

# La medición de la ciencia y sus cuestionamientos

Ignacio García Díaz  
Gilberto Sotolongo Aguilar

Inst. de Documentación e Información Científica y Tecnológica, Centro de Información, Inst. FINLAY

## Resumen

La matemática es una ciencia exacta que podría considerarse neutral como herramienta de trabajo, sin embargo, no lo es cuando se aplica en la vida cotidiana a través de procesos de medir y contar. Expresar valores matemáticos entraña la expresión de juicios que a su vez pueden convertirse en cuestionamientos de orden social y político.

Medimos quién es más pobre o más rico, quién es inteligente, quién es superior o inferior con respecto a los otros. Las empresas miden la salud de las funciones administrativas estableciendo controles e indicadores matemáticos. Lo mismo ocurre para las instituciones y los países.

En este caso está el establecimiento de indicadores para medir el grado de desarrollo alcanzado por los distintos países en el campo de las ciencias, para lo cual se ha impulsado la creación de una metodología común para la medición de dichos recursos a fin de hacerlos comparables internacionalmente. Estos indicadores están hechos a partir del nivel que tienen los países más desarrollados en sus economías y avances científico-técnicos.

La heterogeneidad de los países y la falta de un interés internacional ha conducido a datos poco fiables, comparables y actualizados, sin que estos elementos le hagan perder la importancia al propósito de registrar estadísticas mundiales y conocer el grado de desarrollo alcanzado.

En el campo de las ciencias, en la década de los sesentas se desarrolla una fuerte tendencia a la aplicación de técnicas de cuantificación. En 1961 se edita el primer índice de citas conocido como *Citation Index of Genetics*, que fue precursor de los *Citation Index* que en la actualidad se usan en distintas ramas de la ciencia. Científicos de países latinoamericanos trabajan en temas de suma importancia para nuestras condiciones particulares y sin embargo no son tomados en cuenta en esos indicadores. Debido a ello es cuestionable usar estas fuentes como formas válidas para evaluar a la ciencia y los científicos de los países en desarrollo, los cuales enfrentan problemas para medir su ciencia y resultados científicos, por lo que es importante buscar indicadores confiables, comparables, actualizados y que respondan a las distintas realidades socioeconómicas. Es necesario trabajar en la aplicación de Indicadores de Salida de carácter multidimensional, que proporcionen bases firmes en la toma de decisiones para la asignación de recursos y la aplicación estratégica de la ciencia y la tecnología en la región.

## Abstract

Math is an exact science which could be considered neutral as a work tool, however it is not neutral when it is applied in everyday life through the measuring and counting processes. The expression of mathematical values involves the expression of judgements which could become themselves social and political questionings.



We measure who is richer or poorer, who is intelligent, superior or inferior in relation to others. Firms measure the health of management functions by establishing control tools and mathematical indicators. The same happens with institutions or countries.

Such is the case with the establishment of indicators to measure the degree of development reached by the different countries in the science fields, for which international organisms have fostered the creation of a new common methodology with the purpose of making these resources internationally comparable. These indicators are based on the level existing in the most economically, scientifically and technologically developed countries.

The countries' heterogeneity and the lack of an international interest have led to unreliable data which are not comparable and have not been updated, however, the purpose to record world statistics and learn the degree of development reached in different countries has not lost importance.

In the 60's the science fields experienced a strong tendency to apply quantification techniques. In 1961 the first citation index, known as the Citation Index of Genetics, was published, a predecessor of the Citation Indexes used nowadays in different scientific fields. Latin American scientists work in very important topics for our particular conditions but are nevertheless not taken into account by these indicators. That is why the use of these sources to evaluate science and scientists in underdeveloped countries is questionable.

In consequence, underdeveloped countries face problems to measure their science, scientists and results so it is important to look for reliable, comparable and updated indicators which respond to our different social and economic realities. We should work in the application of Output Indicators of

a multidimensional character, which will provide firm bases for the decision making in the resource allocation and strategic planning for science and technology in the region.

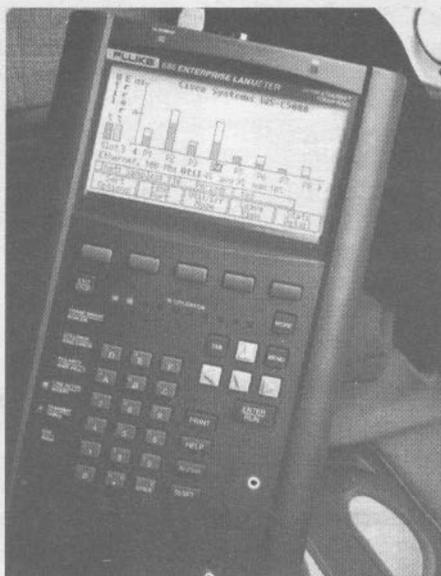
## ■ Introducción



La matemática, la química, la física y la biología, son ciencias exactas que, no obstante su reiterado y obligado uso en los más elementales actos del hombre, sus resultados muchas veces son cuestionados por las personas con conocimientos más confiables.

Resulta evidente que el propio proceso de medir o de contar y expresar resultados por valores matemáticos, entraña la expresión de un juicio que para algunos se constituye en un cuestionamiento.

La contabilización de las unidades monetarias establecidas arbitrariamente por el hombre a través de la historia, (la sal, las pieles, el oro o el dólar, por sólo citar algunos ejemplos) permite emitir el



juicio de quién es más pobre o quién más rico y de hecho comienza por establecer una desigualdad social, por cierto, cada día más aterradora para la humanidad.

La medición de la estatura o del peso de los hombres establece, en muchos casos, los llamados complejos de inferioridad o de superioridad. Medir por medio de una prueba psicométrica la inteligencia, convierte, de la noche a la mañana, a unos en inferiores o superiores con respecto a los otros.

Si deseamos que una empresa, cualquiera que sea, marche correctamente, es necesario establecer controles económicos e indicadores de su marcha, de lo contrario los actuales conceptos de costo/beneficio, rentabilidad, gerencia de los recursos, calidad total y tantos otros cotidianamente aceptados por todos en la vida administrativa, resultarían pura hojarasca y carentes de fundamento.

## ■ El concepto de indicador

En términos generales, se denomina indicador a una observación empírica que sintetiza aspectos de fenómenos que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos y prácticos. Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquellas que son susceptibles de expresión matemática.

En la medida en que los datos sobre una variedad de fenómenos se van combinando en conceptos agregados, se obtienen indicadores sintéticos del proceso de desarrollo económico, como son el producto, los número índices de los agregados de la actividad económica, o la esperanza de vida al nacer. Desde otra perspectiva, parece también necesario disponer de indicadores analíticos, que se obtienen al acotar el universo de estudio y preci-

Priss/Limites

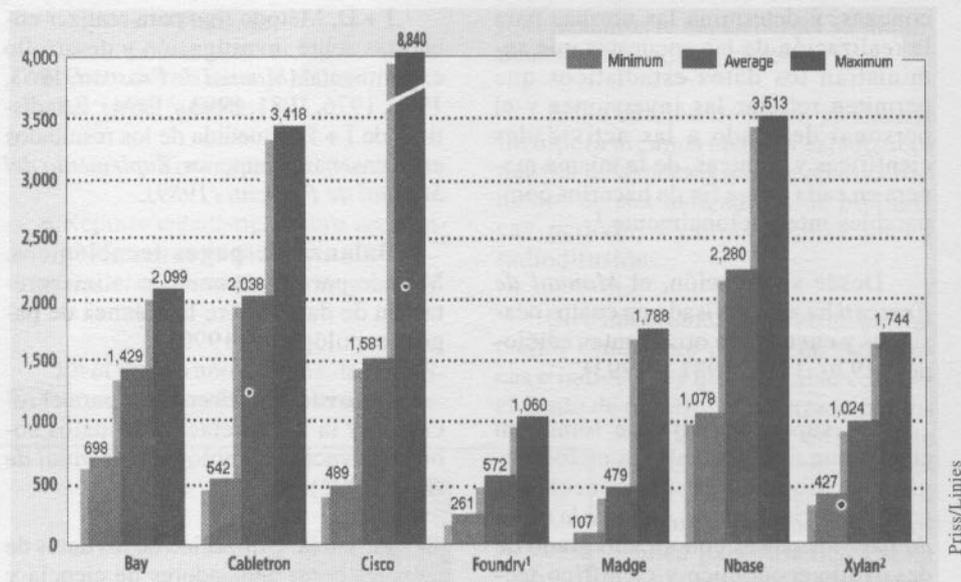


sar la definición de manera que se expliciten los propósitos específicos de cada indicador.

Los indicadores pueden ser expresados en los términos absolutos en que se realiza la medición, o derivados mediante un proceso de cálculo que relacione dicha medición con otras magnitudes (tasa de variación, participaciones, relaciones). La expresión en términos relativos suele estar asociada a la especificidad de los usos a que se destina cada indicador, aunque también contribuye a facilitar la comparación entre países. En cambio, los indicadores en números absolutos pueden servir a una multiplicidad de propósitos, y además ser utilizados posteriormente para construir indicadores específicos aplicables a distintas áreas de interés.<sup>1</sup>

En diferentes épocas y lugares, se han tomado diversos criterios para definir si un país es o no desarrollado; más adelante en este trabajo encontraremos muchos repertorios estadísticos que aún reconocen estos indicadores. A modo de ejemplo podemos citar:

- El Producto Nacional Bruto (PNB) o el Producto Interno Bruto (PIB) por habitante,
- el valor de cambio de la moneda nacional con respecto al patrón oro o al dólar,
- el volumen de la balanza comercial (importación-exportación),
- el número de patentes registradas,
- la generación de electricidad,
- la cantidad de hectolitros de ácido sulfúrico o clorhídrico que se producen,
- la cantidad de toneladas de hormigón que produce un país o, en su defecto, la cantidad de metros cuadrados de construcción,
- la capacidad de toneladas de carga que dispone la marina mercante,
- la cantidad de habitaciones o camas a disposición de la industria turística,



Priss/Limés

- la cantidad de camas por habitante disponibles en las instalaciones hospitalarias,
- la cantidad de médicos, estomatólogos o enfermeras por habitante,
- el índice de analfabetismo,
- la cantidad de profesores universitarios por estudiante de ese nivel,
- la cantidad de diarios y su circulación (tirada) por habitante,
- la cantidad de libros editados y su circulación (tirada) por habitante,
- otros.

Por supuesto, estos indicadores que de una u otra forma han servido a algunos especialistas, según su enfoque del problema y sus intereses particulares, para medir el grado de desarrollo de los países, se han considerado de forma arbitraria, aunque no por ello con razonamientos lógicos y en ocasiones con bases y juicios bastante cercanos de la realidad.

Como parte de ese enfoque del problema, poco o nada han tenido que ver para la determinación de estos indicadores los elementos de carácter epistemológico de las condiciones geográficas, geológicas, históricas, económicas, sociales y políticas que diferencian unos territorios de los otros.

Por otra parte, desde hace casi medio siglo se viene realizando un conjunto de esfuerzos por parte de organizaciones y países por establecer indicadores que reflejen con mayor objetividad y proximidad con el tema, el desarrollo alcanzado por los distintos países en el campo de las ciencias.

Hacia los años sesenta, el rápido crecimiento de los recursos nacionales consagrados a Investigación y Desarrollo (I + D) en la mayoría de los países y en particular en los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) impulsó a crear una metodología común para la medición de dichos recursos.

Con este propósito, en 1963 se celebró en Frascati, cerca de Roma, la primera reunión de expertos en estadísticas de I + D de los países de la OCDE. De esta reunión surgió la primera edición del *Manual de Frascati. Método propuesto para las encuestas de investigación y desarrollo experimental (1963)*.

Dicho manual define rigurosamente los conceptos de investigación experimental y actividades científicas

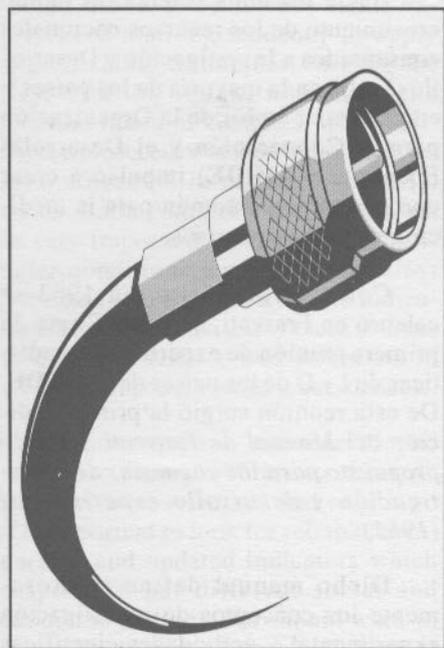


conexas, y determina las normas para la realización de las encuestas que suministran los datos estadísticos que permiten reflejar las inversiones y el personal dedicado a las actividades científicas y técnicas, de la misma manera en cada país a fin de hacerlos comparables internacionalmente.<sup>2</sup>

Desde su creación, el *Manual de Frascati* ha sido revisado en cuatro ocasiones y cuenta con otras tantas ediciones (1970, 1976, 1981 y 1993).

Por supuesto, hay que tomar en cuenta que este manual y la metodología que propugna, están concebidos para obtener indicadores *hechos a la medida* para los países con un alto grado de desarrollo económico y científico-técnico y muy poco o nada tienen que ver con los países en desarrollo, cuyas realidades distan mucho de los primeros.

Dentro de la familia del *Manual de Frascati* se encuentra otro grupo de herramientas con estas características y que pudieran resumirse de la manera siguiente:



Priss/Linies

**I + D.** Método tipo para realizar encuestas sobre investigación y desarrollo experimental (*Manual de Frascati*, 1963, 1970, 1976, 1981, 1993 y 1994). Estadísticas de I + D y medida de los resultados en la enseñanza superior. *Suplemento del Manual de Frascati* (1989).

**Balanza de pagos tecnológicos.** Método para el recuento y la interpretación de datos sobre la balanza de pagos tecnológicos (1990).

**Innovación.** Directrices para el recuento y la interpretación de datos sobre innovación tecnológica (*Manual de Oslo*, 1992).

**Patentes.** Utilización de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología (*Manual de Patentes*, 1994).

**Recursos humanos en ciencia y tecnología.** Recomendaciones para la elaboración de indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología (*Manual de Canberra*, 1994).

**Alta Tecnología.** Medida de los productos y sectores de alta, media y pequeña tecnología (programado).

**Bibliometría.** Recomendaciones para la utilización de indicadores establecidos a partir de estudios estadísticos de publicaciones científicas y técnicas (programado).

Resulta importante destacar que aun en estos momentos la **OCDE** está por realizar la aplicación de indicadores de **salida** de la actividad de Investigación y Desarrollo Experimentales.

### ■ Otras publicaciones estadísticas de la OCDE<sup>3</sup>

#### **Agricultura y Alimentación:**

- Política agrícola, mercados y tendencias (anual).

- Informes económicos para la agricultura (anual).
- Balances de carne en países de la OCDE (anual).

#### **Desarrollo y ayuda:**

- Desarrollo cooperación (anual).
- Estadísticas de débitos externos: las deudas y otras obligaciones externas de países en desarrollo, Europa del este y central y otros países y territorios (anual).
- Débitos externos y finanzas de países en desarrollo (anual).
- Distribución geográfica de los flujos financieros a los países en desarrollo: indicadores económicos de desembolsos, comisiones (anual).

#### **Economía y pronóstico:**

- Estadísticas de comercio exterior (mensual y anual).
- Principales indicadores económicos (mensual).
- Informes nacionales (trimestral y anual).
- Información de petróleo y gas (anual).
- Estadísticas de petróleo y balance energético (trimestral).

#### **Medio ambiente:**

- Datos—compendio de medio ambiente OCDE (anual).
- Movimientos transfronterizos de desechos peligrosos (anual).

#### **Finanzas y negocios fiscales:**

- Utilidad bancaria—suplemento estadístico—estado financiero de bancos (anual).
- Anuario estadístico de seguros (anual).
- Anuario estadístico de inversión directa internacional (anual).
- Estadística financiera OCDE (anual).
- Estadísticas de la renta de los países miembros de la OCDE (anual).
- La posición de la tasa/beneficio de los trabajadores de la producción (anual).



**Ciencia, tecnología e industria:**

- Estadísticas de ciencias básicas y tecnología (bianual).
- Indicadores de la actividad industrial (trimestral).
- Estadísticas de la estructura industrial (anual).
- El hierro y la industria del acero (anual).
- **OCDE** perspectiva económica (dos veces al año).
- Servicios: estadísticas sobre transacciones internacionales (anual).
- Indicadores económicos de corto término: economías en transición (trimestral).
- Principales indicadores de ciencia y tecnología (anual).

**Educación, empleo y asuntos sociales:**

- Educación en una mirada (anual).
- Educación en los países de **OCDE**: un compendio de información estadística (dos veces al año).
- Estadísticas de la fuerza laboral (trimestral y anual).
- Tendencias en migración internacional (anual).

**Energía:**

- Información de carbón (anual).
- Información de electricidad (anual).
- Balances de energía de los países miembro de la OCDE (anual).
- Precios y tasas de energía (trimestral).
- Estadísticas y balance de energía de los países no miembros de la **OCDE** (anual).
- Estadísticas de energía de los países miembros de la OCDE (anual).
- Datos de energía nuclear (anual).
- Industria de la pulpa y el papel (anual).
- El mercado del acero (anual).

**Turismo:**

- Política turística y turismo internacional (anual).

**Transporte:**

- Reporte estadístico sobre accidentes de carretera (anual).
- Tendencias estadísticas en transporte (anual).

En el propio año de 1963, la UNESCO<sup>4</sup> comenzó a editar su *Anuario Es-*

tos elementos le hagan perder su importancia en tan noble propósito.

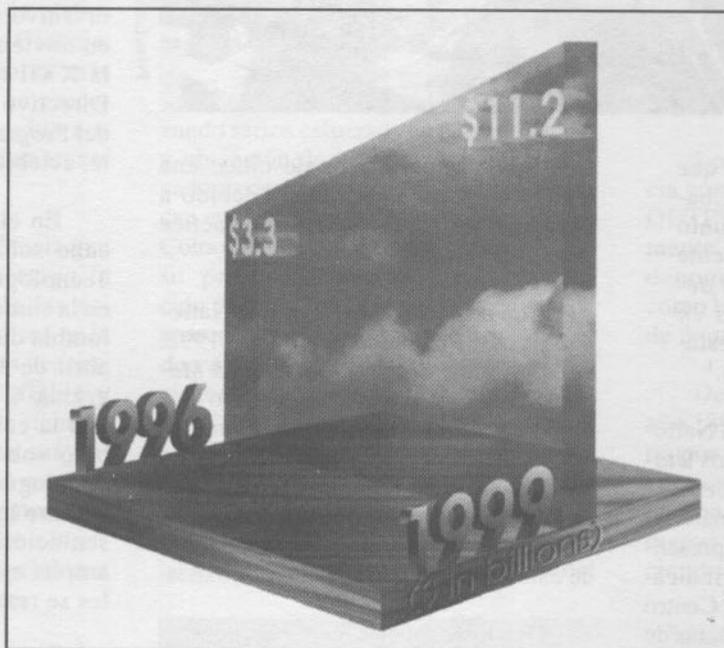
En la edición de 1996, el anuario incorpora algunos cuadros estadísticos nuevos de aspectos que ya aparecerían dentro de sus indicadores de bibliotecas, periódicos y otras publicaciones y radiodifusión.

Otro importante esfuerzo de las Naciones Unidas por contar con estadísticas e indicadores que permitan conocer el grado de desarrollo alcanzado por los

países en el continente americano; se puede apreciar a partir del año 1973, cuando la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la **CEPAL**, inicia la edición de su *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*.

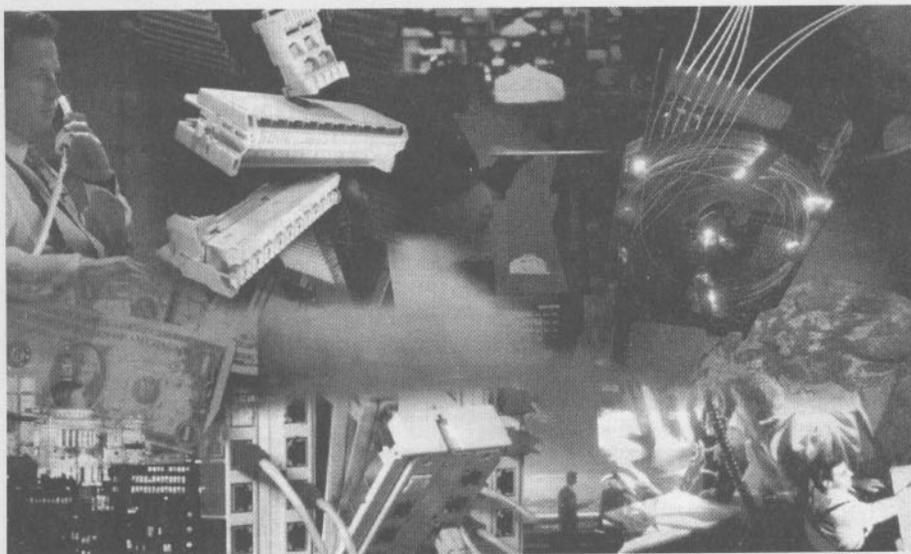
La **CEPAL** comenzó a elaborar sistemáticamente, a partir de 1973, un conjunto de indicadores del desarrollo económico y social en América Latina y el Caribe; que pudieran servir de base a las evaluaciones regionales de la Estrategia Internacional de Desarrollo, dispuesta por la resolución 2626 (XXV) de la

Asamblea General de las Naciones Unidas. Se seleccionó un primer conjunto de indicadores en América Latina y la Estrategia Internacional de Desarrollo: primera evaluación regional (E/CN.12/947/Add.2), documento que sirvió de apoyo a la Evaluación de Quito en 1973. La elaboración sistemática de indicadores destinados a suministrar una base cuantitativa a los análisis de las evaluaciones regionales, cristalizó en el *desarrollo latinoamericano y la coyuntura económica internacional*



Priss/Linies

taístico, enfocado principalmente a los indicadores propios de su función dentro del marco de las Naciones Unidas (educación, ciencia y cultura), que si bien ha sido un temprano intento por registrar estadísticas a nivel internacional que pudieran servir de base comparativa entre los países y que en la práctica ha sido el único instrumento de este tipo durante muchos años, para algunos indicadores estadísticos no es menos cierto que la heterogeneidad de los países y la falta de un interés internacional han conducido a datos poco confiables, comparables y actualizados, sin que es-



Priss/Linies

(E/CEPAL/981/Add.3), en el que se apoyó la Evaluación de Chagaramas en 1975, Este conjunto de indicadores fue ulteriormente publicado en *indicadores del desarrollo económico y social en América Latina* (Cuaderno estadístico de la CEPAL, núm 2).<sup>1</sup>

Por otra parte, desde 1972 la National Science Foundation de Estados Unidos publica cada dos años los *Science Indicators*. La recopilación del material de dichos informes dio lugar a la presentación de la Conferencia sobre Indicadores Científicos, celebrada en el Centro para Estudios Avanzados de Ciencias de la Conducta en 1974 y en 1978, del libro editado por Elkana y otros, titulado *Hacia una métrica de la Ciencia. El advenimiento de los Indicadores Científicos (To-ward a metric of sciences. The advent of science indicators)*.<sup>5</sup>

En 1989 la National Science Foundation publicó su repertorio estadístico *Science & Engineering Indicators-1989*, que ya registra indicadores de salida, en su capítulo 5: "Outputs of Academic R&D: Scientific literature, patents. And Products".<sup>6</sup>

Esos indicadores de **salida**, se basan en las patentes registradas y en los

estudios bibliométricos de citas, una técnica bastante cuestionada debido a los *vicios* que caracterizan su práctica y que sesgan este indicador.

Con posterioridad, la propia National Science Foundation publicó, en 1992, su repertorio *Indicators of Science & Mathematics Educations*, un intento por disponer de indicadores relacionados con la enseñanza de las matemáticas en Estados Unidos, lo cual constituye una preocupación del gobierno norteamericano debido al bajo índice de graduados de esta disciplina en sus universidades.

Desde entonces, estos esfuerzos, tanto los de los países de la **OCDE** como de la UNESCO, se han basado en indicadores de la entrada de los insumos de la ciencia, el llamado INPUT, sin lograr rebasar este nivel. Sólo la National Science Foundation ha realizado intentos por aplicar indicadores de salida y con los problemas ya señalados.

En 1984 se crea el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), que es un programa internacional y multilateral mediante un Acuerdo del Marco Interinstitucional entre los 21 países iberoamericanos, el cual constituye un

instrumento para facilitar el desarrollo tecnológico y la innovación mediante la coordinación de los recursos existentes entre universidades, centros I+D y empresas innovadoras de Iberoamérica.<sup>7</sup>

En el marco del subprograma XVI *Gestión de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico* del **CYTED** se gestó la puesta en marcha de la red temática *Red Iberoamericana sobre indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)*, la cual quedó constituida en el primer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología realizado en la Universidad de Quilmes, Argentina, en noviembre de 1994 y aprobada por la XXII reunión del Consejo Técnico Directivo y la XII Asamblea General del Programa **CYTED**, respectivamente, celebrados en 1996.

En el Segundo Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología llevado a cabo por la Red en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia durante los días del 24 al 26 de abril de 1996, organizado por el programa **CYTED** y **COLCIENCIAS**, con la colaboración del Grupo de trabajo sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología de la **OEA**, los participantes —entre los que se encontraba la representación cubana— examinaron una amplia agenda de temas, entre los cuales se resaltan los siguientes:

- La necesidad de indicadores para la aplicación de nuevas políticas de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica,
- el diseño de indicadores apropiados a las características de los países de la región,
- los indicadores de la cooperación internacional,
- el problema de la medición de la producción científica en ciencias sociales,
- la utilización de nuevas tecnologías en redes de información,
- la integración de bases de datos,
- la necesaria normalización de las estadísticas y los indicadores de la



ciencia y la tecnología en el ámbito iberoamericano.

La **RICYT**, editó recientemente el primer informe regional sobre indicadores de la ciencia y la tecnología en su publicación *Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericanos/Interamericanos* que cubre el periodo 1990-1995, proyecto que llevó adelante la **RICYT** con el apoyo del Programa **CYTED** y la **OEA**.<sup>8</sup>

Este esfuerzo en la región es un importante avance en cuanto a la elaboración de Indicadores sobre Ciencia, Tecnología e Innovación, pero es más importante por cuanto inicia un proceso de concientización en los gobiernos e instituciones especializadas en trazar las políticas en esta materia.

Resulta de suma trascendencia que la **RICYT** enfrente en esta etapa la cooperación y preparación de las estructuras de los distintos países y la creación de las infraestructuras necesarias para la compilación confiable y comparable de los indicadores científicos y tecnológicos, que según sus objetivos, deben ser *hechos a la medida*, de lo contrario, carecerían de importancia para su aplicación en el plano internacional y para la toma de decisiones acertadas en política científica.

Uno de los aspectos más complejos a enfrentar por la **RICYT** es la notable diferencia que presentan los países de la región, no sólo en su desarrollo socioeconómico, sino en su inestabilidad política, lo que acarrea constantes procesos inflacionarios y de devaluación de la moneda que complican de manera extraordinaria las estadísticas obtenidas, a tal punto que los valores de ayer no son los de hoy y mucho menos serán los de mañana. Este aspecto pone en crisis el concepto de comparabilidad que deberán tener estos indicadores.

Aunque establezcamos patrones de medida cambiaria con respecto al dólar,

sin lugar a dudas el poder adquisitivo de un dólar no resulta igual entre un país y otro, dados los procesos anteriormente descritos, sin tomar en cuenta los aspectos de formación profesional de los investigadores y científicos y el respaldo estatal conferido a la I&D en cada uno de los países y que no sólo tiene una expresión presupuestaria.

Otro aspecto de relevancia sería que la **RICYT** sobrepasara el nivel de indicadores estadísticos de la *entrada de la ciencia* (INPUT) y trabajara en la elaboración de indicadores de *salida de ciencia* (OUTPUT).

En América Latina se vienen realizando serios esfuerzos en la compilación y obtención de información sobre indicadores de ciencia y tecnología; se destacan en este esfuerzo México, Venezuela, Colombia, Chile, Brasil y Argentina. Por su parte, Cuba ya cuenta con información disponible al respecto, la cual debe aparecer en la nueva versión de *Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 1991-1996*.

Hasta este punto de nuestra exposición hemos tratado de proporcionar una breve panorámica de cómo la comunidad internacional ha venido y viene enfrentando, en la última mitad del

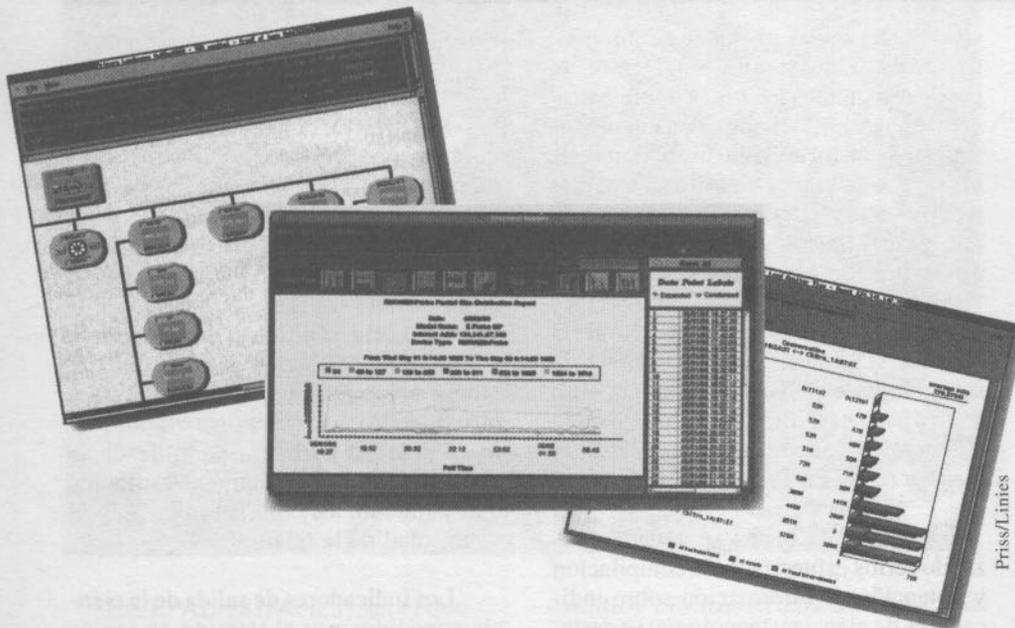
siglo, el tema de los indicadores científicos y sus estadísticas.

Resultaría conveniente destacar también que estos esfuerzos en su inmensa mayoría no han rebasado la medición de los *elementos duros de la ciencia*, es decir aquellos indicadores que miden la parte tangible o material de la ciencia (número de trabajadores por categoría científica, presupuestos, valor de las instalaciones, materiales de laboratorio, equipos, computadoras y otros), no así los *elementos blandos de la ciencia*, la parte no tangible de la ciencia (los conocimientos, resultados o desempeño, así como el impacto y la visibilidad de la misma).

Los indicadores de salida de la ciencia conocidos por el término en inglés OUTPUT se han tratado, fundamentalmente, en la literatura especializada, denominada en 1969 por Pritchard<sup>9</sup> como bibliometría, reconocida más tarde como Informetría.

Desde época tan temprana como el año 1896 en que F. Campbell<sup>10</sup> mencionó por primera vez el concepto de *dispersión de la información* en una disciplina dada, algunos especialistas se dieron a la tarea de utilizar las publicaciones científicas (revistas) con fines de





medir de manera indirecta el desarrollo de la ciencia a través de ellas.

El primer trabajo con fines de recuento de la literatura sobre una temática dada lo realizaron los científicos F. J. Cole y N. B. Eales,<sup>11</sup> en 1917, cuando analizaron los trabajos de anatomía aparecidos desde 1543 a 1860, contando el número de publicaciones por país.

Sin embargo, no es hasta que A. J. Lotka,<sup>12</sup> en 1923, S. C. Bradford,<sup>13</sup> en 1948, G. K. Zipf<sup>14</sup>, en 1949, propusieron sus respectivos modelos teóricos de productividad de los autores científicos, dispersión de las publicaciones y dispersión de las palabras en lingüística. Estos trabajos adquirieron reconocimiento a partir de demostrar que la literatura científica tiene la propiedad de mostrar un comportamiento estadístico regular.

En la década de los sesenta, se desarrolla una fuerte tendencia en la aplicación de estas técnicas de cuantificación de los distintos indicadores que se pueden extraer de la literatura científica y técnica.

Es precisamente en el año de 1961 que el destacado científico norteamer-

cano Eugene Garfield edita el primer índice de citas conocido hasta este momento y que se denominó *Citation Index of Genetics*, que fue circulando entre los especialistas y científicos estadounidenses con el fin de comprobar su utilidad práctica, principalmente, para seguir la trayectoria de un tema específico de investigación, a través de las citas de unos artículos a otros.

Desde entonces el Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia, Estados Unidos, ha venido generando los *Citation Index*, que en la actualidad alcanzan diferentes ramas de la ciencia:

- Science Citation Index
- Social Science Citation Index
- Art and Humanities Citation Index

El ISI, es el único productor de este tipo de índices de la literatura científica y, por tanto, se ha constituido en un paradigma para la medición de los resultados científicos y la evaluación de los propios científicos en su desempeño laboral.

El ISI procesa alrededor de 3300 revistas científicas para sus series te-

máticas de los Índices de Citas, un *núcleo* de revistas científicas que, según su criterio, son las más importantes de la ciencia en cuestión y que se conocen como los *core journal* o *revistas núcleo* y cubren la llamada *corriente principal* o el *main stream* de la ciencia internacional.

Es conveniente destacar que estas revistas de la llamada *corriente principal* pertenecen a los países con mayor desarrollo científico-técnico y económico, que se editan básicamente en inglés y que discriminan las publicaciones de los países en desarrollo y las editadas en lenguas distintas al inglés. Con estos criterios, algunos decisores de política científica en nuestra región, pretenden proyectar las líneas de investigación de sus instituciones, evaluar a sus científicos y crear sistemas de estímulos cuando nuestros científicos logran publicar en estas revistas, en detrimento de las nacionales.

En ocasiones, nuestros científicos trabajan en temas de suma importancia para el bienestar de nuestros ciudadanos y el desarrollo del país a través de una variedad nueva de semilla, un cruce genético o una nueva tecnología agrícola o industrial, de acuerdo con condiciones particulares; sin embargo, estos adelantos son poco tomados en cuenta por las grandes naciones que enfrentan otro tipo de problemas acorde con su desarrollo y ubicación geográfica.

Al respecto, se ha suscitado una serie de cuestionamientos sobre validez de los indicadores que tienen como punto de partida las citas aparecidas en los artículos científicos publicados en revistas especializadas. De ahí que se cuestione utilizar los *Índices de Citas* para evaluar la ciencia y los científicos, particularmente en los países en desarrollo.

Una muestra de estas discusiones, es la sostenida entre Ernesto Spinak y el propio Eugene Garfield, creador de este procedimiento. Spinak, en su razonamiento, acude a referencias de es-



pecialistas que durante largo tiempo vienen cuestionando este procedimiento para la evaluación más correcta de la ciencia y los científicos.

La cuestión epistemológica de si la literatura de una especialidad refleja por sí sola apropiadamente el progreso de una disciplina científica aún está por resolverse.<sup>15</sup> Las limitaciones existentes para comparar los índices de citación y el factor de impacto entre las distintas disciplinas o países pueden compensarse realizando un análisis con instrumentos más elaborados, como son los **indicadores relativos**, que consideran simultáneamente varias dimensiones o variables.<sup>16</sup> Existen varios índices de esta clase (índice de actividad, índice de atracción, tasa relativa de citación, índice de aislamiento, índice de difusión, producción circulante, co-citaciones dentro de la disciplina, etcétera), que deben además completarse con datos demográficos, económicos y educativos. Estos indicadores multidimensionales tienen menos errores de estimación y proporcionan estadísticas más confiables que los indicadores unidimensionales usados normalmente por el **SCI**. A efectos de evaluación del costo en función del beneficio, los indicadores relativos mencionados permiten determinar si el esfuerzo dedicado por una sociedad al desarrollo en un campo de investigación, tiene un rendimiento adecuado, medido por su impacto relativo. Esta clase de análisis permite ver que naciones pequeñas como Dinamarca, los Países Bajos o Suiza, son mucho más efectivas en rendimiento social de la investigación, que los grandes países centrales de economías más poderosas, con revistas de extensa circulación y gran impacto.<sup>17,18</sup>

transita por adoptar algunas medidas en el plano internacional que coadyuven a:

- Lograr la cooperación e integración necesarias que contribuyan a la búsqueda de indicadores confiables, comparables, actualizados y que respondan a las diversas realidades socioeconómicas de los diferentes países.
- Evitar la duplicación de controles estadísticos en los esfuerzos para la obtención de estos indicadores. Este fenómeno se observa en la actualidad y las cifras y datos pocas veces son coincidentes entre los unos y los otros.
- Cuidar que la importación de criterios de medición e indicadores foráneos atenten contra las realidades nacionales en la región y lejos de ser elementos válidos se conviertan en elementos distorsionadores.
- Trabajar en la elaboración de bases de datos estadísticos confiables que permitan la creación de indicadores autóctonos y por tanto comparables entre sí, considerando los factores de cambio económico, tan recurrentes en la región.
- Trabajar en la aplicación de **indicadores de Salida de carácter multi-**

**dimensional**, que proporcionen bases firmes en la toma de decisiones para la asignación de recursos y la planificación estratégica de la ciencia y la tecnología en la región.

## ■ Referencias Bibliográficas

-1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (**CEPAL**), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*, Edición 1996.

-2. Sancho, Rosa, *Última versión del "Manual de Frascati"* (1993), Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, Madrid, 1995.

-3. **OECD** in figures, "Statistics on the member countries", Supplement to the **OECD Observer** Núm. 188 June/July 1994.

-4. **UNESCO**, *Anuario Estadístico 1996*, **UNESCO Publishing & Brenan Press**, 1996.

-5. Sancho, Rosa, "Indicadores Bibliométricos utilizados en la evalua-

## ■ Conclusiones

La gran problemática que enfrentan los países para la medición de su ciencia, sus científicos y en particular sus resultados,





ción de la ciencia y la tecnología”, Revisión bibliográfica, *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3), 1990.

-6. National Science Foundation, *Science & Engineering Indicators-1989*, National Science Board, 1989.

-7. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, República de Cuba. Dirección de Política Científica y Tecnológica, *Red Cubana de Indicadores de Ciencia y Tecnología*, La Habana, mayo 1997.

-8. *Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericanos/Interamericanos*, 1990-1995, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y la Organización de Estados Americanos (OEA), 1996.

-9. A. Pritchard, “Statistical bibliography on bibliometrics”, *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349, 1969.

-10. Redondo, Luisa, *et. al.* “Una aplicación de las matemáticas a la ciencia de la información: Categorización de la ley de diferenciación de las ciencias”, *Actualidades de la Información*

*Científica y Técnica*, año X, Núm.1 (78), enero 1979.

-11. F. J. Cole, *et.al.* “The history of comparative anatomy”, *Science Progress*, 11, pp. 578-596, 1917.

-12. A. J. Lotka, “The frequency distribution of scientific productivity”, *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(2), pp. 317-323, 1926.

-13. B. C. Bradford, *Documentation*, Crosby Lockwood and Son, Ltd. London, England, 1948.

-14. G. K. Zipf, *Human Behavior and the principle of the less effort*, Addison-Wesley, Cambridge. Mass. 1949.

-15. B. C. Griffith, “Science literature: how faulty a mirror of science,” *ASLIB Proceedings*, 31: pp. 381-391, 1979.

-16. M. J. Moravcsik, “Life in a multidimensional world,” *Scientometrics*, 6: pp. 75-86, 1984.

-17. A. Schubert, *et.al.* “Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact.” *Scientometrics*, 9(5-6), pp. 281-291, 1986.

-18. E. Spinak, “Los análisis cuantitativos de la literatura científica y su validéz para juzgar la producción latinoamericana,” *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 120(2), pp. 139-146, 1996.

