: año de creación de cada una de las instancias que conforman el subsistema, antecedente de creación a través del año correspondiente cuando éste existe, tal es el caso de 10 dependencias, nombre actual de las dependencias y para finalizar, el número de investigadores que según la fuente consultada, los conforman.

Como se observa en la *tabla 1* el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM está conformado por dieciséis institutos, ocho centros y cinco programas en donde más de novecientos investigadores cultivan una amplia variedad de disciplinas en la ingeniería, las ciencias naturales y las exactas. La investigación científica y tecnológica se realiza tanto en las instalaciones ubicadas en la Ciudad Universitaria, como en estaciones de campo, observatorios, buques oceanográficos, laboratorios y servicios nacionales de la propia universidad, localizados en diversas regiones de la República Mexicana.

<i>Tabla 1</i>			
Institutos Centros y Programas del SIC en la UNAM			
Año de creación	Antecedente	Dependencia	Número de investigadores
1929	1883	Instituto de Astronomía	28
1929	1883	Instituto de Biología	64
1929	1886	Instituto de Geología	51
1938		Instituto de Geografía	38
1938		Instituto de Física	125
1941		Instituto de Química	53
1942		Instituto de Matemáticas	57
1945		Instituto de Investigaciones en Biomédicas	49
1945		Instituto de Geofísica	53
1971		Centro de Información Científica y Humanística	1
1971		Centro de Instrumentos	4
1976	1958	Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	44
1976		Instituto de Ingeniería	68
1977		Centro de Ciencias de la atmósfera	28
1979	1967	Instituto de Investigaciones en Materiales	52
1980		Centro de Investigación Sobre Fijación del Nitrógeno	16
1981	1973	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	58
1981		Programa Universitario de Alimentos	*
1982		Instituto de Biotecnología	64
1982		Programa Universitario de Energía	*
1985	1983	Centro para la innovación Tecnológica	2
1985	1979	Instituto de Fisiología Celular	41
1987		Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia	2
1988	1967	Instituto de Ciencias Nucleares	12
1988		Centro de Ecología	37
1988	1981	Programa Universitario de Investigación en Salud	*
1990		Programa Univ. de Inves. y Desarrollo Espacial	*
1991		Programa Universitario de Medio ambiente	*
1993		Centro de Neurobiología	12

El Centro de Neurobiología fue agregado a la tabla original, así como el número de investigadores.

* No se cuenta con el dato.

Fuente: UNAM. Memoria 1995. UNAM. CIC. Institutos Centros y Programas. 1988

El personal académico del SIC

De acuerdo con la Legislación Universitaria (UNAM, 1987) en la Universidad Nacional los investigadores tienen a su cargo las labores de investigación y docencia y pueden ocupar cualquiera de las siguientes categorías:

- 1- Auxiliar
- 2- Asociado
- 3- Titular

En cada categoría existen tres niveles: "A", "B" y "C".

El personal académico en el SIC está integrado por 1890 académicos, de ellos, 899 son técnicos y 991 son investigadores en un porcentaje de 48% para los primeros y 52% para los segundos. En la categoría de investigador, hasta el momento no existe personal contratado en el nivel de auxiliar.

Tabla 2
SIC. Personal Académico por Categoría y Nivel

Investigador		Técnico		
Asociado	Titular	A auxiliar	Asociado	Titular
366	625	42	500	357

Fuente: UNAM, DGPyP. enero de 1995.

Este grupo está conformado aproximadamente en un 37% por investigadores asociados y en un 65% por investigadores titulares.

Tabla 3
SIC. Investigadores por Categoría y Nivel

Asociado			Titular		
A	B	C	A	B	C
8	53	305	254	171	200
TOTAL: 366			TOTAL: 625		
TOTAL GLOBAL: 991					

Fuente: UNAM, DGPyP. enero de 1995.

Dentro de la comunidad el mayor porcentaje en el nivel de investigadores contratados corresponde a la figura de investigador asociado "C" con un 31%, seguido muy de cerca por el investigador titular "A" con un 26%. Los datos sobre el personal académico tienen gran movilidad, pero en relación con sus porcentajes totales en el periodo, por ejemplo, de un año el número no es significativo. Para este trabajo los datos sobre los investigadores se obtuvieron de la información correspondiente a 1995.

Cuando se requiere aplicar indicadores para conocer el impacto de la obra publicada, la producción, el factor de impacto de las revistas en donde publican los investigadores o cualquier otro indicador relacionado con éstos, la CIC concentra a sus investigadores en veintiún dependencias y 8 áreas.

A continuación se presentan las dependencias consideradas por la Coordinación para esta clase de estudios:

Tabla 4

DEPENDENCIA	ABREVIATURA
1- CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	CCA
2- CENTRO DE ECOLOGÍA	CE
3- CENTRO DE INSTRUMENTOS	CI
4- CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOBRE FIJACIÓN DEL NITRÓGENO	CIFN
5- CENTRO DE NEUROBIOLOGÍA	CN
6- INSTITUTO DE ASTRONOMÍA	IA
7- INSTITUTO DE BIOLOGÍA	IB
8- INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA	IBt
9- INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA	ICML
10- INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES	ICN
11- INSTITUTO DE FÍSICA	IF
12- INSTITUTO DE FISILOGÍA CELULAR	IFC
13- INSTITUTO DE GEOFÍSICA	IGf
14- INSTITUTO DE GEOGRAFÍA	IGg
15- INSTITUTO DE GEOLOGÍA	IGl
16- INSTITUTO DE INGENIERÍA	II
17- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS	IIB
18- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES	IIM
19- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS	IIMAS
20- INSTITUTO DE MATEMÁTICAS	IM
21- INSTITUTO DE QUÍMICA	IQ

En concordancia con las políticas antes mencionadas, las áreas se conformaron agrupándolas de acuerdo con los siguientes criterios:

Tabla 5

ÁREA	DEPENDENCIAS
1- ASTRONOMÍA	1- IA
2- BIOLOGÍA	2- CE
	3- CIFN
	4- IB

Tabla 5
(continuación)

ÁREA	DEPENDENCIAS
3- BIOMÉDICA	5- CN
	6- IBt
	7- IIB
	8- IFC
4- CIENCIAS DE LA TIERRA	9- CCA
	10- ICML
	11- IGf
	12- IGg
	13- IGI
5- FÍSICA	14- ICN
	15- IF
	16- IIM
6- INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS	17- CI
	18- II
7- MATEMÁTICAS	19- IIMAS
	20- IM
8- QUÍMICA	21- IQ

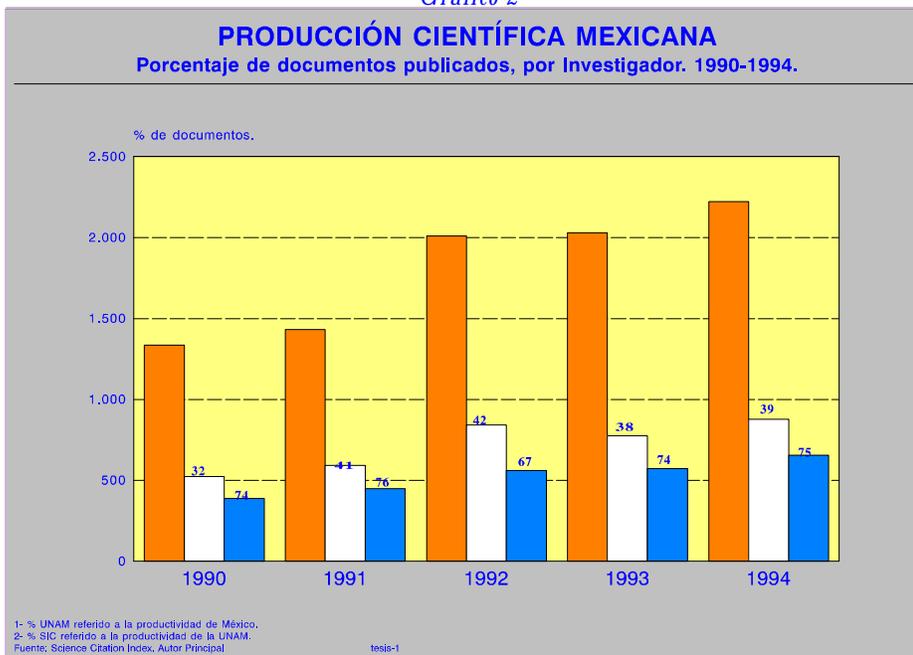
Análisis de los resultados

Tendencias de la producción científica generada por los investigadores del SIC-UNAM

Esta comunidad tiene una productividad reconocida. El producto informativo aportado por los investigadores del SIC puede ser considerado como la mayor contribución que se genera en el país en el campo de la investigación científica. De acuerdo con el *Science Citation Index* consultado en los últimos cinco años, el porcentaje de la UNAM en producción es el más alto y el porcentaje de la producción del SIC referida a la UNAM es de más de un 70 por ciento. Con el propósito de observar la evolución anual de los documentos publicados por investigador en un periodo de cinco años que van de 1990 a 1994, se ha realizado una distribución representada en el *Gráfico 2*. La primera columna representa

la producción de México en un cien por ciento durante un año determinado, la segunda columna ofrece información sobre el porcentaje de la producción de la UNAM respecto a la producción de México y por último la tercera columna se refiere al porcentaje de la producción del Subsistema de la Investigación Científica referida a la UNAM.

Gráfico 2



Si se observa el primer bloque de 3 columnas en el año de 1990, la segunda columna representa la producción de la UNAM respecto a todo el país con un 32%. La tercera columna representa la producción del Subsistema de la Investigación Científica referido a la UNAM, éste alcanza un 74% de la producción científica en esta institución.

Para el año de 1991 la UNAM obtiene un 41% frente al resto del país, y el SIC un 76% referido a la UNAM, por lo tanto respecto al año anterior se puede observar un aumento significativo, tanto en la producción de la UNAM, como en la del SIC.

En 1992 la UNAM obtiene un 42% respecto a todo México y el Subsistema un 67% de la producción generada en la UNAM. En este año la producción de México aumenta de modo notable, la UNAM con un ligero aumento casi mantiene el porcentaje del año anterior y el SIC tiene un descenso de un 12% en su producción.

En los años 1993 y 1994 la producción de la UNAM frente al país baja ligeramente -38% y 39%- en relación con los dos años anteriores que fue de 41 y 42 por ciento, sin embargo, la producción del SIC durante 1993 y 1994 recupera en parte el nivel obtenido en 1990 y 1991, con un 74% y un 75% respectivamente.

Características del comportamiento de la producción científica generada por los investigadores del SIC-UNAM

Las publicaciones y sus autores

La producción de los Investigadores del Subsistema por Dependencia se encuentra publicada en diversos documentos, aunque no en los mismos porcentajes, es posible observar que en aquellas disciplinas que tienen una vinculación directa con actividades necesarias para resolver problemas inmediatos en la construcción y mantenimiento de la infraestructura física del país, en la exploración y explotación de sus recursos materiales y en la protección ante los fenómenos naturales capaces de poner en riesgo a los hombres y sus bienes (Institutos de Geofísica, Geografía, Geología e Ingeniería) se experimenta un desarrollo diferente del observado por otros institutos que se encuentran orientados en forma más preponderante a la investigación científica básica (Esteva, L. 1990).

De la orientación que tengan estas instituciones depende en mucho el tipo de documento en donde publica este grupo, en ingeniería, por ejemplo, el número de reportes o proyectos de investigación rebasa al número de títulos de revistas o en otras disciplinas como Geografía, cuyas características imprimen, al tipo de documento en donde publican los investigadores, un perfil acorde con su objeto de estudio; la producción bibliográfica se manifiesta con mayor frecuencia en mapas, cartografías, planos, cartas y en un porcentaje menor en revistas.

Al tener como fuente el curriculum de los investigadores y en correspondencia a lo anteriormente señalado, en la tabla 6 es posible observar, que los porcentajes más altos de publicación en documentos en general, es decir, sin separar el número de artículos en revistas, corresponden a cuatro dependencias, éstas son: el Instituto de Ingeniería con el porcentaje más alto del SIC 72% correspondiente a todo tipo de documento y 28% a la de publicación en revistas; a continuación el Instituto de Geografía con un 64% de publicación en diversos documentos y 36% en revistas; enseguida el Instituto de Geología con un 63% de publicación en diferentes documentos y solamente un 37% en revistas y por último el Centro de Instrumentos con un 62% de documentos publicados y solamente un 38% de artículos publicados en revistas. En el otro extremo no deja de llamar la atención que el Instituto de Química publique un 94% en revistas y solamente un 6% en otro tipo de documentos como pudieran ser proyectos vinculados con la industria.

Tabla 6

Dependencias	Porcentaje de documentos	Porcentaje de artículos
II	72	28
Gg	64	36
GI	63	37
CI	62	38
CIFN	58	42
IIMAS	58	42
IIM	44	56
CN	43	57
ICML	43	57
CCA	36	64
CE	34	66
Gf	34	66
IA	31	69
IB	31	69
IBt	31	69
IM	31	69
IIB	26	74
ICN	25	75
IF	22	78
IFC	21	79
IQ	6	94
TOTAL	39525	25159

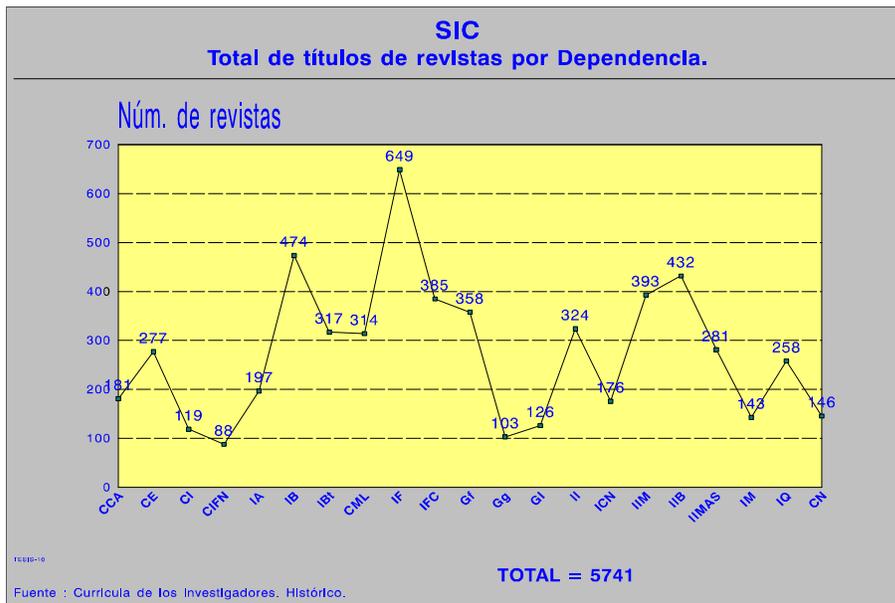
El universo de investigadores estudiado en este trabajo ha producido un total de 39 525 documentos, de los cuales el 63% corresponde a artículos publicados en revistas científicas.

La revista científica como publicación periódica primaria tiene una serie de características, entre ellas, es el medio propicio para que a través del tiempo se forme una memoria colectiva de ese conocimiento científico, es también un medio de enorme valor para la formación y la enseñanza de todo individuo relacionado con el aprendizaje, permite la comunicación, aun en aquellas situaciones en las que se carece de infraestructura para utilizar medios electrónicos, es uno de los soportes materiales de todo conocimiento, su contenido está por lo general orientado a campos o tópicos concretos de la ciencia y finalmente la recuperación de la información generada es bastante accesible por medio de las publicaciones periódicas secundarias como son índices y resúmenes bibliográficos, catálogos y kardex en bibliotecas, catálogos colectivos, bibliografías, así como en bases de datos y medios electrónicos.

Debido a estas características la revista científica se ha convertido en la colección más consultada en las bibliotecas especializadas. Otro punto que hay que considerar es que la revista al aparecer en todas las dependencias como un elemento identificable, es posible de medir.

Si se contempla un total global en el Subsistema de la Investigación Científica, el documento con mayor representatividad es la revista científica, ya que el 71 por ciento de las dependencias publica más en revistas que en cualquier otro documento y el 29 por ciento publica menos en revistas y más en otro tipo de documento, sin que esto signifique que la revista esté excluida en alguna de las disciplinas del Subsistema (ver *Gráfico 3*).

Gráfico 3



El proceso de medir el comportamiento de la producción científica generada por los investigadores del SIC-UNAM a través de su obra publicada contiene una serie de variables que caracterizan a ese comportamiento dentro de los siguientes campos:

- ❖ títulos de revistas en donde publican
- ❖ artículos publicados en los títulos antes mencionados
- ❖ impacto que su obra publicada tiene en otros investigadores.

Títulos de revistas

Las fuentes de información a través de las cuales se difunde el producto informativo generado por los investigadores del SIC, tienen variados matices, pero en un muy alto porcentaje reflejan impacto y prestigio profesional en la comunidad científica internacional. La cantidad de estas fuentes varía de acuerdo con el área temática de pertenencia.

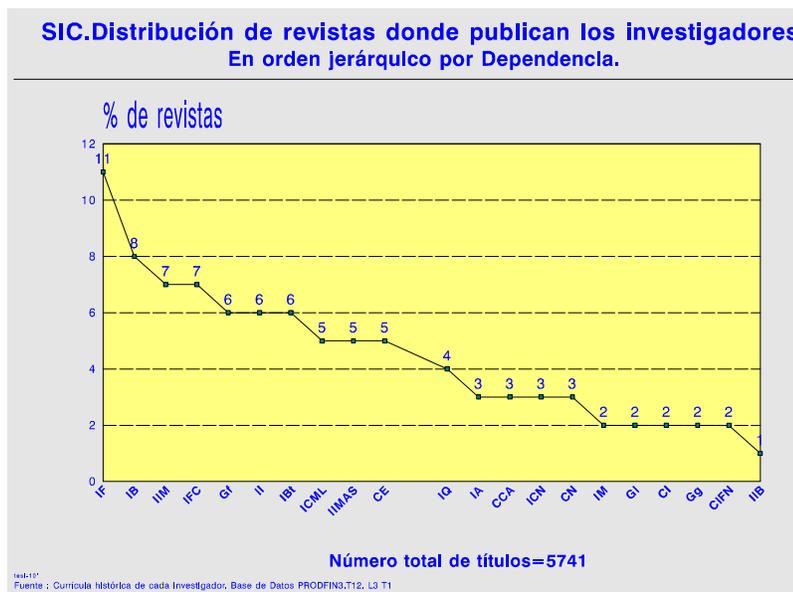
El total de títulos de revistas científicas –extraídos de los currículos de los investigadores del SIC– en donde publican éstos es de 5741. (Ver *Tabla 1* del anexo).

Las dependencias que publican en una mayor variedad de títulos, es decir, que no tienen un núcleo de revistas sino que muestran una mayor dispersión, son 7 y en ellas aparece más del 50% de los títulos traslapados.

Estos institutos son: el IF, el IB, el IIM, IFC, IGF, II, IBt, entre todos ellos suman un total de 2 900 títulos.

En cambio las dependencias con un menor número de títulos son: IM, GI, CI, Gg, CIFN, con un 2%, en estas dependencias no existe una gran dispersión, ya que sus artículos están publicados en muy pocos títulos (ver *Gráfico 4*).

Gráfico 4



El peso de unas dependencias sobre otras hace que el análisis por áreas tenga otra expresión de acuerdo con el esquema de la CIC, las áreas no tienen el mismo número de dependencias agrupadas, además respetando ese orden se separaron como únicos, a los Institutos de Astronomía y Química. En la *Tabla 1* del

anexo es posible observar que mientras en el área de Física se publica en 1218 títulos diferentes, el área de matemáticas sólo publica en 424 títulos. Respecto a cantidades el área Biomédica y Física publican en un mayor número de revistas en comparación con otras áreas, seguidos por Ciencias de la Tierra y Biología y en un porcentaje bastante menor por Ingeniería y Matemáticas (ver *Gráfico 5*).

Gráfico 5



En cuanto a la calidad de la revista en donde se publica, un indicador frecuentemente utilizado es el Factor de Impacto (FI). Por sí solo la calidad del artículo no determina el FI, ya que éste tiene que asociarse además de a la buena calidad, también al prestigio del autor, o a otros factores de tipo condicionante como son el área temática a la cual se dedica el artículo, que puede corresponder a uno de los principales frentes de investigación de gran actividad en la comunidad científica mundial, o a lo incipiente de un tema de investigación o tal vez a otros motivos. El FI tiene numerosas aplicaciones, y tratándose de una evaluación, ésta debe ajustarse al objetivo combinándolo con otros indicadores tanto cuantitativos como cualitativos. En la identificación del FI de las revistas en donde publican los investigadores del SIC se encontró que la suma del número de títulos de revistas por dependencias, nos da un total de 5741, de los cuales el 36% correspondiente a 2040 títulos tienen Factor de Impacto (FI), mientras que el porcentaje entre las que no lo tienen es del 64%, que corresponde a 3701 títulos.

Para este trabajo el FI se obtuvo utilizando como fuente el *Journal Citation Reports* (JCR) 1992, sin embargo, en un análisis más extenso existe la posibilidad de analizar cada uno de los 3701 títulos que no aparecen en este índice para conseguir su FI de acuerdo con el método utilizado en la India (Sen, B, 1998.) en el que una vez aplicada la fórmula se obtiene el FI de esos títulos, independientemente de que el JCR no los reporte.

Gráfico 6

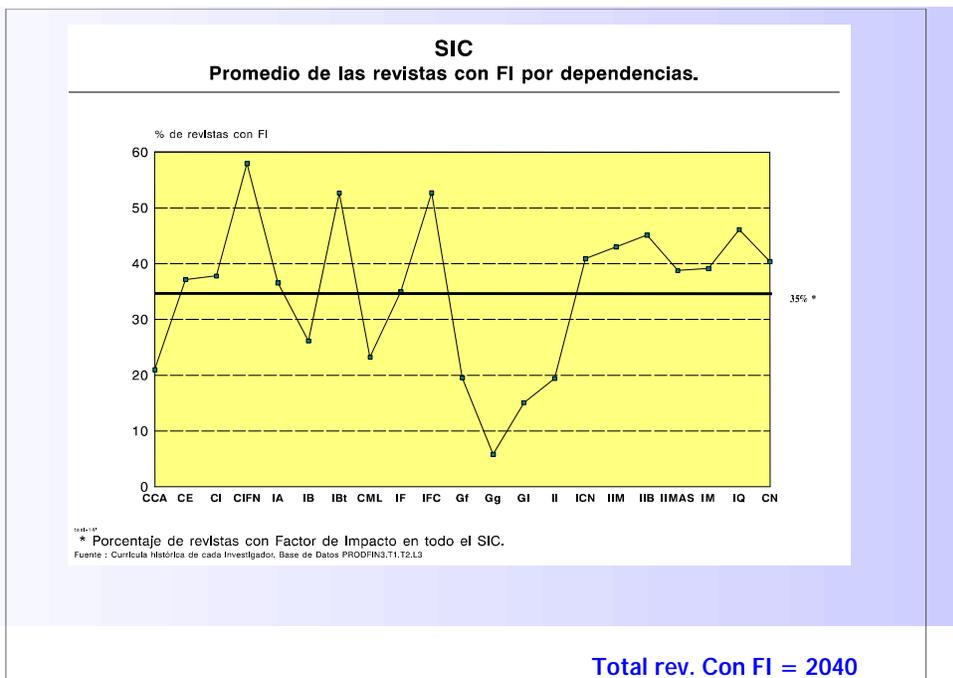


Si se correlacionan las variables: número de títulos de revista y número de revistas con FI, el porcentaje de revistas con FI, en orden jerárquico por dependencia muestra que de los 21 institutos y centros que conforman la muestra, tres son los que tienen el porcentaje más alto de revistas con FI. Estas dependencias son CIFI con un 58%, el IBT con un 53%, el IFC con un 53%.

Los 4 institutos con el porcentaje más bajo en el grupo de revistas con FI son: Gf con un 20%, II con un 19%, Gl con un 15%, y el Gg con 6%.

Si se traza una línea resultado de la división entre el número de revistas con FI y el total del número de revistas en el subsistema se obtiene un porcentaje promedio por área, que relacionado con el porcentaje real que obtuvo cada dependencia, a partir de los datos de los currículos de los investigadores del Subsistema, podemos observar cuales dependencias están abajo de ese promedio (ver Gráfico 7).

Gráfico 7



También se analizó a partir del total de revistas sin FI el porcentaje de éstas por dependencia. En este caso el total de revistas sin FI fue de 3701 en el universo de 5741. Al igual que para las revistas con FI se correlacionaron dos variables: número de revistas y número de revistas sin FI.

En el resultado se puede advertir que son cuatro las dependencias que más publican en revistas sin FI: Gg 94%, GI 85%, II 81%, Gf 80%.

Para obtener un valor que tuviera un concepto más distributivo en toda la muestra sin que el resultado estuviera viciado por aquellos investigadores que producen más, se obtuvo la mediana de las revistas que tenían FI, asignando a cada dependencia este valor. La mediana es una medida de tendencia central que nos indica hacia donde están concentrados los datos, pero a diferencia del promedio es menos sensible ante datos u observaciones extremas. En la tabla que se presenta a continuación (Tabla 7) es posible observar la mediana del Factor de Impacto en revistas con este valor por cada una de las 21 Dependencias del SIC analizadas en este trabajo.

Gráfico 8

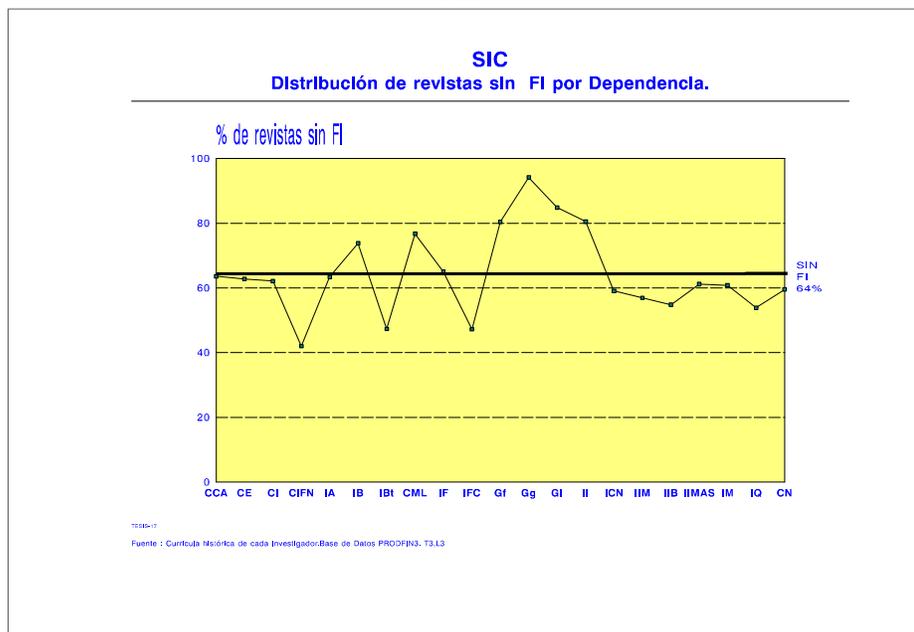


Tabla 7

DEPENDENCIA	MEDIANA
CIFI	3.0640
Gg	2.78
IBt	2.5280
IA	2.0325
IFC	1.9630
IIB	1.9460
CN	1.7660
IQ	1.3320
CCA	1.2375
Gf	1.1660
IF	1.1340
GI	1.1300
CI	1.1120
IIM	1.0510
IIMAS	0.7770
CE	0.6920
II	0.5820
IB	0.5585
ICN	0.5565
ICML	0.3910
IM	0.3700

Fuente: Curricula de los investigadores. JCR 1992. L3.

La mediana del Factor de Impacto en este grupo muestra que en siete dependencias la mediana es menos de uno, en diez dependencias la mediana se encuentra entre 1 y 1.9, en tres dependencias la mediana está entre 2 y 2.7, y por encima de 3 solamente se encuentra una dependencia.

Tabla 8

FI de la revista	Núm. de Dependencias
> de tres	1 Dependencia
Entre 2.78 y 2.03	3 Dependencias
Entre 1.98 y 1.05	10 Dependencias
< de uno	7 Dependencias

El grupo mayor se encuentra entre las 10 dependencias comprendidas entre 1.9630 y 1.0510 de FI en las revistas en donde publican los investigadores.

El FI más elevado en el SIC fue de 37.1600 y considerando el más elevado por dependencia, éste fue de más de 37 para tres dependencias, de 20 para una, de más de 19 para trece dependencias y menor de 10 en cuatro dependencias. El FI más elevado por dependencia se muestra en la tabla 9: en orden jerárquico por grupos.

Tabla 9

DEPENDENCIA	FI	
IBt	37.16	CLINICAL RESEARCH
IIB	37.16	
IFC	37.16	
IF	20	ADV. NUCL. PHYSICS
CE	19.6070	SCIENCE
IB	19.6070	
CN	19.6070	
ICML	19.6070	
Gf	19.6070	
Gg	19.6070	
GI	19.6070	
II	19.6070	
IA	19.3370	NATURE
CIFN	19.3370	
IIM	19.3370	
IIMAS	19.3370	
IQ	19.3370	
ICN	7.29	PHYS. REV. LETTERS
CCA	3.8520	GENETICS
CI	3.3030	ASTROPHYS. JOUR.
IM	2.1040	PHYSICAL REVIEW

Fuente: Currícula histórica de los investigadores. JCR 1992 TB.

Además de la mediana, otra medida utilizada con frecuencia es el FI Promedio. Cuando el promedio se aplica a otros indicadores el resultado puede ser altamente representativo, pero para el FI no es recomendable, ya que la información puede presentar un sesgo y por lo tanto el resultado puede ofrecer una medida menos confiable.

Este resultado puede estar viciado por diversos motivos, entre ellos por ejemplo que a la dependencia esté adscrito un investigador que publica en revistas de gran impacto, lo que hace que el promedio en el FI se eleve de manera artificial en perjuicio de otras publicaciones; otro ejemplo sería una dependencia con pocas publicaciones y alto FI, con un promedio elevado que impactaría a su comunidad de manera negativa en la evaluación global de esa comunidad. Este último caso puede ejemplificarse con una de las dependencias del SIC que tiene el FI promedio más alto en el Subsistema: 4.9025. Este resultado tan alto se explica observando los artículos responsables del resultado. La dependencia en cuestión, publica diez artículos, uno en la revista *Science* con un Factor de Impacto de 19.6070, un artículo en *Earth and planetary SCItet.* con 3.0320 de FI, tres artículos en *Jour. Geophys. Res.* con 3.0260 de FI, un artículo en *Meteoritics* con 2.5340 de FI, cuatro artículos en *Geophysics* con 1.1616 de FI, y un artículo en Biología con 0.0500 de FI. La suma del FI de los seis títulos anteriores nos da un total de 29.415 y dividido entre esos seis títulos se obtiene un promedio de 4.9025.

Tabla 10

Factor de Impacto promedio	
DEPENDENCIA	FI
Gg	4.9025
IBt	3.7992
CIFN	3.5359
IIB	3.2273
GI	3.1339
IA	3.0282
IFC	3.0220
CN	2.5846
Gf	1.9644
IF	1.6872
IQ	1.6666
ICML	1.4759
ICN	1.4404
IIM	1.3817
CI	1.2967
CCA	1.2723
CE	1.2542
IIMAS	1.2207
II	0.9769
IB	0.9692
IM	0.5076

Fuente: Curricula histórica de los investigadores. JCR 1992: T8.

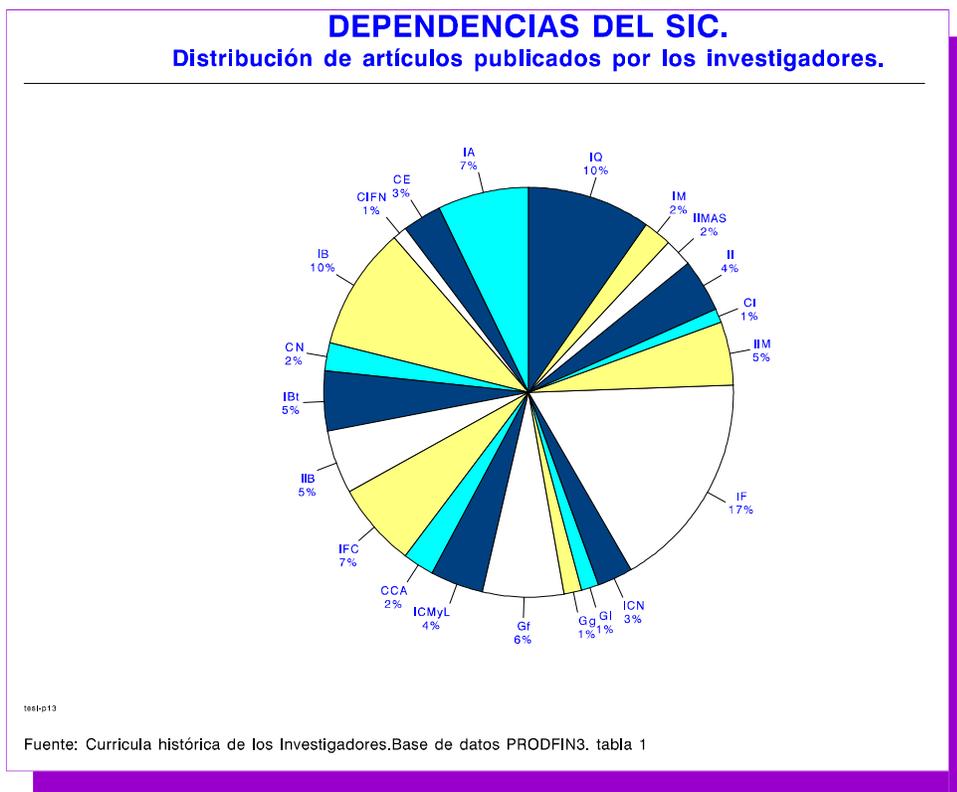
Artículos en revistas

Al tener como fuente los currículos de los investigadores del SIC es posible observar que el primer trabajo fue publicado en 1938. El 0.11% está localizado en la década de 1940 a 1949, un poco más del 1% se encuentra localizado en la década de 1950 a 1959, el 5% pertenece a la década comprendida entre 1960 y 1969, el 16% corresponde a los años 1970 a 1979, el 47% se sitúa entre 1980 a 1989 y el 30% a los últimos cinco años estudiados de 1990 a 1994.

En una disposición tabular de los datos relativos al número de artículos por dependencia entre el total de artículos publicados en las 21 dependencias del Subsistema se encontró que el 50% de los artículos, reportados por los investigadores en su curriculum, está concentrado en cinco dependencias: el 17% en el IF, 10% en el IB, 10% en el IQ, 7% en el IA y finalmente el 7% en el IFC. Estas cinco dependencias son las que publican más artículos en el SIC.

Las cuatro dependencias con menor número de artículos publicados son: GI con el 1%, Gg con 1%, CI con 1% y CIFN con el 1% (ver *Gráfico 9*).

Gráfico 9



Si concentramos la información en algunas áreas es posible observar que en la de Biología el mayor porcentaje de publicación le corresponde al IB con un 70% y el menor al Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno con un 8%, sin considerar el año de creación de cada dependencia.

En el área de Ciencias de la tierra, Gf es el instituto que cuenta con un mayor porcentaje de publicaciones, éste es del 40% y el instituto con menor productividad en esta área es Gg con un 8%.

En el área Biomédica el mayor porcentaje le corresponde al IFC con un 36% y el menor al CN. En el área de Física el 70% es para el IF y el menor para el ICN con un 11%.

En el área de Ingeniería el mayor porcentaje lo obtuvo el II con un 77% y el menor el CI con 23%.

En el área de Matemáticas el 53% es para el IIMAS y el 47% para el IM (ver Gráficos 10 y 11).

Gráfico 10

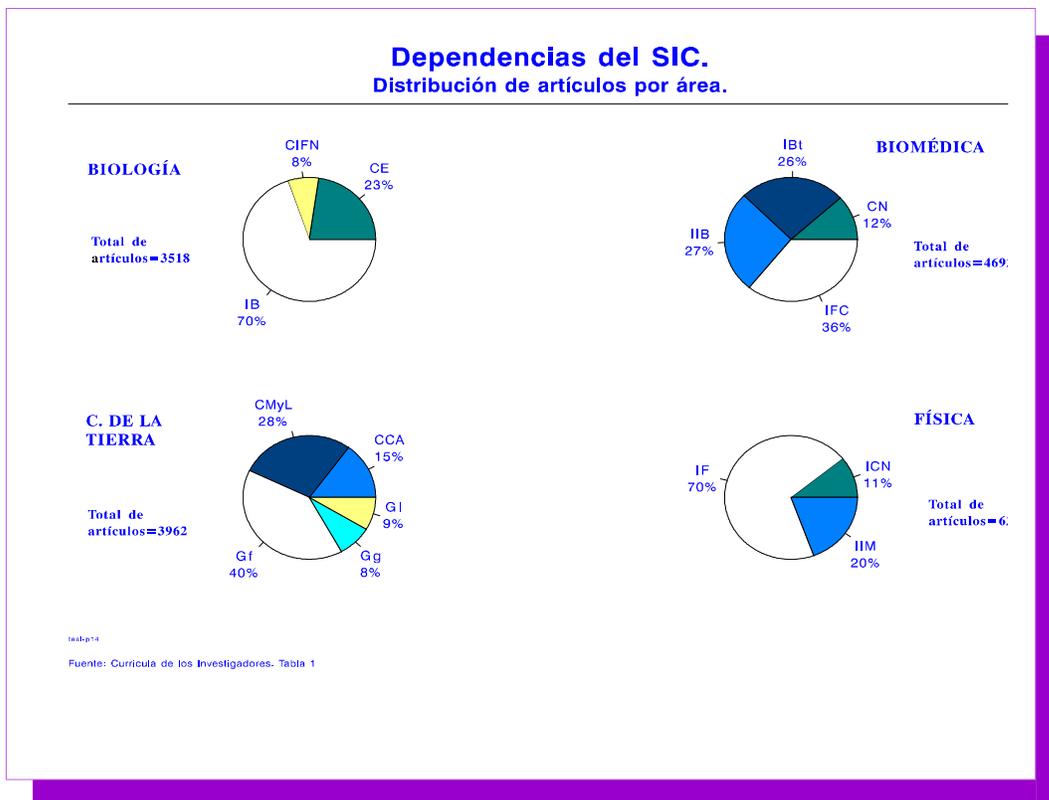
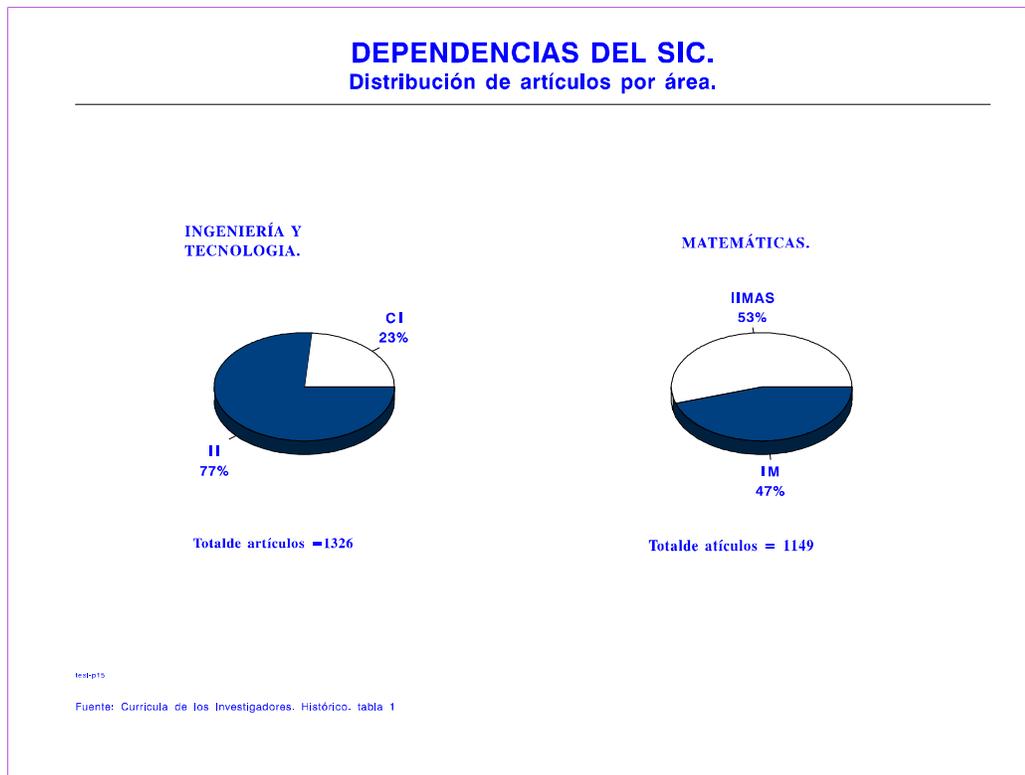


Gráfico 11

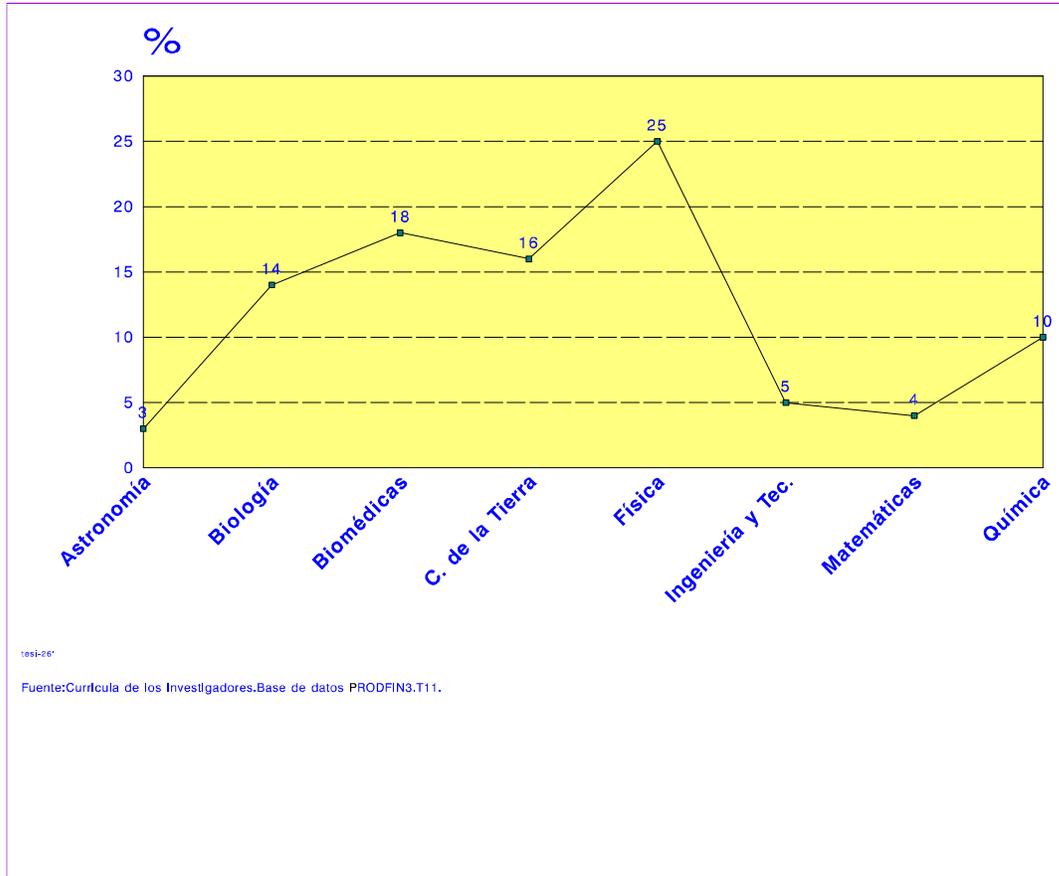


Dividido por áreas, del total de artículos publicados, el 14% corresponde al área de Biología, el 19% a Biomédicas, el 16% a Ciencias de la Tierra, el 25% a Física, el 5% a Ingeniería y el 15% a Matemáticas (ver *Gráfico 12*).

Al estudiar los artículos publicados por los investigadores en revistas, surge la pregunta sobre ¿cuál debe ser el número de artículos esperados anualmente por cada investigador? Antes estos resultados se obtenían a partir del número de artículos reportados en índices comerciales, principalmente del SCI, sin embargo, aunque esta fuente es confiable, para otros datos sus limitaciones, ya señaladas, nos indican que los resultados quizá estén sesgados hacia las disciplinas con mayor representatividad.

Al analizar los datos tabulados contenidos en el conjunto formado por los artículos se puede inferir a partir de estos valores, que el comportamiento de las dependencias es diferente debido a que cada una tiene perfiles documentarios de las fuentes que maneja, que no deben limitarse a una cuantificación mecánica sin cuidar el contexto, por ese motivo no pueden ser evaluadas determinando un promedio global.

Gráfico 12



Utilizando los datos sobre la producción científica (artículos publicados en revistas) de los currículos de los investigadores y analizando los valores distintos observados durante los años 1980 a 1989 (la década completa, más actualizada) el promedio de artículo esperado en un año se muestra en la *Tabla 11*.

En síntesis la tabla muestra que los valores tabulados difieren en cada dependencia de acuerdo con las características de publicación de cada una de ellas y constituyen un escenario, que puede ser adecuado, para plantear, en principio, un criterio de apoyo para la evaluación. Estos criterios de evaluación pueden ser aplicables para obtener definitividad, promociones, contrataciones, premios tanto nacionales como internacionales, ingreso en asociaciones, pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SIN), estímulos de productividad, participación en Colegios Invisibles, o para cualquier otro tipo de evaluación científica dentro y fuera de las instituciones.

Tabla 11

Artículo por investigador en un año (Años considerados 1980 – 1989)			
Áreas	Dependencias	Artículo esperado por Dependencia	Artículo esperado por área
Astronomía	IA	2.5	2.5
Biología	CE	0.99	
	CIFN	0.68	1.52
	IB	2.08	
Biomédica	CN	2.18	
	IBt	1.22	1.47
	IIB	1.27	
C. de la Tierra	IFC	1.78	
	CCA	1.28	
	ICML	0.91	
	IGf	1.78	1.12
Física	IGg	0.5	
	IGI	0.81	
	ICN	2.28	
Ingeniería y Tec.	IF	2.76	2.06
	IIM	1.01	
Matemáticas	CI	3.75	0.84
	II	0.67	
Química	IIMAS	0.59	0.51
	IM	0.44	
	IQ	2.49	2.49

Impacto de la obra publicada

La cita es una mención que se hace a otros documentos relacionados con un trabajo, las citas indican influencia o impacto científico y siempre son posteriores al trabajo citado.

Una publicación puede ser citada por muchas razones:

- ❖ Rendir homenaje a los pioneros.
- ❖ Dar crédito a trabajos relacionados con el tema (homenaje a los pares).
- ❖ Identificar metodología, equipo etcétera.
- ❖ Proporcionar lecturas retrospectivas.
- ❖ Corregir el trabajo propio.
- ❖ Corregir el trabajo de otros.
- ❖ Criticar trabajos anteriores.

- ❖ Sustentar reclamaciones.
- ❖ Alertar sobre trabajos por venir.
- ❖ Dar protagonismo a trabajos pobremente diseminados, pobremente indizados, o no citados.
- ❖ Autenticar datos y clasificaciones de hechos –constantes Físicas etcétera.
- ❖ Identificar las publicaciones originales en las cuales una idea o un concepto fue probado.
- ❖ Identificar las publicaciones originales u otro trabajo que describa un concepto o término epónimo.
- ❖ Rechazar el trabajo o las ideas de otros. (Denuncia negativa)
- ❖ Disputar, al reclamar, las prioridades de otros (Homenajes negativos) (Weinstock, M. 1971).

Las citas reflejan el impacto que un trabajo pueda o no tener dentro del paradigma de la ciencia. Entendiéndose por paradigma el consenso que existe en una comunidad científica –partiendo de un marco conceptual establecido– sobre cuáles son los problemas interesantes, sus posibles soluciones y los métodos para abordarlos (Fortes, M. 1994).

Si el artículo recibe de 5 a 10 citas por año durante varios años después de su publicación, es casi seguro que su contenido llegará a formar parte del conocimiento, en su respectivo campo, pero si por el contrario no recibe citas durante los 5 a 10 años posteriores a su publicación, se puede afirmar que su contribución no será esencial para su disciplina dentro del paradigma contemporáneo de la ciencia (Brown, T., Glänzel, W. y Schubert, A. 1985).

Según Garfield el 25% de los artículos no son citados nunca, un 50% son citados una sola vez y un 1% tienen 60 citas o más (Garfield, E. 1972).

La cantidad de citas bibliográficas que recibieron, hasta el año de 1994, los artículos publicados por los investigadores del SIC se obtuvieron mediante una búsqueda en el SCI, a partir de las referencias de los artículos publicados que se encuentran registrados en el curriculum histórico de cada investigador del subsistema. La búsqueda en el SCI con apoyo en el curriculum de cada investigador ofreció un resultado exhaustivo, ya que cuando las búsquedas para estudios comparativos se basan en la palabra clave “México” es posible que muchas citas se pierdan, o cuando por error de dedo los datos en el Science aparezcan distintos, la recuperación, sin tener el curriculum como apoyo, puede nuevamente perder citas.

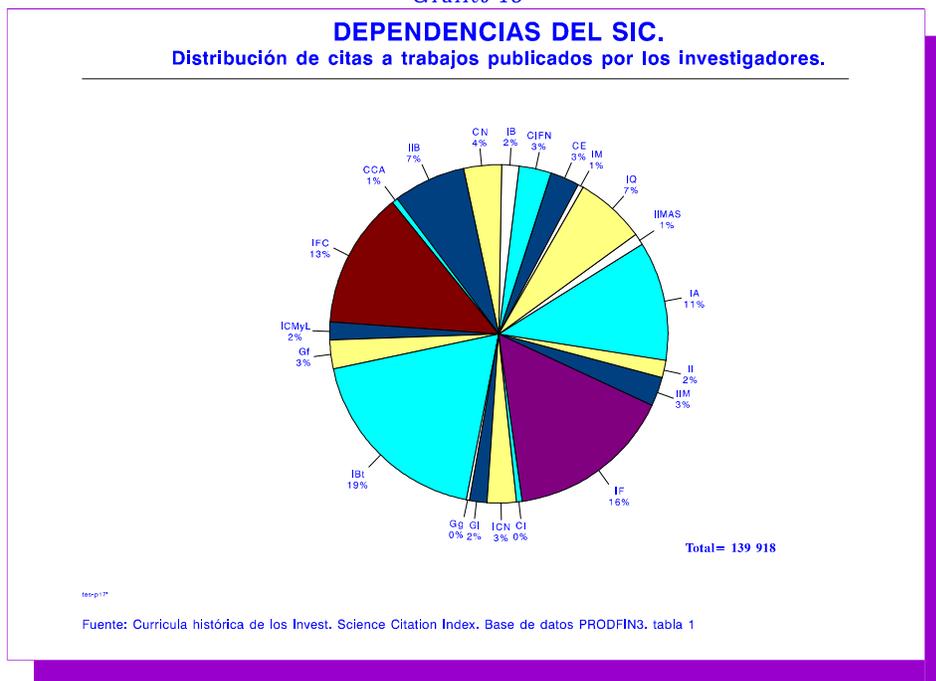
En una disposición tabular de los datos relativos al número de citas por dependencia entre el total de citas obtenidas por los trabajos publicados en las 21 dependencias del Subsistema, se obtuvo un porcentaje de citas (ver *Tabla 12*) en el que se encontró que el 48% de las citas está concentrado en tres dependencias:

El IBt con un 19%, el IF con un 16% y el IFC con un 13% (ver *Gráfico 13*).

Tabla 12

Porcentaje de citas del total en el SIC (Total de citas = 139 918)	
Dependencias	% de citas jerarquizadas
IBt	18.62
IF	15.93
IFC	13.19
IA	11.42
IIB	6.78
IQ	6.77
CN	3.55
CIFN	3.08
ICN	2.96
Gf	2.86
CE	2.71
IIM	2.69
IB	1.78
II	1.67
GI	1.67
ICML	1.56
IIMAS	1.08
CCA	0.61
IM	0.58
CI	0.35
Gg	0.03

Gráfico 13



Garfield identifica temas de investigación de punta que están tocando problemas medulares, de actualidad científica extrema, y menciona que todo lo que estos temas generen será citado porque es la única literatura que se produce en esos campos.

El porcentaje correspondiente al número de citas por área muestra que de los 2 porcentajes más altos, el 42% corresponde al área Biomédica y el 21% al área de Física. El área de Ingeniería y Tecnológicas tiene un 2.03% y la de Matemáticas un 1.67%, que son los dos porcentajes más bajos (ver *Gráfico 14*).

Gráfico 14



Al concentrar la información en algunas áreas es posible observar que en la de Biología el mayor porcentaje de citas le corresponde al CIFI con un 41%, en Ciencias de la tierra con un 42% a Gf, en el área Biomédica el mayor porcentaje le corresponde al Instituto de IBt con un 44%, en el área de Física el 74% es para el IF, en Ingeniería el 82% es para el II y en Matemáticas el 65% es para el IIMAS. (ver *Gráficos 15 y 16*).

Gráfico 15

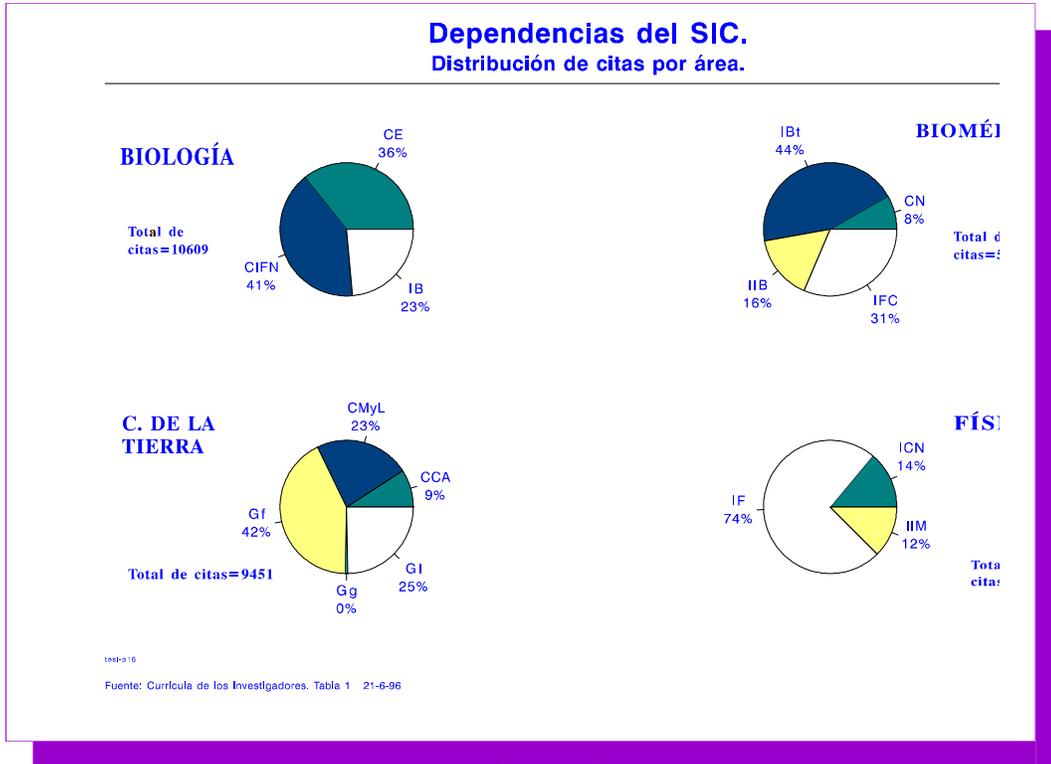
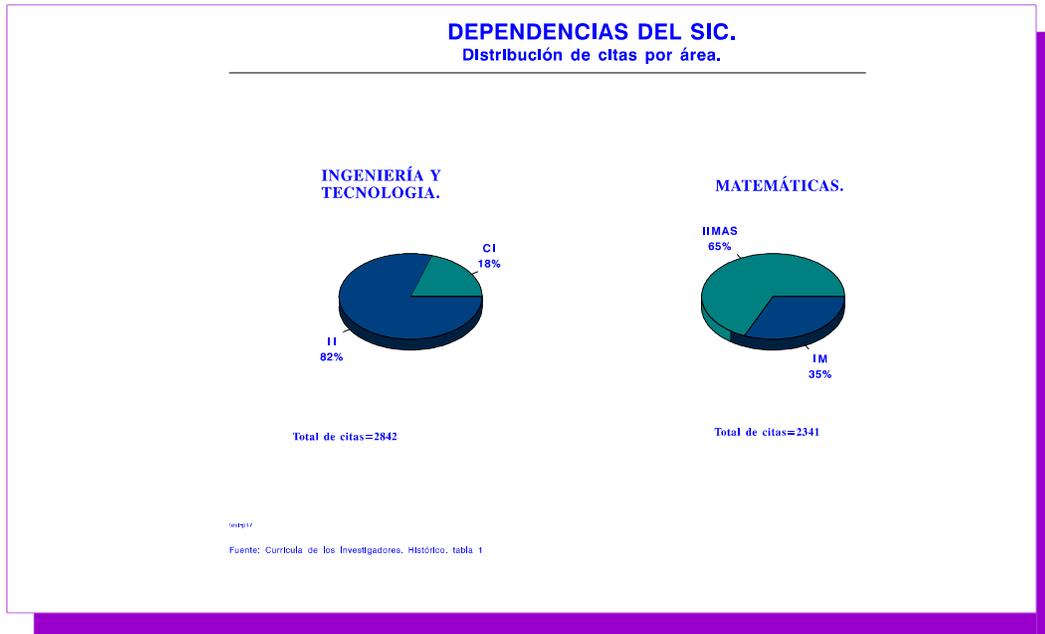
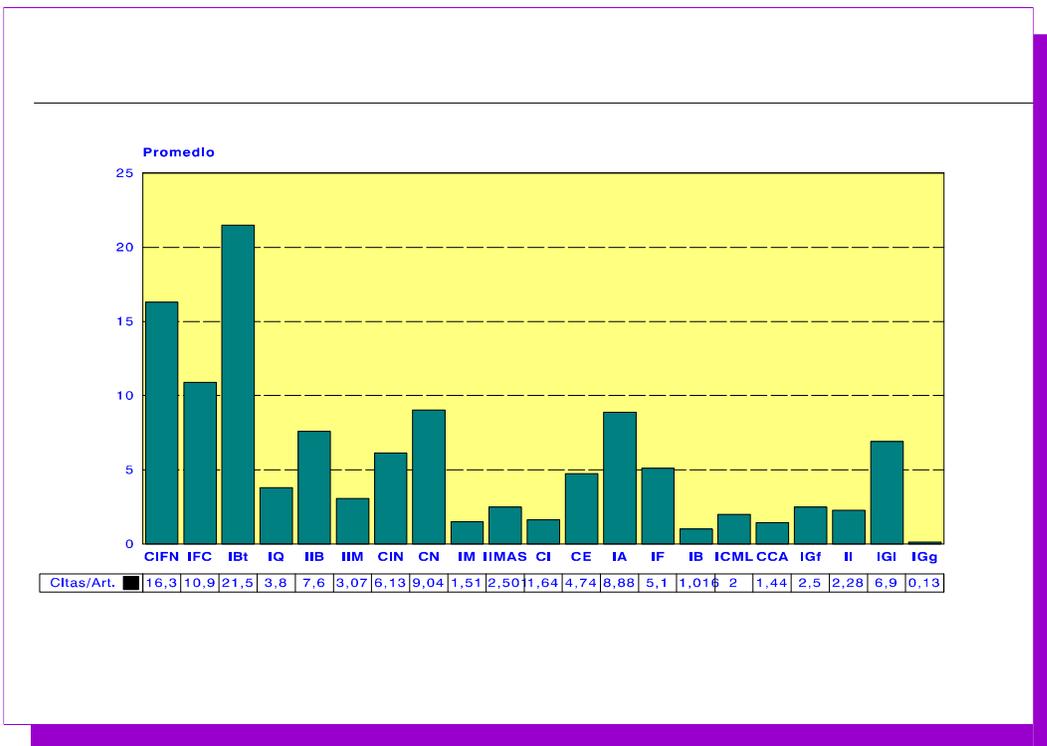


Gráfico 16



En el siguiente gráfico se puede observar la distribución a partir de dos variables: la cantidad de citas obtenidas y la cantidad de artículos. La correlación entre los valores de las variables nos da un factor promedio por dependencia. El valor promedio calculado entre la cantidad de citas y la cantidad de artículos producidos se presenta en el siguiente gráfico en el que la cantidad de las fuentes de información en las que se publica el producto informativo generado por los investigadores del SIC, varía de acuerdo con el área temática de pertenencia (ver Gráfico 17).

Gráfico 17



En la *Tabla 13* se presenta el valor absoluto de citas recibidas y el valor promedio. El valor de “citas recibidas” se refiere únicamente a la cantidad de citas que recibió cada dependencia, sin embargo, el “valor promedio” es un indicador producto del resultado obtenido al calcular la cantidad de citas entre la cantidad de artículos producidos, este valor puede ser utilizado como un indicador que junto con otros criterios sirva para evaluar la calidad de los artículos publicados.

En esa misma tabla es posible observar que la primera columna se encuentra jerarquizada en orden decreciente de acuerdo con el lugar que ocupa la dependencia por la cantidad de citas recibidas. En cuanto a la segunda columna que

incluye la segunda variable, número de artículos, afecta el orden jerárquico inicial y así pueden observarse algunos movimientos en proporción a las citas recibidas y el número de artículos publicados.

Tabla 13

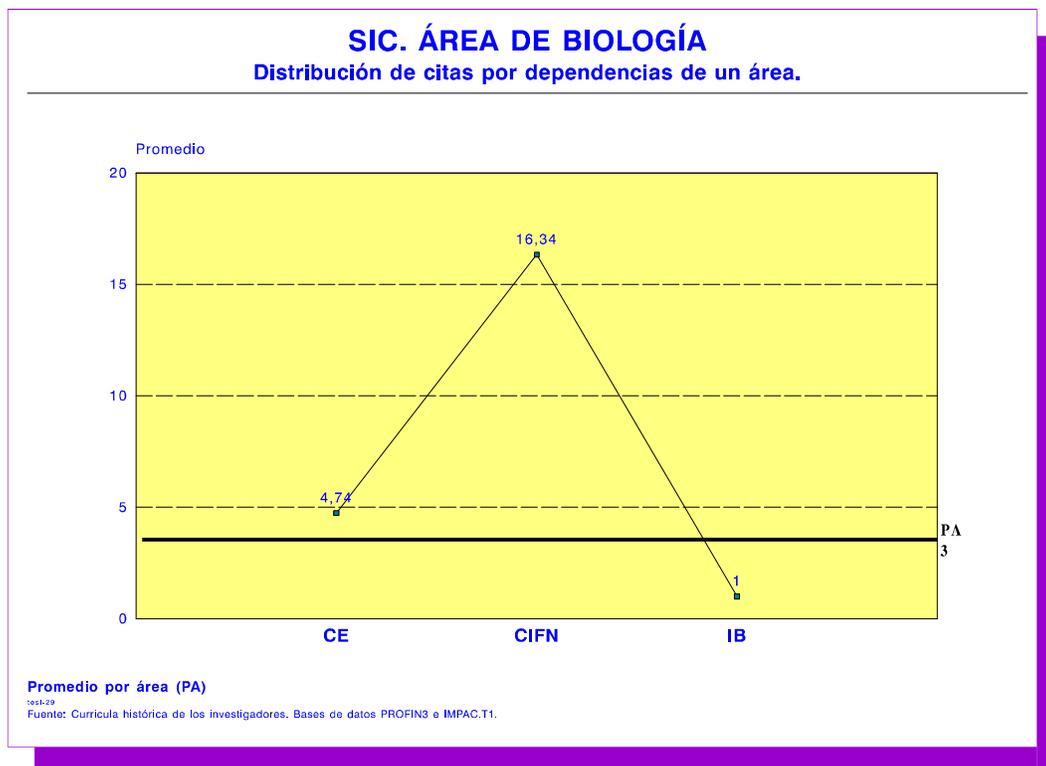
Número de citas		
Dependencias	Lugar que ocupa por núm. de citas	Lugar que ocupa por valor promedio.*
IBt	1	1
IF	2	9
IFC	3	3
IA	4	5
IIB	5	6
IQ	6	11
CN	7	4
CIFN	8	2
ICN	9	8
Gf	10	13
CE	11	10
IIM	12	12
IB	13	20
II	14	15
GI	15	7
ICML	16	16
IIMAS	17	14
CCA	18	19
IM	19	18
CI	20	17
Gg	21	21

* Lugar que ocupa la dependencia de acuerdo al porcentaje obtenido entre el número de citas y el número de artículos.

El número de citas recibido por las dependencias no siempre corresponde en calidad con el número de artículos publicados. El 24% guardó una proporción igual al número de citas y número de artículos, el 38% bajó y 38% subió.

A fin de calcular el “Promedio por área” de citas para todo el Subsistema se correlacionaron igualmente dos variables: citas y artículos publicados. Se analizaron seis áreas. El promedio por área refleja el número de artículos publicados entre el número de citas recibidas, teniendo como fuente el curriculum histórico de cada investigador y sumando los resultados por dependencia y posteriormente por área.

Gráfico 18



Entre las tres dependencias que la conforman, en el área de Biología el promedio de citas recibidas por trabajo publicado es de tres (ver *Gráfico 18*). En este grupo el porcentaje de citas recibidas es de 41% para el CIFN, de 36% para el CE y del 23% para el IB. En cuanto a los porcentajes de artículos publicados el CIFN tiene un 8%, el CE un 23% y el IB un 70% (ver *Gráfico 19*).

En el área Biomédica el promedio de citas recibidas por trabajo publicado es de 12.5. Esta área está formada por cuatro dependencias, mientras que tres de ellas conservan un promedio semejante, el promedio del IBt es significativamente mayor respecto a las otras dependencias que conforman el área, por consiguiente, al igual que en el área de Biología, nuevamente una sola dependencia, en este caso Biotecnología, influye en el promedio obtenido de citas recibidas por trabajos publicados. El porcentaje de citas obtenidas por dependencia respecto al total en esta área es el siguiente: para el CN un 8%, para el IBt 44%, para el IIB un 16% y para el IFC un 31%, mientras que el porcentaje de trabajos es del 12% para el CN, del 26% para el IBt, del 27% para el IIB y del 36% para el IFC.

Gráfico 19

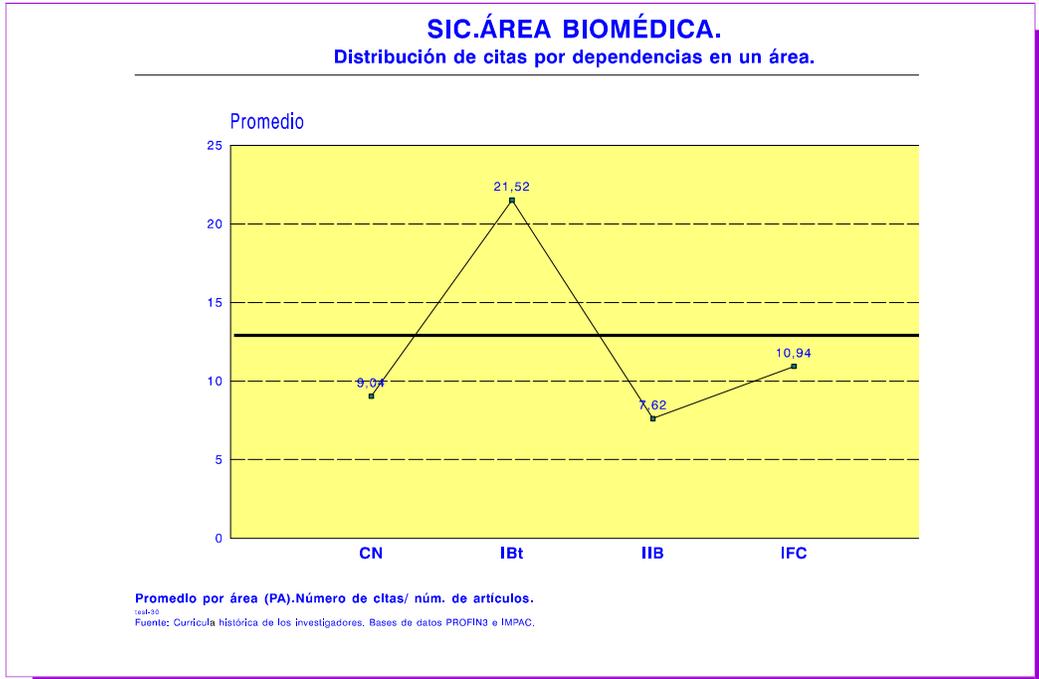
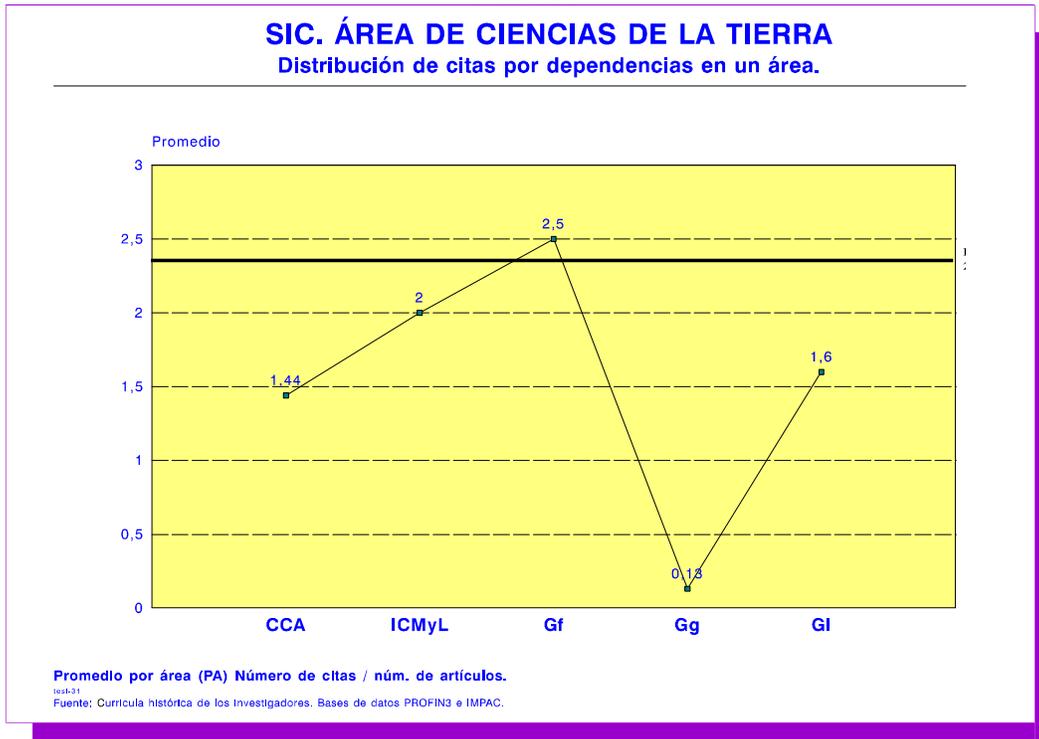


Gráfico 20

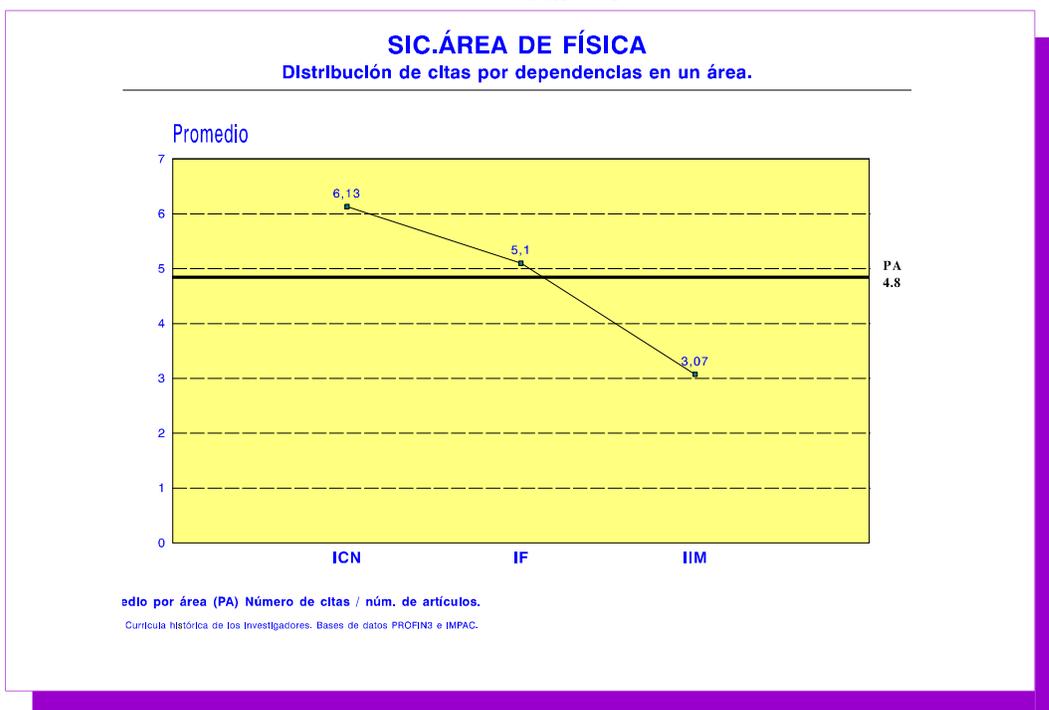


El área de Ciencias de la Tierra (ver *Gráfico 20*) está constituida por cinco dependencias, cuatro institutos y un centro, mismos que han obtenido un promedio de 2.3 citas por trabajo. Mientras tres dependencias conservan un promedio entre el 1.4 y 2, otra dependencia baja de manera significativa y la última dependencia parece alterar la muestra con un sesgo. El hecho de que dentro de las dependencias analizadas G1 haya obtenido un porcentaje alto de citas reales, tiene que ver con la relación entre artículos producidos y citas recibidas.

En este instituto el porcentaje fue de 1.6, un porcentaje que si se relaciona por ejemplo con Gg parece muy alto, pero esto se debe a que G1 tiene pocos artículos y pocas citas recibidas que al promediarlas producen un resultado alto, lo que hace aparecer la muestra como viciada o que altera a las demás dependencias.

El porcentaje de citas recibidas en el área de Ciencias de la Tierra por cada una de las dependencias que la conforman es del 9% para CCA, del 23% para ICMyL, del 42% para Gf, del 0.48% para Gg y del 25% para G1. En cuanto al porcentaje de artículos publicados el 15% es del CCA, el 28% del ICMyL, el 40% de Gf, el 8% de Gg y el 9% de G1.

Gráfico 21

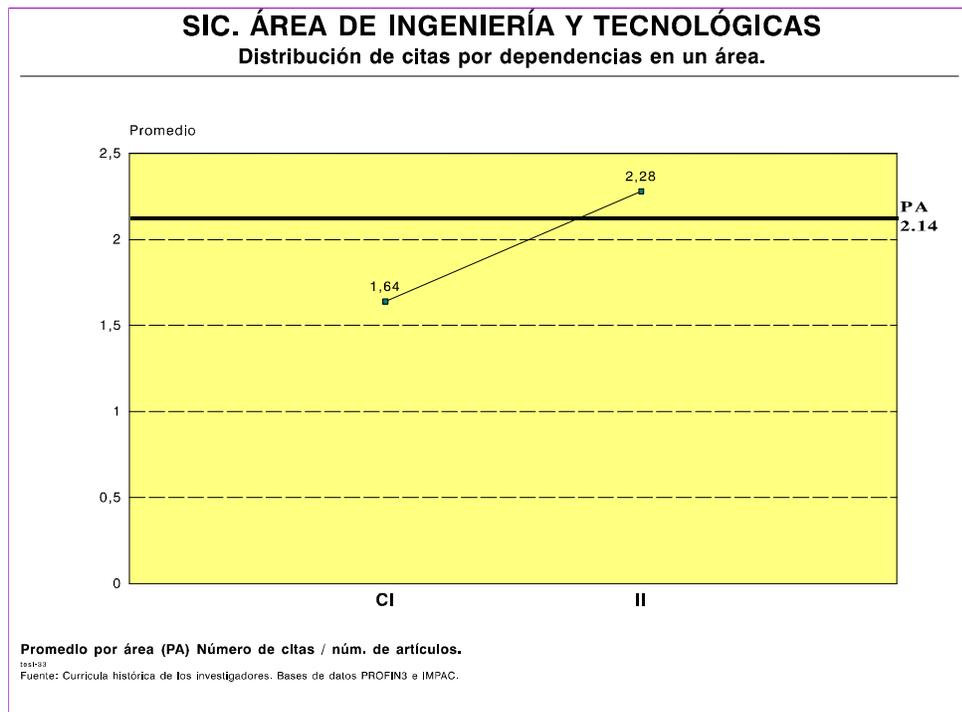


El área de Física (ver *Gráfico 21*) está constituida por tres institutos. Mientras el ICN tiene un promedio alto de citas recibidas en esta distribución, el IF

tiene una posición intermedia y el IIM un promedio más bajo, lo que da, para esta área, un promedio de citas por trabajo de 4.8.

El porcentaje de citas por dependencia en esta área es de 14% para el ICN, de 74% para el IF y del 12% para el IIM. En cuanto al porcentaje de trabajos publicados por estas dependencias es del 11% para el ICN, del 70% para el IF y del 20% para el IIM.

Gráfico 22

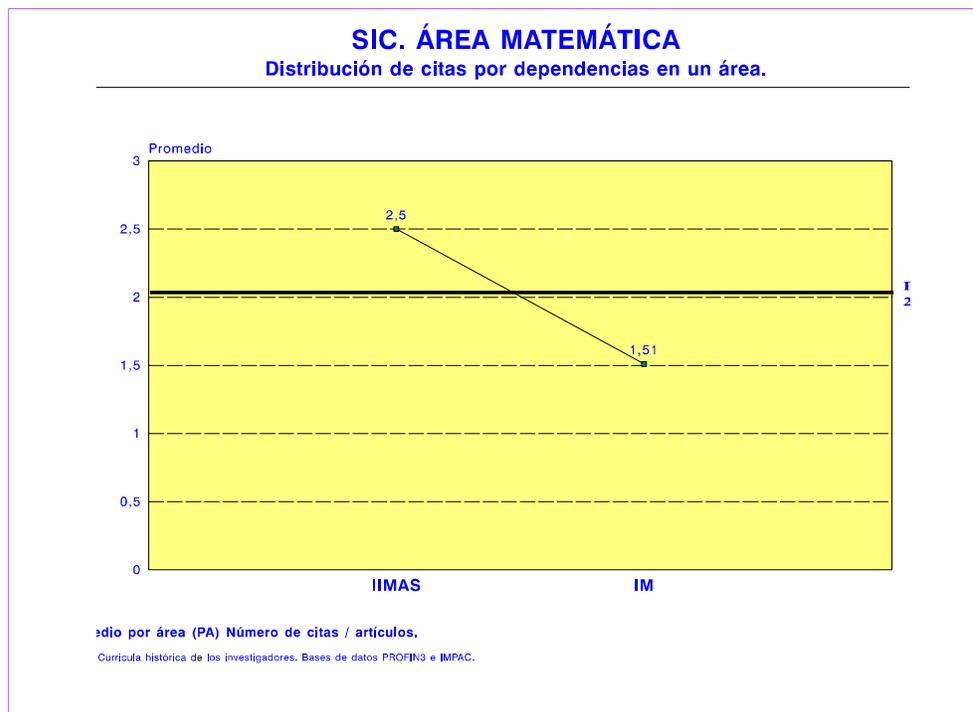


En el área de Ingeniería y Tecnológicas el promedio de acuerdo con la información proporcionada por los investigadores en su curriculum es de 2.14 citas recibidas para cada trabajo publicado. Esta área está constituida por dos dependencias que son CI y el II, su relación en cuanto a porcentajes no está polarizada como en otras dependencias analizadas por área. El porcentaje de citas por dependencia en esta área es de 18% para CI, y del 82% para el II. El porcentaje de trabajos publicados es de 23% para el CI y de 77% para el II.

En el área de matemáticas se encuentran dos dependencias cuyos resultados en el porcentaje de citas oscila entre el 2.5 y el 1.5. En esta área del SIC el promedio es de 2 citas por cada artículo publicado. El porcentaje de citas recibidas por trabajo publicado en esta área el 65% es para el IIMAS y el 35% es para el IM. En

cuanto al porcentaje de artículos publicados es de 53% para el IIMAS, y de 47% para el IM.

Gráfico 23



CONSIDERACIONES GENERALES

- ❖ El conocimiento sobre el comportamiento de las regularidades de la producción científica, de una institución o sistema científico, coadyuva a la toma de decisiones en materia de política científica sobre bases más objetivas.
- ❖ El bajo porcentaje de inversión que nuestro país aplica a la ciencia y la tecnología posiblemente tiene como origen el que la actividad científica profesional en nuestro país es joven, ya que por ejemplo en la UNAM sólo 3 institutos –aunque con antecedentes– se fundaron en 1929, dos en 1938, cuatro en los años cuarenta, tres en los años setenta y cuatro en los años ochenta.
- ❖ Otra razón para explicar los bajos recursos asignados a la actividad científica es que ésta ha dado pocos frutos visibles para la sociedad, por consiguiente el gobierno no tiene la demanda de los mexicanos para que se le impulse.

- ❖ La investigación que se lleva a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene un alto reconocimiento tanto en el ámbito nacional como en el internacional.
- ❖ En México el mayor número de personas con doctorados nacionales es egresado de la UNAM.
- ❖ La UNAM es la institución con mayor número de “Investigadores Nacionales”.
- ❖ Los estudios comparativos de productividad e impacto desarrollados por otros países, en el área de ciencias naturales y exactas, en la esfera mundial utilizan por lo general como fuente el *Science Citation Index* (SCI).
- ❖ Según el SCI en un 79% la revista científica es el tipo de documento en donde más publican los investigadores mexicanos en el área de ciencias.
- ❖ Si la Universidad Nacional se compara con las 5 instituciones nacionales más productivas, la UNAM obtiene un 54% de la producción, seguida por el CINEVESTAV con un 17%, el Sistema SEP/CONACyT con 12%, la UAM con un 10%, el IPN con un 4%, y el ININ con un 3%.
- ❖ Si la UNAM se compara con la institución inmediata, jerarquizada en orden decreciente, es decir el CINEVESTAV, la UNAM obtiene un 68% de esa producción.
- ❖ Respecto a la UNAM el SIC representa el 70%, por lo tanto el producto informativo generado por los investigadores del Subsistema puede ser considerado como la mayor aportación que se genera en el país en el campo de la investigación científica.
- ❖ A fin de que los estudios comparativos para nuestro país no continúen basándose únicamente en bancos de información comerciales que tienen un gran sesgo, pero que son la única fuente de consulta para este tipo de estudios, se recomienda que cada instancia en donde se lleve a cabo investigación cuente con bases como las desarrolladas en la Unidad de Indicadores de Productividad Científica de la UNAM, creada en 1991, con la misma normalización y perfil para formar una red nacional avalada que dé peso a nuestra investigación en el ámbito internacional.
- ❖ Los investigadores del SIC tienen un alto nivel académico, ya que el 67% son titulares.
- ❖ La existencia de un sistema de fuentes de información propia permite el diseño y evaluación de indicadores científicos sobre bases objetivas.
- ❖ Los currículos de los investigadores constituyen una valiosa fuente para la evaluación de su producción científica, puesto que ofrecen una información validada, objetiva y confiable.
- ❖ Si se contempla un total global en el Subsistema de la Investigación Científica, el documento con mayor representatividad es la revista científica, ya que el 71 por ciento de las dependencias publica más en revistas

que en cualquier otro documento, y el 29 por ciento publica menos en revistas y más en otro tipo de documento, sin que esto signifique que la revista esté excluida en alguna de las disciplinas del subsistema.

- ❖ El 36% del total de títulos en donde publican los investigadores del SIC tienen FI, mientras que el 63% no cuenta con este reconocimiento.
- ❖ No existe una correspondencia entre las dependencias que publican en un mayor número de títulos de revistas y un alto FI.
- ❖ Las dependencias con porcentaje más bajo en el FI son aquellas en las que su principal fuente de publicación no es la revista.
- ❖ La cantidad e impacto de los artículos en los que se publica el producto informativo generado por los investigadores del SIC, varía de acuerdo con el área temática de pertenencia.
- ❖ Las revistas científicas mediante las cuales se difunde el producto informativo generado por los investigadores del SIC tiene diversos matices, pero en un muy alto porcentaje reflejan impacto y prestigio profesional en la comunidad científica internacional.
- ❖ Las dependencias que muestran una mayor dispersión en sus títulos son 7 y en ellas aparece más del 50% de los títulos repetidos.
- ❖ Las dependencias con menor dispersión en el número de títulos elegidos para publicar son cinco.
- ❖ Por áreas es Física la que publica en un mayor número de títulos de revistas, mientras que matemáticas es la que concentra su información en un menor número de títulos.
- ❖ El FI por sí solo no determina la calidad de una revista en donde publica un investigador, ya que ésta debe estar asociada entre otras al prestigio, al área temática, al contenido etcétera.
- ❖ De los 3701 títulos de revistas analizados sólo 2040 títulos tuvieron FI en el JCR –ed. 1992 –, sin embargo, aunque los 1661 títulos que no obtuvieron FI no aparezcan en el JCR es posible analizarlos en un trabajo posterior para obtener su FI correspondiente.
- ❖ El promedio de las revistas con FI en el subsistema es de 35%.
- ❖ Las tres dependencias con el promedio más alto en la relación entre el total de títulos de revistas y el número de revistas con FI son CIFN, IBt, IFC.
- ❖ La mediana como medida de tendencia central muestra ante datos extremos un FI menos sensible.
- ❖ Al aplicar la mediana a las dependencias se encontró que una dependencia obtuvo más de 3 puntos en su FI, tres dependencias más de 2, diez dependencias más de 1 y siete dependencias menos de uno.
- ❖ La mayoría de dependencias que aplican la mediana se encuentra en el grupo que obtuvo entre 1.9630 y 1.0510 de FI.

- ❖ El FI más elevado por dependencia en el SIC fue de 37.1600 para 3 dependencias, de 20 para una, de 19.60 para trece, de 19.33 para 5, y menor de 8 para cuatro dependencias.
- ❖ El FI promedio por dependencia aumenta respecto a la mediana, alrededor de un 48% aproximadamente.
- ❖ Aplicando el promedio, el resultado que obtiene una dependencia es sensible ante datos extremos, ya que se eleva de manera artificial en perjuicio del total de los investigadores en la evaluación global de su comunidad.
- ❖ El 50% del total de artículos publicados se concentra en 5 dependencias del subsistema, éstas son el IF, IB, IQ, IA, IFC.
- ❖ Las dependencias que publican un menor número de artículos son: GI, Gg, CI, CIFC.
- ❖ Por áreas las que tienen mayor número de artículos publicados son: en Biología, el IB; en Ciencias de la tierra, el IGf; en Biomédicas, el IFC; en Física, el IF; en Ingeniería, el II; en Matemáticas, el IIMAS.
- ❖ Por áreas los porcentajes de artículos publicados son: un 14% de Biología, el 19% de Biomédicas, el 16% de Ciencias de la tierra, el 25% de Física, el 5% de Ingeniería, y el 15% de Matemáticas.
- ❖ El número de artículos esperados, por año, por autor no debe obtenerse de fuentes externas sino de los propios datos.
- ❖ El artículo por investigador por año para el IA es de 2.5, para el CE es de 0.99, para el CIFN es de 0.68, para el IB de 2.08, para el CN de 2.18, para el IBt de 1.22, para el IIB de 1.27, para el IFC de 1.78, para el CCA de 1.28, para el ICML de 0.91, para el IGf de 1.78, para el IGg de 0.5, para el IGI de 0.81, para el ICN el 2.28, para el IF el 2.76, para el IIM el 1.01, para el CI el 3.75, para el II el 0.67, para el IIMAS el 0.59, para el IM el 0.44, para el IQ el 2.49.
- ❖ El 48% de las citas recibidas a los trabajos publicados está concentrado en tres dependencias: IBt, IF, y el IFC.
- ❖ Por áreas el porcentaje de citas más alto corresponde al área Biomédica.
- ❖ Por áreas el porcentaje más alto de citas obtenidas en Biología corresponde al CIFN, en Ciencias de la Tierra a Gf, en el área Biomédica al IBt, en Física al IF, en Ingeniería al II, en Matemáticas al IIMAS.
- ❖ La frecuencia con que un artículo es citado por dependencia es para IBt 21, para CIFN 16, para IFC 11, para CN 9, para IA 9, para IIB 8, para IGI 7, para CIN 6, para CE 5, para IF 5, para IQ 4, para IIM 3, para CI 2, para IGf 2, para II 2, para ICML 2, para IIMAS 2, para IB 1, para CCA 1, para IM 1, para IGg 0.13.
- ❖ El número de citas recibido por las dependencias no siempre corresponde al número de artículos publicados. El 24% guardó una proporción igual al número de citas y número de citas entre artículos, el 38% bajó y 38% subió.

- ❖ Entre las tres dependencias que conforman el área de Biología, el promedio de citas recibidas por trabajo publicado es de tres. En este grupo el porcentaje de citas recibidas es de 41% para el CIFN, de 36% para el CE y del 23% para el IB. En cuanto a los porcentajes de artículos publicados el CIFN tiene un 8%, el CE un 23% y el IB un 70%.
- ❖ En el área Biomédica el promedio de citas recibidas por trabajo publicado es de 12.5. El porcentaje de citas obtenidas por dependencia respecto al total en esta área es el siguiente: para el CN un 8%, para el IBT 44%, para el IIB un 16% y para el IFC un 31%; mientras que el porcentaje de trabajos es del 12% para el CN, del 26% para el IBt, del 27% para el IIB y del 36% para el IFC.
- ❖ El área de Ciencias de la Tierra está constituida por dependencias, que han obtenido un promedio de 2.3 citas por trabajo. El porcentaje de citas recibidas en el área de Ciencias de la Tierra por cada una de las dependencias que la conforman es del 9% para CCA, del 23% para ICMYL, del 42% para Gf, del 0.48% para Gg y del 25% para Gl. En cuanto al porcentaje de artículos publicados el 15% es del CCA, el 28% del ICMYL, el 40% de Gf, el 8% de Gg y el 9% de Gl.
- ❖ El área de Física está constituida por tres institutos con un promedio de 4.8. citas por trabajo publicado. El porcentaje de citas por dependencia en esta área es de 14% para el ICN, de 74% para el IF y del 12% para el IIM. En cuanto al porcentaje de trabajos publicados por estas dependencias es del 11% para el ICN, del 70% para el IF y del 20% para el IIM.
- ❖ En el área de Ingeniería y Tecnológicas el promedio es de 2.14 citas recibidas para cada trabajo publicado. El porcentaje de citas por dependencia en esta área es de 18% para CI, y del 82% para el II. El porcentaje de trabajos publicados es de 23% para el CI y de 77% para el II.
- ❖ En el área de Matemáticas el promedio es de 2 citas por cada trabajo publicado. El porcentaje de citas recibidas por trabajo publicado en esta área es del 65% para el IIMAS y del 35% para el IM. En cuanto al porcentaje de artículos publicados es de 53% para el IIMAS, y de 47% para el IM.
- ❖ A fin de que el resultado para obtener el promedio tanto de trabajos como de citas se ajuste aún más a la muestra, se recomienda analizar cada una de las dependencias del SIC por departamento, subdisciplina o por tópico de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Amat, N. (1979)- *Técnicas documentales y fuentes de información*. Barcelona : BIBLIOGRAF. pp 485.
- Aversa, E. (1992)- *Adding value to library services with citations*. Conferencia: Las revistas científicas México D. F. UNAM 22-23 septiembre p. 12. (Separata)
- Bowker (1992)- *Ulrich's international periodicals directory 1992-1993 : including irregular serials and annuals*. —31st. ed. —New providence : Bowker. 3v.
- Brown T., W. Glänzel, A. Schubert. (c1985)- *Scientometric indicators: A 32-Country comparative evaluation of publishing performance and citation impact*. Singapore : World Scientific . pp 424.
- Chalmers, A. (1982)- *¿Qué es una cosa llamada ciencia?* Madrid : Siglo XXI, pp 120
- Diodato, V. (c1994)- *Dictionary of Bibliometrics*. New York : The Haworth Press. pp 185.
- EBSCO (1992)- *The Serials Directory*. EBSCO CD-ROM. Birmingham : EBSCO Publishing.
- Esteva, L. (1990)- “Las áreas de Ciencias de la Tierra e Ingeniería: diagnóstico y perspectivas.” *Reunión Foránea del CTIC*. Jurica, Querétaro, Qro. pp 1- 8, 1-4 agosto.
- Ferrater M. J. (1975.)- *Diccionario de Filosofía*. Editorial Sudamérica : Buenos Aires. 2 vol. pp 2080.
- Ferreiro, L. (1993)- *Bibliometría : análisis bivariante*. Madrid : EYPASA. pp 480.
- Feyerabend, P. (1981)- *Contra el método*. Barcelona : Ariel, pp 208.
- Fortes M. (1994)- *Investigación básica y desarrollo tecnológico*. Congreso Emilio Rosenblueth, Los futuros de la ingeniería en México. México D. F., pp 9. (Separata)
- Garfield E. (1979)- *Citation indexing : its theory and applications in science, technology and Humanities* New York : John Wiley & Sons.
- (1972)- “Citation analysis as a tool in a journal evaluation.” *Science*. 178 :471-479.
- (1979)- *Citation Indexin*. New York : Wiley and Sons.
- (1983)- “How to use citation analysis for Faculty Evaluations, and when is it relevant?” *Part 2. Current Contents*. 45 :5-13.
- Gorbea , S. (1994)- “Principios teóricos y metodológicos de los estudios métricos de la información.” *Investigación Bibliotecológica : archivonomía, bibliotecología e información*. 8 (17) :23-32.

- Gorbea, S. (1997)- *El modelo matemático de Bradford : su aplicación a las revistas latinoamericanas de las ciencias bibliotecológica y de la información*. México : CUIB-UNAM. pp 152 .
- Gross, P. y , E. Gross (1927)- "College Libraries and Chemical Education." *Science*. 28 (66) :578-596
- Internet (1997)- (<http://www.isinet.com/aboutisi.html>) p3.
- ISI. (c1995)- "Science Citation Index 1994." *Annual : Guide and list of source publications*.: Philadelphia : ISI pp 150.
- Journal Citation Reports : (1992)- *A bibliometric analysis of science journals in the ISI database, 1991*. Science Citation Index. Philadelphia : ISI, pp 111.
- Kuhn, T. (1971)- *La estructura de las revoluciones científicas*. México : Fondo de Cultura Económica.
- López Piñero J.M. y M.L. Terrada. (1992)- Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. 1V. La aplicación de los indicadores. *Med Clin*. 98. 384-388.
- Mijailov, A. (1973)- *Fundamentos de la informática*. Moscú- La Habana : IDICT-ACC. 2V, pp 716.
- Moed, H. (1988)- *The use of On-line databases of bibliometrics analysis*. Amsterdam : Elsevier Science Publishers. pp 120.
- Morales M. (1988)- *Introducción a la informetría*. Análisis de los flujos informacionales y evaluación de las fuentes de información. La Habana, pp 24.
- Moravcsick, M.J. (1989)- "¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos?" *Revista Española de documentación científica* 12 (3) :313-325.
- Narin F. (1976)- *Evaluative bibliometrics : The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity*. New Jersey : Computer Horizons, Inc. pp 319.
- OCDE, (1987)- *Report 1986*. París : OCDE.
- . (1995?)- *La OCDE en pocas palabras*. pp 18.
- . (1989)- *The measurement of scientific and technical activities*. "Frascati Manual" París : OCDE. pp 73.
- Price D. de Solla, D. (1963)- *Little science, big science*. New York : Columbia University Press. pp 182.
- . (1963)- *Science since Babylon*. New Haven : Yale University Press. pp 176.
- . (1965)- Networks of scientific papers. *Science*. 149 : 510-515.

- Price, D. de Solla. (1986)-*Little science, big science... and beyond*. New York : Columbia University Press. pp 301.
- Pritchard A. (1969)- "Statistical bibliography on bibliometrics." *Journal of documentation*. 25 (4) :348-349.
- Sancho, R. (1990)- "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología." Revisión bibliográfica. *Revista Española de documentación científica* 13 (3-4) :842-865.
- Sancho, R. (1988)- Indicadores científicos para la evaluación de la ciencia y tecnología en los países en vías de desarrollo. *Act.Inf.Cient.Técnica*. 140 (3) :19-69.
- Saracevic, T y J. Wood (1981)- *Consolidación de la información, manual de evaluación, reestructuración y modificación de al información científica y técnica. Publicación preliminar*. París : UNESCO, pp 327.
- Sen B., A., U. Karanjai, A. Munshi. (1989)- Method for determining the impact factor of a non-SCI journal. *Journal of documentation*. 45 (4) :139-141.
- Spinak, E. (1996)- *Diccionario Enciclopédico de la Bibliometría, Cienciometría, e Informetría*. Caracas : UNESCO . pp 245.
- UNAM. (1992)- *Informe*. México : UNAM. 2 V pp 638.
- . (1987)- *Legislación Universitaria. Estatuto del personal académico de la Universidad Nacional Autónoma de México*. México : UNAM. pp 224.
- . (1988)- *Coordinación de la Investigación Científica : Institutos y Centros de Investigación Científica*. —México D.F. : UNAM, CIC. 23 p.
- . (1995)- *Memoria 1995*. México : UNAM. pp 1008.
- UNESCO. (1965)- *Scientific and technical documentation centers*. París : UNESCO, pp 120.
- Weinstock, M. (1971)- *Citation indexes, Encyclopaedia of Library and Information Science*. V.5 :16-42.
- CONACyT. (1995)- *Indicadores : de actividades científicas y tecnológicas*. México : SEP, CONACYT. pp 233.

ANEXO

<i>Tabla 1</i>		
Dependencias	Núm. de títulos de revistas	Área
IA	197	197
CE	277	
CIFN	88	839
IB	474	
CN	146	
IBt	317	1280
IIB	432	
IFC	385	
CCA	181	
ICML	314	
Gf	358	1082
Gg	103	
GI	126	
ICN	176	
IF	649	1218
IIM	393	
CI	119	
II	324	443
IIMAS	281	
IM	143	424
IQ	258	258
Total		5741

Fuente: Currícula de los investigadores. Base de datos PROFIN3

<i>Tabla 2</i>		
Dependencias	Núm. de revistas con FI	Área
IA	72	72
CE	103	
CIFN	51	278
IB	124	
CN	59	
IBt	167	624
IIB	195	

Indicadores científicos: evaluaciones negativas proposiciones positivas 115

<i>Tabla 2 (continuación)</i>		
Dependencias	Núm. de revistas con FI	Área
IFC	203	
CCA	38	
ICML	73	
Gf	70	206
Gg	6	
GI	19	
ICN	72	
IF	227	468
IIM	169	
CI	45	
II	63	108
IIMAS	109	
IM	56	165
IQ	119	119
Total		2040
Total global		5741

Fuente: Currícula de los investigadores. Base de datos PRODFIN3

<i>Tabla 3</i>		
Dependencias	Núm. de revistas sin FI	Área
IA	125	125
CE	174	
CIEN	37	561
IB	350	
CN	87	
IBt	150	656
IIB	237	
IFC	182	
CCA	143	
ICML	241	
Gf	288	876
Gg	97	
GI	107	
ICN	104	

*Tabla 3
(continuación)*

Dependencias	Núm. de revistas sin FI	Área
IF	422	750
IIM	224	
CI	74	
II	261	335
IIMAS	172	
IM	87	259
IQ	139	139
Total		3701
Total global		5741

Fuente : currícula de los investigadores. Base de datos PRODFIN3

Tabla 4

Dependencias	Número de documentos por Dependencia	Área
IA	2598	2598
CE	1223	
CIFN	629	5387
IB	3535	
CN	962	
IBt	1738	
IIB	1684	6529
IFC	2145	
CCA	937	
ICML	1901	
Gf	2427	7083
Gg	910	
GI	908	
ICN	901	
IF	5589	8669
IIM	2179	
CI	801	
II	3617	4418
IIMAS	1462	
IM	787	2249
IQ	2592	2592
Total		39525

Fuente : currícula de los investigadores. Base de datos PRODFIN3

Tabla 5
Producción de los Investigadores del SIC por años de publicación

Áreas	Depen- dencias	Número de artículos							Observaciones	TOTAL
		1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1994			
Astronomía	IA		6	44	235	994	520		1799	
Biología	CE			18	73	368	343		802	
	CIFN		1	18	51	110	84		264	
	IB	14	37	116	538	1250	493	4 en 1938	2452	
Biomédica	CN		1	62	166	240	81		550	
	IBt				99	576	531	5 sin año	1211	
	IIB		74	114	220	549	284	3 en 1995	1244	
	IFC		6	109	304	731	534	3 sin año	1687	
Ciencias de la Tierra	CCA	1	13	56	128	269	129		596	
	CCMyL		22	59	181	505	326		1093	
	IGf	2	8	82	239	855	416		1602	
	IGg		1	24	92	135	80		332	
	IGI		9	17	33	171	109		339	
Física	ICN			10	79	320	268		677	
	IF	3	52	201	640	1994	1480		4370	
	IIM			17	147	530	526	7 sin año	1227	
Ingeniería y T.	CI				35	150	109	8 sin año	302	
	II		25	111	184	452	251	1 en 1995	1024	
Matemáticas	IIMAS			17	162	260	169		608	
	IM	7	17	59	89	220	149		541	
Química	IQ	2	23	189	442	1246	533	4 sin año	2439	
Total		29	295	1323	4137	11925	7415	35	25159	

Fuente: currícula histórica de los Investigadores. Base de datos PRODFIN3. (L2)

Tabla 6
Porcentaje de citas esperadas por dependencia

Áreas	Dependencias	Núm. de citas por Dep.	Núm. de citas por área	Núm. de artículos por Dep.	Núm. de artículos por área.	Impacto de la Dep. #citas / #art.	Impacto del área #citas / #art.
Astronomía	IA	15984	15984	1799	1799	8.8	8.8
Biología	CE	3803		802		4.74	
	CIFN	4314	10609	264	3518	16.34	3
Biomédica	IB	2492		2452		1	
	CN	4974		550		9.04	
	IBt	26062	58985	1211	4692	21.52	12.5
	IIB	9490		1244		7.62	
C. de la Tierra	IFC	18459		1687		10.94	
	CCA	864		596		1.44	
	CCMyL	2191		1093		2	
	Gf	4009	9451	1602	3962	2.50	2.3
	Gg	46		332		0.13	
Física	GI	2341		339		6.90	
	ICN	4155		677		6.13	
	IF	22301	30229	4370	6274	5.10	4.8
	IIM	3773		1227		3.07	
Ingeniería y T.	CI	498	2842	302	1326	1.64	2.14
	II	2344		1024		2.28	
Matemáticas	IIMAS	1521	2341	608	1149	2.50	2
	IM	820		541		1.51	
Química	IQ	9477	9477	2439	2439	3.88	3.8
TOTAL		139918		25159			

Fuente: curricula histórica de los investigadores. Bases de datos PRODFIN3 e IMPAC. Tabla 1 y L-4