

Indicadores en ciencia y tecnología

Mario Albornoz*

El problema de disponer de indicadores capaces de dar cuenta del nivel y de aspectos cualitativos de las actividades científicas y tecnológicas (ACT) despierta en los últimos tiempos mucho interés, como resultado de la importancia que -cada día en mayor medida- ellas revisiten para el desarrollo económico y social, y de la necesidad de administrarlas, asignar recursos, determinar políticas y evaluar el impacto de su ejecución. Más recientemente, la internacionalización de la ciencia y de la tecnología ha agregado al tema de los indicadores un atractivo adicional y creciente derivado de la necesidad de establecer comparaciones entre países.

La discusión acerca de los indicadores más apropiados, lejos de ser un tema menor, o de interés exclusivo para tecnócratas o amantes de las estadísticas, se sitúa en el corazón del campo de lo que hoy se denomina como "política y gestión" de la ciencia y la tecnología. Los indicadores constituyen un elemento de diagnóstico y, por lo tanto, los más aptos son aquellos que resultan ser más funcionales al *tipo de diagnóstico* que se pretenda realizar. Los indicadores son derivados de los parámetros que se considera conveniente relevar. Discutir sobre indicadores, por consiguiente, es discutir acerca de cómo diagnosticar.

La construcción de indicadores de ACT conlleva, en forma inherente, una reflexión acerca del proceso social mediante el cual son generadas aquellas actividades de las que éstos dan cuenta. En otras palabras, la cuestión de los indicadores remite al desempeño de *actores sociales* concretos, en un determinado contexto, desde la perspectiva intencional de formular diagnósticos orientados a la toma de decisiones y a la gestión.

Actualmente, la disponibilidad de indicadores actualizados, confiables y aptos para su comparación en el plano internacional es una asignatura pendiente en la mayor parte de las administraciones de ciencia y tecnología en América Latina. Para resolver esta situación

* Centro de Estudios e Investigaciones. Universidad Nacional de Quilmes.

se requiere algo más que la organización de servicios de estadísticas de la ciencia (con todo, que ello sea imprescindible), ya que las características propias de los "sistemas" científico y tecnológico de los países de la región -como se discutirá más adelante- cuestionan la utilidad de indicadores concebidos en función de los rasgos propios de los países desarrollados. Es necesario, por lo tanto, llevar a cabo una reflexión acerca de los rasgos idiosincráticos de la región para adecuar a ellos ciertos indicadores internacionalmente utilizados para establecer comparaciones, pero hay que abordar, además, la tarea de construir aquellos otros que permitan un mejor diseño y aplicación de las políticas públicas en esta materia.

1. Niveles de construcción de indicadores

Uno de los primeros problemas a resolver, en materia de construcción de indicadores de ACT, es el del nivel de agregación en que se considerarán las variables que expresan el desempeño de los actores y la estructura del sistema que conforman. Esta cuestión trasciende lo meramente analítico, ya que está vinculada generalmente con el propósito para el cual los indicadores son elaborados. Siguiendo a Christopher Freeman, uno de los expertos que orientó los primeros pasos de la OCDE en esta materia (Freeman, 1982), se señala que en la construcción de indicadores de ciencia y tecnología existen cuatro niveles de actividad:

a) el *primer nivel* remite a la recolección y publicación de una variedad de *indicadores parciales*, elaborados generalmente para propósitos locales de monitoreo interno, presupuestaron y planificación (en este nivel la mayor parte de estos indicadores son un producto definido en función de los requerimientos de la administración, aunque muchas veces pueden ser un input importante en el análisis y la toma de decisiones a otros niveles);

b) en el *segundo nivel* se utilizan los indicadores del primer nivel, junto con otros recolectados específicamente con propósitos de investigación, para entender e interpretar procesos más generales del desarrollo de la ciencia y la tecnología;

c) el *tercer nivel* es el de la incorporación oficial de un cierto set de indicadores en algún relevamiento estadístico regular del gobierno (en este nivel se hace un esfuerzo sistemático por estandarizar definiciones y conceptos, se adoptan procedimientos para mejorar la calidad de los datos y se construyen bases de datos nacionales);

d) el *cuarto niveles* el de la estandarización y comparación internacional, en la cual algunas organizaciones internacionales armonizan las variadas definiciones y procedimientos nacionales, o establecen técnicas estadísticas para realizar comparaciones internacionales (éste es el caso, por ejemplo, del trabajo de la OCDE sobre indicadores de I+D).

Estos cuatro niveles -señalaba Freeman- deberían configurar idealmente un sistema interactivo con muchos flujos de información y con *retro-alimentación* entre ellos, si bien, para que así ocurra, son necesarios cierto desarrollo y complejidad mínimos del sistema científico, con algún grado de correspondencia real y de interacciones entre los diferentes actores institucionales. Así, la iniciativa por la adopción de un nuevo (o más adecuado) set de indicadores, a nivel nacional o internacional, no tiene por qué provenir necesariamente del tercero o cuarto nivel; más aún, comúnmente suele surgir de los niveles primero y segundo para después generalizarse.

2. Tipos de indicadores

Los grupos de indicadores más comúnmente desarrollados en casi todas las metodologías adoptadas internacionalmente tienen que ver con el concepto de "producción" y, en el fondo, reflejan la matriz insumo-producto. Siguiendo un documento de Jack Croucher, se enumeran los indicadores de ciencia y tecnología más comúnmente utilizados para realizar comparaciones internacionales (Croucher, 1987):

Indicadores de input

1. Gastos totales en I+D.
2. Esfuerzo *relativo* en I+D (indicado por la proporción de fuerza de trabajo compuesta por científicos e ingenieros).
3. Gastos en I+D considerados como porcentaje del PBI (a menudo se desglosan los gastos en I+D orientada a la defensa).
4. Títulos de grado conferidos en ciencias naturales y en ingeniería.

Indicadores de output

5. Documentos publicados en los medios apropiados.
6. Patentes.
7. *Productividad*, medida como la contribución al crecimiento del producto bruto {*Science Indicators*, de la NSF releva este indicador).

Indicadores de transferencia de tecnología

8. Exportación de bienes con tecnología incorporada.
9. Establecimiento o expansión de subsidiarias, a través de inversión extranjera.

10. Transferencia de *tecnología desincorporada* a través de patentes, licencias, etcétera.

Un trabajo original de Machlup, recogido por Freeman, intenta reflejar la naturaleza interactiva del sistema cruzando los inputs y los outputs del sistema, con los distintos tipos de actividad (en una secuencia cuasi schumpeteriana): investigación básica y aplicada, "invención", desarrollo e innovación. Lo original de este enfoque es que distingue entre inputs y outputs "intangibles" y "mensurables". En este esquema, intangibles son, en investigación, los conocimientos acumulados (el "acervo" científico); en invención y en desarrollo, el nivel tecnológico; en innovación, el stock de invenciones, la demanda del mercado y el espíritu emprendedor de los empresarios. Los "mensurables", según este trabajo, son los "*papers*" con resultados de investigación, las patentes, las licencias y los nuevos tipos de plantas o procesos de producción, según el nivel de análisis.

3. Indicadores por actividad científico-tecnológica

Siguiendo una propuesta sistemática de Freeman, conviene examinar qué pasa con los indicadores, en relación con los tres segmentos que componen las ACT según la definición de la UNESCO, seguida en este punto por la OCDE en su *Manual de Frascati*. Las ACT, según esta fuente, son "aquellas actividades sistemáticas, estrechamente relacionadas con la generación, producción, difusión y aplicación del conocimiento científico y técnico en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como *I+D*, la *enseñanza y la formación científico-técnicas* y los *servicios científicos y técnicos*" (*Manual de Frascati*, 1980). Se verá cada una de ellas por separado.

3.1. *I+D*

La medición del esfuerzo en *I+D* requiere la distinción entre el sistema de centros públicos y las actividades que lleva a cabo el sector privado. En el sector privado existen varias mediciones de esfuerzo en *I+D*, realizadas tanto por fuentes privadas (por ejemplo, el ranking anual de gastos en *I+D* por compañía, que publica *Business Week*) como públicas. Sin embargo, hay problemas para la estandarización internacional de las metodologías y limitaciones en cuanto al alcance de las mediciones. En términos de Freeman, no se ha avanzado hacia los

niveles 3 y 4 de diagnóstico nacional global, o internacional. Esta dificultad es reconocida en la publicación semestral de los *Principales indicadores de la ciencia y la tecnología* de la OCDE (1993-2), incluso para los países de mayor desarrollo. Por esta razón se advierte acerca de la relativa precisión de los indicadores de desempeño del sector productivo privado.

En cuanto a las instituciones públicas, la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos ya desde los años cincuenta comenzó a elaborar indicadores a escala nacional. En su versión 1993 los *Science Indicators* publican los gastos en I+D del sector industrial desagregando los fondos, según su origen, en "fondos federales" y "otros fondos". Estos datos se presentan en forma discriminada por rama industrial y tamaño de las empresas (según número de empleados). Publica también una tabla, con valores de 1991, en la que se comparan los gastos nacionales de varios países, discriminando los sectores de ejecución y la fuente de los fondos. Esa tabla identifica los gastos realizados por la industria de Japón, Alemania, Italia, Francia, Inglaterra y Canadá. La fuente mencionada es la de "tabulaciones no publicadas" por la OCDE.

La actividad de la NSF tuvo una gran repercusión en otros países industrializados como Japón, el Reino Unido, Canadá, Holanda y Francia. Sin embargo, "las diferencias en los métodos y conceptos hicieron muy difíciles las comparaciones internacionales. Las diferencias en los datos así recogidos ponían en evidencia la necesidad de normalización en este campo como ya se hizo para las estadísticas económicas" (OCDE, 1980). Esta comprobación dio lugar a que la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) impulsara una estandarización que se tradujo en la elaboración del *Manual de Frascati*, cuya primera versión fue elaborada durante 1961 y 1962, publicada un año más tarde y revisada posteriormente varias veces. Se trataba del primer logro de nivel 4. La edición 1980 del *Manual de Frascati*, editada en español por el CDTI de España, concreta varios cambios respecto a las versiones anteriores. Se produce también una "reconciliación entre las metodologías de medición de UNESCO y OCDE". Más tarde, en 1989, la OCDE publicó *Estadísticas de I+D y Medida de resultados en la enseñanza superior* y, muy recientemente, el *Manual de Oslo* para la recolección e interpretación de datos sobre innovación tecnológica.

La OCDE, en cualquier caso, fue consecuente en el seguimiento de sus propósitos, ya que consolidó la creación de una "Unidad de indicadores en ciencia y tecnología" y cuenta con un Grupo de Expertos Nacionales sobre los Indicadores de Ciencia y Tecnología (GENIST).

Desde 1964 publica sus *International Statistical Years*, con la denominación actual de *Estadística de base de la ciencia y la tecnología* con una regularidad bienal. Semestralmente publica también sus *Principales indicadores*, a los que se ha hecho mención. Ambas publicaciones se ofrecen también en soporte magnético.

La UNESCO dispone desde 1965 de un sistema de obtención y análisis de datos de ciencia y tecnología, y publica desde 1969 su *Statistical Yearbook*. Posee una base de datos que comprende los recursos humanos y financieros para I+D de aproximadamente ochenta países. El desarrollo metodológico alcanzado por UNESCO se plasmó en varias "guías": la *Guía provisional para el establecimiento de estadísticas de la ciencia* (1968), la *Guía para el inventario del potencial científico y tecnológico nacional* (1969) y la *Guía para la recogida de datos estadísticos sobre ciencia y tecnología* (1977). En 1978 la UNESCO adoptó su "Recomendación referente a la normalización internacional de las estadísticas sobre Ciencia y Tecnología". Este documento tuvo en cuenta la experiencia aportada por otras organizaciones, como la OEA y la OCDE. Por esta razón se aludió anteriormente a la "reconciliación" entre ambas metodologías.

También la Unión Europea publica un informe anual sobre la financiación pública a las actividades de I+D, elaborado por un Subcomité para Estadísticas del Comité para la Investigación Científica y Técnica (CREST). Los países nórdicos, a través del Consejo escandinavo para la investigación aplicada (Nordforsk), crearon en 1968 un Comité Especial para las Estadísticas en I+D, que en 1974 publicó un *Manual nórdico* que constituye un suplemento detallado al *Manual de Frascati*.

3.2. Enseñanza y formación

La *Clasificación Internacional Tipo para la Educación (ISCED)* de la UNESCO define a las actividades educativas incluidas en las ACT como aquellas "de nivel superior especializado no universitario, de enseñanza y formación superiores tendientes a la obtención de un título universitario, de formación y de perfeccionamiento pos-universitario, y de formación permanente organizada de científicos e ingenieros".

Con relación a este tipo de ACT, el *Science Indicators* 1993 contiene indicadores tales como la "participación del grupo etario de 22 años en la graduación en ciencias e ingeniería, por tipo de ciencia y por país". En este caso, el universo se restringe sólo a un grupo de países asiáticos, europeos y a los tres de América del Norte. Otro indicador

que presenta es el *rallo de graduados en ciencia e ingeniería sobre el total de graduados*, también para el mismo conjunto de países. Las estadísticas nacionales norteamericanas ofrecidas por la publicación contienen con minucioso detalle el número de alumnos por nivel (grado o posgrado), sexo, origen, carácter étnico, nivel de graduación, tipo de establecimiento, y otros criterios clasificatorios. El único indicador de esta serie que refleja la existencia de los países sudamericanos es el que recoge la información de los "doctorandos extranjeros que planean permanecer en los Estados Unidos". En este caso, se ofrecen datos de doctorandos de la Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú.

Es interesante señalar que el *Science Indicators* incluye (en primer término) entre los factores que determinan la capacidad científica y tecnológica de los Estados Unidos el "*desempeño en ciencia y tecnología de los jóvenes de 13 a 14 años*" y que -dicho sea de paso- detecta una mejoría en la parte más baja de la distribución, lo que atribuye a las políticas tendientes a mejorar las capacidades básicas de enseñanza.

Finalmente, con relación a este mismo tipo de indicadores, se ha mencionado ya el suplemento al *Manual de Frascati*, realizado en 1989, para su aplicación a la investigación universitaria.

3.3. Indicadores de servicios científico-tecnológicos

Los servicios científicos y tecnológicos son definidos por UNESCO como aquellos "que contribuyen a la creación, difusión y aplicación del conocimiento científico y técnico". Los divide en *nueve apartados* a los fines estadísticos y de construcción de indicadores:

1. Bibliotecas, centros de información, etcétera.
2. Museos.
3. Traducción y publicación de documentación de CyT.
4. Trazados e Informes (geológicos, hidrológicos, etcétera).
5. Análisis prospectivos.
6. Obtención de datos socioeconómicos.
7. Normalización, control de calidad, etcétera.
8. Asesoramiento en temas agrícolas e industriales.
9. Patentes y licencias.

Sobre algunos de estos servicios existen estadísticas generales de fácil acceso, como es el caso de las patentes y licencias, utilizadas como indicadores de "output" y, por la NSF, como indicadores de innovación y competitividad. Otras estadísticas de servicios son menos conocidas y se producen a cargo de organismos sectoriales.

Christopher Freeman proponía incluir entre los servicios científicos y tecnológicos el "diseño" y argumentaba que esto habría de ser especialmente interesante para países semiindustrializados, como la Argentina, en los que gran parte del cambio tecnológico ha provenido en mayor medida del diseño y adaptación de procesos productivos importados, que de la I+D.

4. Medición del output y nuevos indicadores

La medición del "output" de los esfuerzos en ciencia y tecnología es imprescindible para evaluar productividad, pero su aplicación resulta controversial, especialmente en lo que se refiere a la utilización de los "artículos publicados en revistas con referato".

La OCDE realizó en 1980 una Conferencia sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología, cuyo fin fue alcanzar un acuerdo sobre indicadores de "output". Sesiones de trabajo especializadas analizaron cuatro categorías de indicadores:

1. *Actividad innovadora* (incluyendo innovación y estadísticas de patentes).
2. *Impacto de la CyTen la economía* (incluyendo comercio internacional y tecnología, balanza de pagos tecnológica y relación entre tecnología y productividad).
3. *Indicadores de la ciencia* (incluyendo análisis bibliométricos, índices de citaciones, etcétera).
4. *Diversos indicadores relativos al estado interno de la tecnología.*

En la publicación de *Los principales indicadores en Ciencia y Tecnología* (OCDE, 1993-1992) se reconoce que "no existen medidas directas de resultados de la ciencia y la tecnología, sino sólo *indicadores aproximativos* sobre datos recogidos para otros propósitos". El set de indicadores que se ofrece al respecto se refiere a:

- a) datos sobre patentes,
- b) balanza de pagos tecnológicos,
- c) de los productos de alto contenido tecnológico en los intercambios comerciales.

Como otro esfuerzo para conceptualizar indicadores de output cabe mencionar el documento de trabajo elaborado para la NSF por el Centro para Políticas Alternativas (Hill, Hansen and Maxwell, 1982) acerca de la factibilidad de nuevos indicadores de ciencia y tecnología. En él se

proponía un esquema interesante de correspondencia entre conceptos e indicadores:

Concepto	Indicadores
Orientación de la I+D	Organización de la I+D
Interacción científico-técnica entre universidades y empresas	Contratos y consultoría
Estímulo a la capacidad emprendedora de las grandes organizaciones	Firmas que utilizan los instrumentos de promoción
Producción y significación de nuevos productos	Número de nuevos productos y porcentaje sobre ventas
Transferencia de tecnología	Ingresos por Royalties, inversiones, etc.

5. Indicadores y países en desarrollo

Es notable el *retraso relativo* de América Latina en materia de indicadores de ACT, tanto en lo que se refiere a la disponibilidad de información confiable, como a la adopción de metodologías homogéneas y la elaboración de series comparables. Sin embargo, como se ha dicho antes, la solución al problema no puede provenir de una transposición mimética de los indicadores utilizados en los países industrializados. El *Manual de Frascati*, en su versión de 1981, hacía la salvedad de que estaba dirigido específicamente "a las necesidades de los países miembro de la OCDE que poseen sistemas científicos y económicos parecidos, lo que los distingue de aquellos otros países que no lo son".

Según la tesis de Croucher, los indicadores mencionados no se adaptarían a la realidad de los países en desarrollo, no tanto porque las fuentes de información sean menos confiables, sino por cuanto el esfuerzo en ciencia y tecnología de estos países no debe ser comparado con la performance de los industrializados, sino con el *grado de cumplimiento de los fines y objetivos* que establezca su propia política

de desarrollo. Sugería, en su reemplazo, la exploración de indicadores más relacionados con la adopción de *tecnologías apropiadas*.

También Christopher Freeman cuestionaba la utilidad de los indicadores tipo OCDE para los países en desarrollo, si bien su argumento estaba más relacionado con el tipo de industrialización que en ellos se llevó a cabo. En su opinión, para estos países no son tan interesantes los indicadores de I+D, por cuanto ésta tiene poca relevancia para el desarrollo. Más bien -afirmaba- deberían interesarles los indicadores relativos a los "servicios científicos y tecnológicos". Extremando el argumento, Freeman afirmaba que la elaboración del *Manual de Frascati* en cierta medida una oportunidad perdida, porque se habría limitado el esfuerzo a la I+D, y no se habría tomado en cuenta suficientemente a las otras ACT. La perspectiva adoptada reflejó exclusivamente el interés de los países industrializados porque los PVD no tenían sistemas desarrollados de I+D (no obstante, en la Argentina, el primer inventario del sistema científico nacional data de 1969).

Si extrapoláramos el pensamiento que en este mismo número expresa Jean Jacques Salomón podríamos, quizás, hacer una advertencia obvia: si bien no todos los países en desarrollo son iguales, en principio lo más interesante para todos ellos debería ser la utilización de indicadores relativos al desarrollo de la educación superior, como expresión de la madurez que alcance su "sistema técnico", entendido como la capacidad social de incorporar el cambio tecnológico.

La UNCTAD coincide, en líneas generales, con las posiciones anteriores. Los recursos destinados a producir conocimientos (I+D) constituyen la "parte" de las ACT que se registran como "insumos", afirma un documento de 1991, en el que se sostiene la tesis de que

en el caso de los países en desarrollo resulta útil adoptar una definición amplia de los elementos de insumo que incluya, además de las actividades de investigación y desarrollo (I+D), la *tecnología transferida* y el esfuerzo interno en términos de *formación de recursos humanos* o *inversiones* en maquinaria y equipo.

Y, en aparente coincidencia con las posiciones sustentadas por Salomón, define a la tecnología no solamente en función del equipo físico y del soporte lógico sino también del desarrollo de las aptitudes específicas para dominarla.

Casi todos los países latinoamericanos han creado estructuras especializadas en estadísticas de CyT. La Argentina, por ejemplo, aplicó muy rápidamente las recomendaciones de la UNESCO y ya en 1969 realizó su "inventario del potencial científico y tecnológico". Esta en-

cuesta, con el nombre de "Relevamiento de Recursos en Actividades de Ciencia y Tecnología" (RRACYT), fue repetida en dos oportunidades: 1982 y 1988. Sus datos son globalmente correctos, pero una aproximación a escala micro los torna dudosos. Por ejemplo, las cifras correspondientes a la investigación universitaria (que, a su vez, es más del 50% del total, en términos de recursos humanos) muestran distorsiones que con el tiempo se han hecho evidentes.

Las publicaciones comparativas, como el trabajo de GRADE recogido en el anuario 1988 del BID "Progreso económico y social de América Latina" mostraban una antigüedad de hasta diez años para algún país (era el caso del Brasil) y mínima de cuatro años para los más recientes (México y Venezuela). No es extraño que así haya sido, por cuanto los problemas relativos a la información sobre ciencia y tecnología en América Latina pueden ser caracterizados, en general, por la insuficiencia de datos y la dispersión de fuentes, la discontinuidad de los registros y relevamientos, la ausencia de un sistema integral de información, las dificultades de acceso a la información para distintos tipos de usuarios y -finalmente- por la debilidad y baja validez de muchos indicadores.

A la confiabilidad y actualización de los datos se agrega el carácter *idiosincrático* de los sistemas científicos y tecnológicos locales. Con frecuencia, los indicadores escogidos están inspirados en sistemas estadísticos de países desarrollados y presentan dificultades de aplicación en el contexto local. Así, Lea Velho recoge la discusión acerca de las categorías que mejor se adapten a las condiciones de la región, como la de *"investigador equivalente"* o la modificación del concepto de *"productividad científica"* para tomar en cuenta algunas desventajas comparativas de los investigadores latinoamericanos, tales como barreras de comunicación, dificultades para establecer y mantener equipos de trabajo, falta de recursos, etcétera.

Un problema adicional es el de la "cuidadosa elaboración de series históricas a precios constantes" para establecer el gasto en ciencia y tecnología, de modo que sea posible comprender su evolución real. Los países que padecemos o hemos padecido la hiperinflación sabemos las dificultades que esto significa para calcular un presupuesto en el que resulta determinante no solamente conocer las sumas asignadas o el total gastado al final del ejercicio, sino que es imprescindible establecer el momento exacto en el que se devengó el gasto. Lea Velho recoge también la propuesta de reunir "todas las estadísticas generadas en los intentos de planificar y administrar la ciencia, hacer los ajustes necesarios y luego *buscarlas teorías subyacentes*" (Velho, 1993).

No parece razonable que los países en desarrollo prescindan de realizar un esfuerzo de reflexión similar al que han llevado a cabo los industrializados. Por el contrario, deben tratar de establecer los indicadores más apropiados para sus políticas y para los desafíos y posibilidades que realmente les corresponden. Con este espíritu, en el Centro de Estudios e Investigaciones de la Universidad Nacional de Quilmes se lleva a cabo un proyecto denominado "*Desarrollo de Indicadores Comparativos en Ciencia y Tecnología para América Latina*". Este proyecto apunta a desarrollar nuevos indicadores y proponer nuevos procedimientos de recolección y sistematización de la información.

El proyecto tiene dimensión internacional, por cuanto se lleva a cabo en forma coordinada con la Universidad de Campiñas. Esta colaboración se expresará en la convocatoria a un encuentro-taller de expertos regionales, por parte de ambas universidades, para el que se cuenta con el apoyo de los organismos nacionales del Brasil y la Argentina, el programa CYTED y la UNESCO. El objetivo del taller, que se llevará a cabo en el mes de noviembre, será avanzar, a través de una reflexión conjunta, en la construcción de indicadores más actuales, confiables y adecuados a las características y problemas de la región.

Referencias bibliográficas

- Albornoz, Mario, "Ciencia y Tecnología en Argentina. Panorama general y principales problemas", documento de trabajo de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, agosto de 1989.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), "Progreso económico y social en América Latina", informe anual, 1988.
- Croucher, Jack, "Technology Indicators of Use for Developing Countries", paper no editado, 1987.
- Freeman, Christopher, "Recent Developments in Science and Technology Indicators: a Review", SSPRU, University of Sussex, noviembre de 1982.
- National science board, "Science & Engineering Indicators", editado por la National Science Foundation, Washington, 1993.
- OCDE, "Main Science and Technology Indicators 1993 - 2", París, 1994.
- OCDE, "La medición de las actividades científicas y técnicas/ *Manual de Frascati*", versión española editada por CDTI, Madrid, 1981.
- UNCTAD, "Los indicadores tecnológicos y los países en desarrollo", documento UNCTAD/ITP/TEC/19, Ginebra, 1991.
- Velho, Lea, "Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos", Martínez, E. (comp.), *Interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y el desarrollo: teorías y metodologías*, UNESCO *etal.*, 1993. •