



Boletín OCTI | No. 7 / noviembre, 2020

Indicadores de evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación



BOLETÍN OCTI No. 7, NOVIEMBRE DE 2020

Indicadores de evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación

OBSERVATORIO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN – OCTI

ESPECIALISTAS EJECUTIVOS ADJUNTOS:

Yudayly Stable Rodríguez

Ricardo Casate Fernández

AUTOR:

Roelvis Ortiz Núñez

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Marcos Jesús Peña Villa

Patricia Larrea Ortiz

Disponible en: <http://www.octi.cu>

Está permitida la reproducción total o parcial de esta obra y su difusión telemática siempre y cuando sea para uso personal de los lectores y no con fines comerciales.

© Instituto de Información Científica y Tecnológica, IDICT

Calle 18A entre 41 y 47. Reparto Miramar,
Municipio Playa. La Habana, Cuba.

Teléfono: (07) 2031851

La Habana, noviembre de 2020



CONTENIDO

<i>Evolución de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación</i>	4
<i>Importancia de los indicadores para la evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación</i>	7
<i>Principales indicadores para la evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación</i>	9
<i>Referencias</i>	10



Evolución de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación

Los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de cada país son extremadamente complejos y, a menudo, muy heterogéneos, lo que determina que el desarrollo y la difusión de la ciencia y la tecnología sean procesos complicados y muy difíciles de cuantificar.

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) apalancan el crecimiento y desarrollo económico generando bienestar de la población (Perfetti, 2009; OCDE & Eurostat, 2005). Para que los países avancen en su crecimiento y tengan un desarrollo sostenible se hace indispensable asumir las actividades de CTI (ACTI) como un factor crítico de transformación estructural de los mercados y ecosistemas a través del aprovechamiento de la generación de conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación. (CEPAL, 2016).

Para poder planificar, ejecutar y evaluar la actividad científica o técnica, se requiere necesariamente de un trabajo estadístico previo de toma de datos básicos y posterior análisis de los mismos para construir los indicadores válidos y comparables internacionalmente acerca de los aspectos cuantificables de los Sistemas de Ciencia y Tecnología, en cada país. (Sancho, 2001).

La CTI presenta una rápida evolución global después de la Segunda Guerra Mundial que se refleja en la evolución de los sistemas para su medición. Para sostener esta idea Geisler (2000) comenta que el estudio de la CTI y su evaluación comienza con los avances realizados en Estados Unidos justo después de la Segunda Guerra Mundial, apareciendo una creciente inversión en I+D pública y privada, y en su nivel de institucionalización.

Esta institucionalización se sustenta en diversos factores económicos, políticos y sociales que crean un ambiente propicio para el desarrollo de la ciencia. Siguiendo a este autor, estos factores son tres: el rápido desarrollo de invenciones e innovaciones en aquellos años de guerra, dada la utilidad de éstas en aspectos militares; la inversión masiva del gobierno que otorgó a la CTI, por ejemplo, el proyecto Manhattan que produjo la bomba atómica; y el reconocimiento del valor de la CTI como elemento estratégico de su fuerza militar.

Un breve recorrido histórico nos señala que “el primer país que utilizó información estadística sobre ciencia y tecnología fue la Unión Soviética en 1930. Posteriormente, en 1940 Estados Unidos comenzó a recopilar los primeros datos estadísticos sobre esta actividad. Y es en la posguerra cuando los estados dominantes e instituciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) comienzan a trabajar en la construcción de un sistema conceptual y metodológico consensuado” (Truffer, 2002: 2).

En el ámbito Iberoamericano e Interamericano se desarrolló la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) con un conjunto de indicadores disponibles en la web (www.ricyt.org).

Esta Red realiza análisis de la CTI en Iberoamérica, su evolución a lo largo de los años y una comparativa con otras regiones, ha desarrollado manuales regionales metodológicos y cuenta con una comunidad estrechamente vinculada a la red que permite mantener actualizada esa información y dar respuestas grupales a las nuevas necesidades, tales como indicadores de ciencia y género e impacto social de la ciencia.

El trabajo de la Red ha facilitado que América Latina cuente con un volumen de información estadística comparable en ciencia y tecnología que no está disponible en otros conjuntos de países en desarrollo, promoviendo cooperación científica con una visión regional. (RICYT, 2020).

En los años ochenta, surgió la Bibliometría y con su uso los indicadores bibliométricos de resultados de la ciencia. Se establecen también los indicadores de recursos humanos y los de productos de alta tecnología. Al mismo tiempo, comenzaron a enviarse a las empresas las primeras encuestas sobre innovación tecnológica, para la obtención de indicadores de innovación. En los años noventa, hay que añadir a esta lista nuevos indicadores, como son los de tecnologías de la información y las comunicaciones, o los de la sociedad de la información. (Sancho, 2002).

Este sistema conceptual y metodológico ayuda a homogenizar los datos y permite la comparación internacional en distintos periodos de tiempo, eliminando así los problemas iniciales que ocasionaba el que cada país tuviera sus propias estadísticas, indicadores y métodos de recolección de datos.

En este contexto, el Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (NESTI) junto con la OECD y otros organismos supra nacionales, han trabajado durante 40 años en la elaboración de manuales para ser la guía metodológica en la construcción de indicadores, que permitan mediciones y comparaciones internacionales.

Los manuales propuestos contienen lineamientos metodológicos a considerar para realizar la recolección e interpretación de datos, la normalización y construcción de indicadores, las normas de evaluación, las características que se deben medir, entre otras (RICYT, 2010).

En la Tabla 1, se presentan los principales manuales propuestos para la medición de CTI, conocidos como los manuales de la familia Frascati, y los manuales para la medición de la innovación, así como otros manuales orientados a medir aspectos de la CTI. Estos resultados evidencian que se ha requerido un gran esfuerzo en todo el mundo hasta disponer de estadísticas e indicadores válidos y comparables internacionalmente acerca de los aspectos cuantificables de los sistemas de ciencia y tecnología de cada país.

Tabla 1. Manuales de referencia para la construcción de indicadores de CTI

Grupo	Manual	Descripción
Manuales de la familia Frascati	Manual de Frascati (OCDE, 2002)	Establece normas para la medición de la Investigación y Desarrollo experimental (I+D) a través de encuestas.
	Manual de Cambera (OCDE, 1995)	Es una guía para la recolección e interpretación de datos sobre I+D.
	Manual de Balanza de Pagos tecnológica (Fondo Monetario Internacional, 2009)	Ofrece una metodología estándar para realizar las encuestas y la recolección de datos del comercio de tecnología.
	Manual de Patentes (OMPI, 2007)	Proporciona información sobre datos de patentes que son utilizados en la medición de ciencia y tecnología, la construcción de indicadores de la actividad tecnológica y la interpretación de datos relacionados con patentes.
Manuales de innovación	Manual de Oslo (OCDE & Eurostat, 2005)	Presenta los lineamientos para la recolección e interpretación de información concerniente a la innovación tecnológica.
	Manual de Bogotá (OCDE & Eurostat, 2005)	Se basa en el manual de Oslo y establece las pautas para la normalización y construcción de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe.
Otros manuales	Manual de Santiago (RICYT, 2007)	Propone la medición de la intensidad y de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología a nivel nacional o de organizaciones que realicen I+D en países iberoamericanos.
	Manual de Antigua - (RICYT & OEI, 2015)	Establece una metodología y recomendaciones prácticas para la implementación de encuestas nacionales de percepción pública de ciencia y tecnología.
	Manual de Buenos Aires – Avance (OEI & Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina, 2009)	Es un documento de avance que se orienta a la construcción de indicadores de carreras de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica.
	Recomendación relativa a la Normalización Internacional de las Estadísticas de Ciencia y Tecnología (UNESCO, 1978)	Propone un modelo estadístico orientado a la normalización de datos de actividades de I+D, Enseñanza y formación científica y técnica; y Servicios científicos y técnicos.

Fuente: elaboración con base en (RICYT, 2010).



Tomada de Internet

Importancia de los indicadores para la evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación

La necesidad de indicadores de ciencia y tecnología surge por parte de los Estados al requerir, por un lado, comparación y evaluación en el tiempo entre países y regiones, y por el otro, información que sustente la planificación y acción política, ya sea orientada tanto a objetivos globales o sectoriales, como a decisiones sobre las instituciones del sistema de ciencia y tecnología, tales como ubicar áreas prioritarias, promover procesos de innovación tecnológica, determinar necesidades de capacitación del personal científico, entre otros. (Truffer, 2002).

Para avanzar en este propósito, se han formulado políticas orientadas a fortalecer las capacidades de CTI; así mismo, se ha identificado la necesidad de hacer medición y seguimiento para tener elementos que

permitan realizar ajustes, tomar decisiones, asignar recursos, planificar acciones e ir consolidando los procesos de investigación, desarrollo científico e innovación (I+D+i).

La ciencia, tecnología e innovación también deben apoyarse en la medición como herramienta para su estudio y comprensión, y para su aplicación en políticas científicas y tecnológicas.

En un ambiente donde la CTI se institucionaliza, la medición se vuelve muy importante para poder determinar los programas en los que el Estado debe invertir, así como saber cuáles de estas inversiones impulsarán el desarrollo científico y cómo maximizar sus resultados. (Godin, 2002).

Los indicadores representan una medición agregada y compleja que permite describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, estado y evolución. Los indicadores de ciencia y tecnología expresan valores sobre dicha actividad en un país.

Los centros científicos y académicos los adaptan para cuantificar sus logros institucionales de manera general, por disciplina, por centros de investigación, etcétera. Los indicadores nacionales y los propios que genera cada institución científica señalan los logros obtenidos en estos sectores.

Estos indicadores permiten, entre otras estimaciones, la comparación de los niveles científicos relativos de los países y el reconocimiento de las áreas fuertes y débiles en ciencia.

Además, posibilitan a los países comparar entre sí sus inversiones y producción científica, así como buscar diferencias en los años de gestión, con la finalidad de obtener información que sea útil al momento de evaluar la relevancia y cuantía de la investigación científica.

Los indicadores de ciencia y tecnología también se consideran un reflejo del desarrollo de un país. En general, un país con valores altos en sus índices e indicadores sociales y económicos también presenta altas inversiones en estas esferas, adecuadas capacidades y recursos humanos formados, y un sector industrial que aprovecha dichas capacidades y que obtiene beneficios de la derivación de los conocimientos en productos y servicios.

También, los indicadores permiten medir el reconocimiento del trabajo científico, tanto si se hace por medio del número de artículos como mediante el número de citas y el factor de impacto acumulado por las revistas donde publican sus resultados.

Por tanto, los indicadores de ciencia, tecnología e innovación constituyen una herramienta para la toma de decisiones, como representaciones cuantitativas de los procesos y parámetros que definen el estado y las dinámicas de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación 



Principales indicadores para la evaluación de la ciencia, la tecnología y la innovación

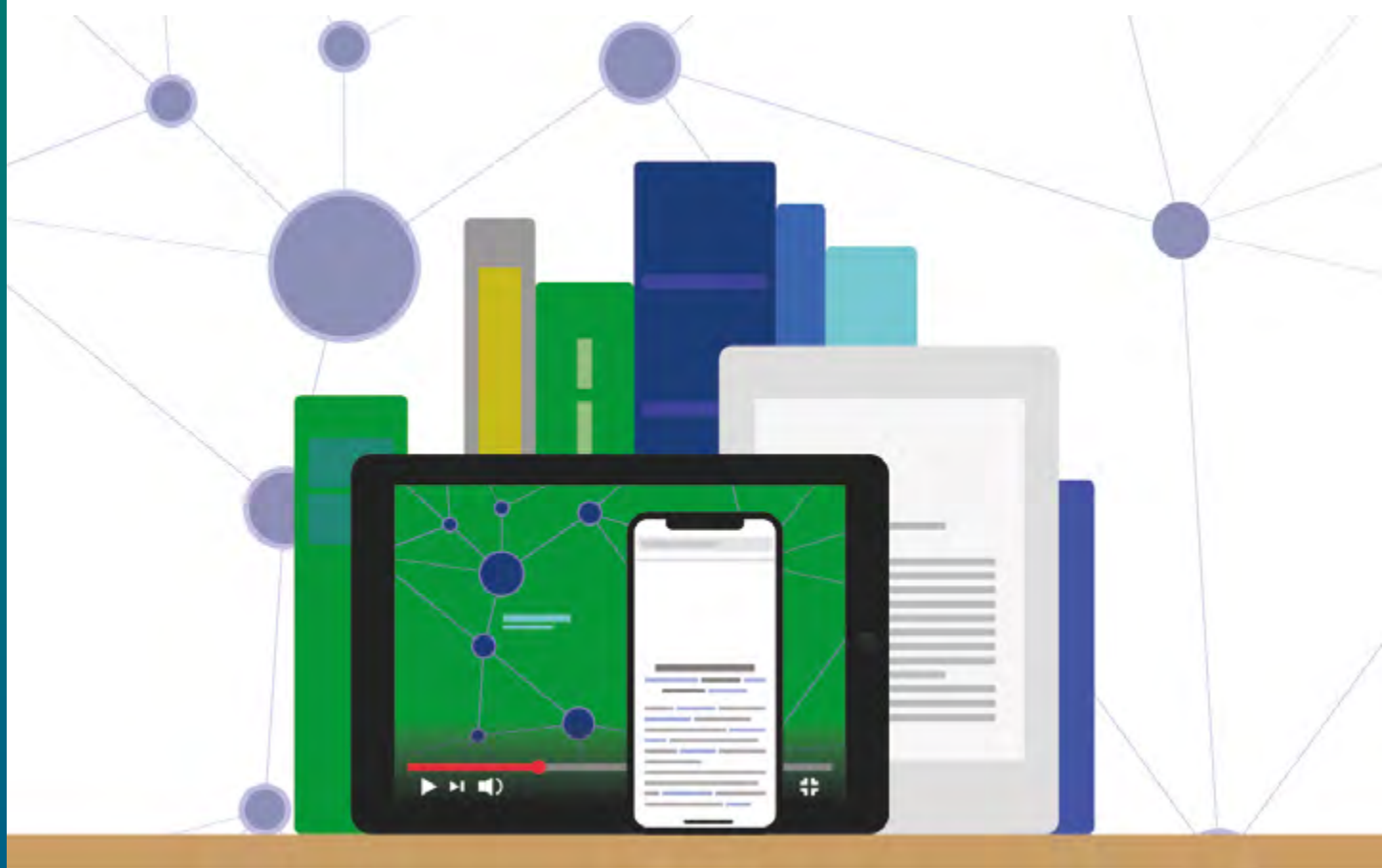
Existen diversas categorías y número de indicadores en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, pero las tres principales son: inversión, resultado e impacto. Para definir estas tres categorías, se retoma a Sancho (2002), quien define a los indicadores de inversión como aquellos que están relacionados tanto con los gastos como con el recurso humano dedicados a la CTI.

Los indicadores de resultado corresponden a los bienes producidos durante el proceso de innovación, es decir los beneficios que resultaron de ciertas inversiones en CTI. Los indicadores de impacto (impact) también son de resultado pero se distinguen particularmente por generar crecimiento en la economía de un país (PIB) de alguna manera y un ejemplo son las exportaciones de bienes de alta tecnología (Comercio en Industrias de Alta Tecnología).

- **Indicadores de Inversiones y gastos en I+D.** Mide los recursos nacionales dedicados a CTI. Muestra la importancia relativa concedida a la I+D, en un país, en relación con otros objetivos del Estado y el esfuerzo relativo realizado por este para crear nuevo conocimiento y para diseminar o transferir el ya existente. Es un indicador de “input”, lo que significa que mide solo el esfuerzo dedicado a I+D, pero no la eficacia con la que dicho esfuerzo llega a producir nuevo conocimiento. Entre los principales indicadores se encuentran: **Indicadores de Financiación Pública destinada a I+D e Indicadores de Gastos en Actividades de I+D (en relación al PIB, por habitante, por investigador, por tipo de actividad, por sector de financiamiento, por sector de ejecución y por disciplina científica).**
- **Indicadores de Recursos Humanos dedicados a I+D.** Mide los recursos humanos, tanto activos como potenciales, esenciales para la generación y distribución del conocimiento, estrechamente vinculados al desarrollo económico y social. Entre los principales indicadores se encuentran: **Personal dedicado a I+D y Efectivos de Personal dedicado a I+D (por género, sector de empleo, disciplina científica y nivel de formación).** Entre los indicadores sobresalen el número de nuevos doctores en relación con la población activa, lo cual expresa el porcentaje de recursos humanos altamente calificados disponibles para I+D; la proporción de mujeres en el total de investigadores; el número de becas ejecutadas y las reservas calificadas disponibles para I+D.
- **Indicadores de resultados de la actividad científica. Bibliometría** (publicaciones de artículos, libros, etc.). Estudia las características y comportamiento de la ciencia y la tecnología a través de las publicaciones científicas. Es un indicador cuantitativo, aunque cuando se emplea el análisis de citas se le da un carácter cualitativo. Entre los principales indicadores se encuentran: **Producción y productividad científica, Especialización científica, Impacto y visibilidad basados en citas, Dinámica y colaboración científica.**
- **Indicadores de resultados tecnológicos. Patentes.** Constituyen una valiosa fuente de información del desarrollo tecnológico y, normalmente, son producto de actividades de I+D llevadas a cabo con éxito. Mide las actividades tecnológicas

de las empresas y países. Se utilizan también como indicadores de innovación, aunque, en realidad, son indicadores de invenciones. Entre los principales indicadores se encuentran: Índice de dependencia tecnológica, Índice de difusión tecnológica, **Índice de autosuficiencia tecnológica, Especialización tecnológica, Balanza de Pagos Tecnológicos, Innovación tecnológica, Productos de alta tecnología.**

- **Indicadores de la sociedad de la información.** Miden la demanda y oferta de la infraestructura necesaria para dar apoyo a las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como de los servicios relacionados y sus aplicaciones, en particular, del comercio electrónico. Entre los principales indicadores se encuentran: **Hábitos de consumo en la población, Infraestructura, Aplicaciones y servicios en red, Industria TIC's** 



Referencias

- **CEPAL. (2016).** CEPAL destaca importancia de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sostenible [Institucional]. <http://www.cepal.org/es/noticias/la-cepal-destaca-importancia-ciencia-tecnologia-innovacion-desarrollo-sostenible>
- **Fondo Monetario Internacional. (2009).** Manual de Balanza de Pagos y Posición de Inversión Internacional. <https://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/bop/2007/bopman6s.pdf>
- **Geisler, E. (2000).** The metrics of science and technology. USA: Quorum Books.

- **OCDE. (1995).** The measurement of scientific and technological activities. Manual on the measurement of human resources devoted to S&T «Canberra Manual». <http://www.oecd.org/sti/inno/2096025.pdf>
- **OCDE. (2002).** Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. FECYT-Fundación Española Ciencia y Tecnología.
- **OCDE & Eurostat. (2005).** Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. <http://www.dgi.ubiobio.cl/dgi/wp-content/uploads/2010/07/manualdeoslo.pdf>
- **OEI & Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina. (2009).** Hacia el Manual de Buenos Aires. Indicadores de Carreras de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/44-relatoria-del-taller-haciael-manual-de-buenos-aires-indicadores-de-carreras-de-recursos-humanos-panorama-de-la-participacion-de-la-mujer-en-las-actividades-de-investigacion-y-desarrollo
- **OMPI. (2007).** Manual de la OMPI de redacción de solicitudes de patente. http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/patents/867/wipo_pub_867.pdf
- **Perfetti, J.J. (2009).** Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+I). Fedesarrollo, la Corporación Andina de Fomento (CAF). <https://www.caf.com/media/3785/CienciaTecnologiaInnovacion.pdf>
- **RICYT. (2007).** Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología – Manual de Santiago. http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/1-manual-de-santiago
- **RICYT. (2010).** Manuales de referencia para la construcción de indicadores [Institucional]. http://innovacion.ricyt.org/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=11
- **RICYT. (2020).** El estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2020/11/ElEstadoDeLaCiencia_2020.pdf
- **RICYT & OEI. (2015).** Manual de Antigua - Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología. <http://www.ricyt.org/files/MAntigua.pdf>
- **Sancho, R. (2001).** Directrices de la OCDE para la obtención de indicadores de ciencia y tecnología. Madrid, España. http://micitt.go.cr/encuesta/docs/docs_tecnicos/ocde_directrices_para_indicadores_ciencia_y_tecnologia.pdf
- **Sancho, R. (2002).** Indicadores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. Economía Industrial, 343: 97-109.
- **Truffer, I. (2002).** ¿Qué son los indicadores de C y T? Evaluación de las actividades científico tecnológicas a través de indicadores. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER).
- **UNESCO. (1978).** Recomendación relativa a la Normalización Internacional de las Estadísticas de Ciencia y Tecnología. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001140/114032Sb.pdf>



Nuestra información de contacto



octi@idict.cu



7203 1851



Calle 18A Entre 41 y 47, Habana Cuba, 10200

The collage displays various digital outputs of OCTI:

- Mobile App:** Shows the OCTI app interface with a map of Cuba, contact information, and a list of publications.
- Website:** Displays the OCTI website homepage with the logo, navigation menu, and a section for 'BOLETINES OCTI' (OCTI Bulletins) with a 'DESCARGAR' (Download) button.
- Social Media:** Shows a Twitter profile for @OCTICuba with a bio, followers, and a tweet about COVID-19 cases.
- COVID-19 Dashboard:** A table showing COVID-19 statistics for Cuba.

INDICADOR	VALOR
NUEVOS CASOS	26
FALLECIMIENTOS	5
ALTAS MÉDICAS	4

Below the dashboard, there are logos for various institutions including the Ministry of Science, Technology and Innovation, and the Ministry of Health.

 /octicuba

 @octicuba

<http://www.OCTI.cu>

