

Víctor Hugo **Guadarrama** Atrizco  
Francisco Javier **Manzano** Mora

# Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación



FORO  
CONSULTIVO  
CIENTÍFICO Y  
TECNOLÓGICO, AC

# INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN





**Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC**

Calle Melchor Ocampo 305  
Barrio Santa Catarina, Coyoacán  
CP 04010, Ciudad de México  
[www.foroconsultivo.org.mx](http://www.foroconsultivo.org.mx)  
[foro@foroconsultivo.org.mx](mailto:foro@foroconsultivo.org.mx)  
Teléfono: +52 (55) 5611-8536

**Responsable de la edición:**

José Franco  
Adriana R. Guerra Gómez

**Autores:**

Víctor Hugo Guadarrama Atrizco  
Francisco Javier Manzano Mora

**Corrección de Estilo:**

Teresa Martínez Arana

**Diseño Editorial:**

Daniel Moreno Alanís  
Zurisadai Palomera Galván

**ISBN: En trámite**  
**DR Agosto 2016, FCCyT**  
**Impreso en México**

---

# INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

---

Víctor Hugo Guadarrama Atrizco  
Francisco Javier Manzano Mora

## DIRECTORIO FCCYT

**DR. JOSÉ FRANCO**

Coordinador General

**LIC. ADRIANA R. GUERRA GÓMEZ**

Secretaría Técnica

**DR. JAIME MARTUSCELLI QUINTANA**

Coordinación Adjunta de Educación Superior y Posgrado

**LIC. JESÚS DE LA ROSA IBARRA**

Coordinación Adjunta de Innovación

**DRA. GLORIA SOBERÓN CHÁVEZ**

Coordinación Adjunta de Investigación Científica

## MESA DIRECTIVA

**Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi**

Academia Mexicana de Ciencias

**Dr. Jaime Parada Ávila**

Academia de Ingeniería

**Dr. Enrique Graue Wiechers**

Academia Nacional de Medicina de México

**Mtro. Arturo Vaca Durán**

Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico

**Mtro. Jaime Valls Sponda**

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

**Mtro. Manuel Herrera Vega**

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos

**Sr. Benjamín Grayeb Ruiz**

Consejo Nacional Agropecuario

**Mtro. Gustavo de Hoyos Walther**

Confederación Patronal de la República Mexicana

**Sr. Enrique Guillén Mondragón**

Cámara Nacional de la Industria de Transformación

**Dr. Carlos Karam Quiñones**

Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología

**Dr. Enrique Graue Wiechers**

Universidad Nacional Autónoma de México

**Dr. Enrique Fernández Fassnacht**

Instituto Politécnico Nacional

**Dr. José Mustre de León**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

**Dr. Jaime Labastida Ochoa**

Academia Mexicana de la Lengua

**Dr. Andrés Lira González**

Academia Mexicana de Historia

**Dr. Sergio López Ayllón**

Sistema de Centros Públicos de Investigación

**Dr. Óscar F. Contreras Montellano**

Consejo Mexicano de Ciencias Sociales

**Dra. Teresita Corona Vázquez**

**Dra. Ma. Elena Medina-Mora Icaza**

**Dra. Norma Laura Heredia Rojas**

Investigadoras electas del Sistema Nacional de Investigadores

# ÍNDICE

1.	Introducción .....	7
2.	Elementos conceptuales .....	9
2.1	Definición, importancia, uso y abuso .....	9
2.2	Etapas de desarrollo .....	16
2.3	Tradiciones de estudio .....	18
2.4	Enfoques de medición .....	19
3	Elementos empíricos .....	21
3.1	Manuales metodológicos .....	21
3.1.1	Manuales de la OCDE .....	21
3.1.2	Manuales de la RICYT .....	27
3.1.3	Algunas limitaciones de la “Familia Frascati” .....	30
3.1.4	Manual y anexos de apoyo: UNESCO .....	31
3.2	Aporte de algunos organismos internacionales .....	34
3.2.1	BID .....	34
3.2.2	OEA .....	34
4	Los indicadores en el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) .....	35
5.	Reflexiones en torno a la construcción de indicadores a nivel entidad federativa .....	51
	Bibliografía .....	53



# 01

## INTRODUCCIÓN

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) se han convertido en factores determinantes para el crecimiento económico de los países. Ante ese panorama, responsables públicos han comenzado a interesarse por diseñar políticas que las incentiven, promoviendo, por un lado, la generación de recursos humanos altamente calificados, y por el otro, el flujo de conocimiento entre el gobierno, la academia, el sector productivo y la sociedad.

Los indicadores de CTI, como Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) como porcentaje del PIB; Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCYT); número de investigadores, personal total e investigadores dedicados a actividades científicas y tecnológicas; número de artículos publicados y patentes, constituyen uno de los insumos más importantes para la formulación de este tipo de políticas, ya que permiten monitorear las actividades de investigación y desarrollo (I+D) realizadas a nivel nacional, regional, local y/o sectorial.

Entre el vasto número de trabajos realizados por organismos internacionales, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –Iberoamericana e Interamericana– (RICYT), el análisis de los indicadores de CTI ha sido un tema central. Es precisamente mediante este medio que se ha desprendido la mayoría de las recomendaciones de políticas de CTI que tratan de implementar dentro de sus países miembros.<sup>1</sup>

---

1. Los países miembros de la OCDE para 2015 son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Eslovenia, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza y Turquía. Por otro lado, la RICYT está conformada por todos los países de América Latina y el Caribe más España y Portugal.



Dada su relevancia, este documento analiza las particularidades de los indicadores de CTI a nivel internacional y su aplicación en México. Se compone de cuatro secciones. Después de esta introducción le sigue la sección dos, que explica diversos elementos de orden conceptual, tales como: definición, importancia, uso y abuso; además de sus etapas de desarrollo, tradiciones de estudio y enfoques de medición. La finalidad es preparar el escenario para que en la sección tres se profundice en el plano empírico a través de la revisión de los manuales metodológicos realizados por la OCDE y la RICYT, de algunas limitaciones de la "Familia Frascati" y del manual y anexos de apoyo elaborados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). De igual manera se expone el aporte de otros organismos internacionales, como es el caso del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización de Estados Americanos (OEA), para la realización de manuales y encuestas sobre CTI. En la última sección se detalla el procedimiento de aplicación de indicadores en México, específicamente por parte del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT).

## 02

## ELEMENTOS CONCEPTUALES

## 2.1 DEFINICIÓN, IMPORTANCIA, USO Y ABUSO

Los indicadores económicos, como las tasas de crecimiento, empleo, inflación y productividad, aparecieron durante la década de los años treinta como un deseo por medir el alcance y los efectos económicos que tuvo la Gran Depresión de 1929. Asimismo, los primeros indicadores sociales –actividades políticas, sociales y económicas de las mujeres, administración pública, leyes e instituciones legales, comunicación, salud y medioambiente, actividades de entretenimiento y tendencias en el crecimiento poblacional– fueron desarrollados durante ese periodo (*President's Research Committee on Social Trends, 1933*). No obstante, su término se generalizó en la década de los sesenta (Bauer, 1966; Sheldon y Moore, 1968).

El auge por cuantificar cada vez más y mejor las tendencias y condiciones sociales influyó considerablemente en el desarrollo de indicadores para el campo de la CTI.<sup>2</sup> En otras palabras, el desarrollo de indicadores de CTI forma parte de un “movimiento” por cuantificar, pero sobre todo por definir, entender y medir fenómenos sociales (General Accounting Office (GAO), 1979; Godin, 2003).

La medición de la CTI en los países ha sido llevada a cabo por organismos como National Science Foundation (NSF) y la OCDE desde las décadas de los años cincuenta y sesenta, respectivamente. A pesar de eso, uno de los más completos y

*El auge por cuantificar cada vez más y mejor las tendencias y condiciones sociales influyó considerablemente en el desarrollo de indicadores para el campo de la CTI*

---

2. Godin (2005) menciona que la medición de la CTI no constituye una estadística económica, ya que no se refiere, al menos históricamente, a la estimación de “bienes económicos” producidos por la ciencia, sino más bien con las actividades de los productores de conocimiento, como universidades, institutos de educación superior, centros de investigación, entre otros. No obstante, su medición es, al igual que las estadísticas económicas y sociales, producidas por el Estado.

reconocidos proyectos de investigación sobre indicadores de CTI, denominado "Project on the History and Sociology of Science and Technology Statistics", encabezado por Benoît Godin, resalta la falta de comprensión y escasa producción, no sólo histórica, sino también conceptual en la literatura sobre distintos términos, entre ellos el de "indicador".<sup>3</sup>

Pero *¿qué entender por indicador?* Los esfuerzos por tener una definición se remontan a 1969, cuando el entonces presidente de Estados Unidos, Lyndon Baines Johnson, encomendó al en ese entonces Department of Health, Education and Welfare, desarrollar un reporte donde se presenten indicadores y estadísticas sociales del país. El reporte, denominado "Towards a Social Report" y publicado en 1970, definió "indicador" como:

Una estadística de interés normativo directo que facilita juicios concisos, exhaustivos y equilibrados sobre la condición de los principales aspectos de una sociedad. Es en todos los casos una medida directa de bienestar y está sujeta a interpretaciones de que, si cambia en la dirección "correcta", mientras otras cosas se mantienen iguales, las cosas o las personas han mejorado su situación (Department of Health, Education and Welfare, 1970: 97).

Es así que, a inicios de la década de 1960 y con una perspectiva enfocada a la CTI, la National Science Board (NSB) de la NSF publica dos reportes: i) "Science Indicators (1972)";<sup>4</sup> y, ii) "Science Indicators (1974)". Este último mencionaba que:

Los indicadores tratan de medir y reflejar la ciencia en Estados Unidos para demostrar sus fortalezas y debilidades y seguir su carácter cambiante. Los indicadores actualizados regularmente pueden proporcionar alertas tempranas de eventos y tendencias que podrían debilitar la capacidad de la ciencia –y su tecnología relacionada– para la satisfacción de las necesidades de las naciones (NSB, 1975: 7).

Por su parte, la OCDE, considerando la última definición y en un plano general, se refirió a "indicador" como:

Una serie de datos que mide y refleja el esfuerzo en ciencia y tecnología de un país, demuestra sus fortalezas y debilidades y sigue su carácter notablemente cambiante con el objetivo de proporcionar alertas tempranas de eventos y tendencias que podrían debilitar su capacidad de satisfacer las necesidades de los países (OCDE, 1976: 6).

3. "Project on the History and Sociology of Science and Technology Statistics" es un proyecto de investigación financiado por Canadian Social Sciences and Humanities Research Council, cuyo principal objetivo desde 2000 ha sido analizar: i) los conceptos involucrados cuando se habla de innovación (cambio, novedad, originalidad, invención, creatividad, entre otros); ii) el significado de los conceptos desarrollados; iii) los discursos seguidos sobre innovación; iv) los valores involucrados en los debates; v) las teorías y los marcos conceptuales desarrollados para explicar la innovación; vi) el contexto de surgimiento; y, vii) la medición de la innovación. Como resultado, se cuenta para 2015 con más de 40 trabajos relacionados a las temáticas mencionadas.

4. El primer reporte denominado "Science Indicators (1972)" constituyó un gran esfuerzo por desarrollar indicadores del estado de la ciencia de Estados Unidos desde un enfoque empresarial. En ese reporte se presenta un conjunto de índices que revela las fortalezas y debilidades de la ciencia y tecnología en ese país en términos de la capacidad y desempeño de las empresas en la contribución de los objetivos nacionales. Incluso sirvió como modelo para el diseño de reportes para varias organizaciones, como la OCDE, con "Science and Technology Indicators", en 1984, que fue reemplazado por "Main Science and Technology Indicators", en 1988 y, Eurostat con "European Report on Science and Technology Indicators", en 1994; además de varios países, particularmente Francia con "Science et Technologie: Indicateurs", en 1992 y de "Latinoamericanos con Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología", en 1996 (Godin 2003).

Como se observa, la definición planteada por la OCDE –que suele ser usada recurrentemente en el ámbito académico– tiene mucha semejanza a la propuesta por la NSB, con algunas modificaciones que tratan de acentuar su generalidad tomando en cuenta que está integrada por un conglomerado de países. Es relevante destacar que las definiciones no sólo del término “indicador” sino también de otros, como el de I+D,<sup>5</sup> e incluso la metodología adoptada por la OCDE, RICYT y UNESCO –analizada en el apartado 3.1– han sido inspiradas principalmente por la NSB (Godin, 2001).

El origen de las definiciones antes señaladas va más allá de un orden cronológico de publicación, en el que la NSB llevó la delantera. Los reportes de esta organización se beneficiaron en gran medida de las experiencias previas de la OCDE con una serie de indicadores (Godin, 2002 y 2003). El análisis realizado en 1965 por Christopher Freeman y Alison Young, que al usar estadísticas sobre inversión, mano de obra, balanza de pagos tecnológica, patentes y migración en siete países (Alemania, Bélgica, Francia, Países Bajos, Reino Unido, Estados Unidos y la ex Unión Soviética) se constituyó como el primer documento en recolectar varios indicadores e identificar el rezago en el esfuerzo de I+D entre Europa y Estados Unidos, también conocido como brecha tecnológica.<sup>6</sup>

Dejar de lado la precisión de ciertos términos, tales como “estadística”, “dato” y “medida”, podría llevar a confusiones y usos imprudentes. Por esta razón es fundamental su aclaración. Smith (1998) analiza en su trabajo las dos primeras, refiriéndose a “estadística” como la información cuantitativa recolectada de acuerdo con definiciones bien precisas o procedimientos de muestreo o censo que permiten una descripción de la actividad en una población determinada, como por ejemplo: las estadísticas económicas de producción o las actividades de I+D entre empresas de una región o país.

Define “dato” como la unidad de información cuantitativa en relación con algún proceso que puede ser medido; esto puede ser reflejado a través del conteo de patentes y su distribución por área científica y/o por continente, bloque económico, país o empresa.

Del mismo modo, el autor explica que un “indicador” debe ser entendido como la combinación de estadística y dato en formas que permitan su análisis, así como la idea de la inversión en I+D, que es la proporción del gasto en I+D realizado por una industria o país, que a su vez refleja su compromiso por invertir.

Con respecto a “medida”, la GAO (1979) menciona que es un sustituto numérico o una descripción parcial de algún aspecto empírico de un fenómeno que, a diferencia de la métrica, no representa una medición sistemática de datos (Litan y Wyckoff, 2012).

---

5. Conforme al Manual de Frascati, la I+D comprende “el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones.” (OCDE, 2002: 30).

6. Para profundizar en la teoría de brechas tecnológicas, véase Posner (1961).

*Los indicadores se delinean para ser usados principalmente por el sector gubernamental; por lo tanto, el éxito en la formulación de políticas en el área de CTI depende imperiosamente del acceso que se tenga a datos confiables y bien definidos*

Los indicadores –en su sentido más amplio–, al no definir en su totalidad un fenómeno determinado pero sí reflejar algunos aspectos de éste, dan la pauta a diversas conceptualizaciones desde distintos enfoques disciplinarios. En efecto, bajo un enfoque económico, el análisis se concentraría en recursos cuantificables y resultados; bajo uno filosófico se enfatizaría en el progreso y evolución del fenómeno y, bajo uno social, se examinaría su dinámica dentro del ambiente que lo rodea (GAO, 1979). Sin duda, los indicadores, al ser estudiados no sólo bajo perspectivas sociales sino también formales, podrían facilitar la interpretación de procesos complejos, como la innovación. Aquí cabría preguntarse: *¿en dónde radica la importancia de la recolección de indicadores de CTI?*

De acuerdo con Archibugi, Denni y Filippetti (2009) existen al menos tres razones que resaltan su importancia: la teórica, la informativa y la estratégica. La primera corresponde al *análisis teórico* que puede desprenderse, ya que es posible que sea utilizado para ampliar la frontera del conocimiento sobre cambio tecnológico y comprobar o refutar teorías de su efecto en el crecimiento económico, productividad, competitividad y empleo. Al respecto, el enfoque de medición de tipo cuantitativo –retomado en el punto 2.4– ha sido capaz de reflejar las características, estructuras y dinámicas de la totalidad de una población determinada, esto con la finalidad de elaborar hipótesis para su comprobación por medio de técnicas estadísticas o econométricas, lo que proporciona robustez al análisis.

En cambio, el enfoque de medición de tipo cualitativo que, si bien ha enriquecido el discernimiento de la innovación a través del estudio de caso de empresas o agentes intensivos en I+D, ha sido ignorado (Freeman y Soete, 2009) debido a que su análisis cubre generalmente una población pequeña, lo que impide realizar generalizaciones (Smith, 1998).

La segunda razón, la informativa, resalta la importancia de la recolección de indicadores de CTI porque constituye la *principal fuente de información para el diseño e implementación de políticas de CTI*, lo que permite identificar las fortalezas y debilidades y al mismo tiempo las oportunidades y amenazas que podría presentar un país, región, estado y/o sector empresarial.

Los indicadores se delinean para ser usados principalmente por el sector gubernamental; por lo tanto, el éxito en la formulación de políticas en el área de CTI depende imperiosamente del acceso que se tenga a datos confiables y bien definidos. Esto con la finalidad de incentivar procesos más interactivos y menos lineales entre académicos y *“policy makers”*. El diálogo debe informar claramente sobre la disponibilidad de datos, información y técnicas, además de las posibles limitaciones que podrían presentarse (Marburger, 2007 y Gault, 2007).

La razón estratégica se refiere a la importancia de la CTI en el sentido en que representa el *insumo fundamental para el establecimiento de estrategias empresariales*, suministrando a empresas –no sólo grandes sino también Pequeñas y Medianas (PyMEs)– de información oportuna sobre nuevos desarrollos tecnológicos, y más aún del contexto geográfico donde podrían desarrollar sus actividades de I+D.

Desde esta visión, Eerden y Saelens (1991) encontraron que la principal ventaja de utilizar este tipo de indicadores en la planeación estratégica de una empresa que pertenece a la industria de alta tecnología, es que muestra objetividad en la evaluación de sus capacidades científicas y tecnológicas. De hecho, utilizado en empresas que contienden puede lograr que las nuevas tendencias que siguen los competidores se manifiesten mucho antes de que se reflejen en el mercado.

Al considerar estas tres razones sobre las que yace la importancia de la recolección de indicadores de CTI, es posible suponer que su aplicación podría estar –aunque no exclusivamente– asociada al uso del sector académico, gubernamental y empresarial de un espacio geográfico determinado, respectivamente. Sin embargo, el potencial que tiene para la sociedad en general continúa siendo una interrogante en gran parte de la literatura especializada.

Como se evidencia, el uso de indicadores en el área de la CTI se refleja en la toma de decisiones y, con ello, en la elaboración de políticas o estrategias por parte del sector público y privado. Godin (2000) menciona que los gobiernos utilizan indicadores para dos fines: el primero, y desde una perspectiva Weberiana, para cumplir una función similar a la ciencia, que es informar e iluminar; el segundo, para desempeñar una función simbólica e ideológica, es decir, transparentar y legitimar sus discursos y decisiones políticas.

En esa arena de acción, Gault (2010) señala que *los indicadores de CTI son usados para cuatro propósitos políticos: i) monitorear; ii) comparar; iii) evaluar; y, iv) pronosticar.*<sup>7</sup> El trabajo coincide con el reporte de National Academy of Sciences, realizado por Hall y Jaffe (2012), al establecer que los indicadores de CTI son usados para: i) evaluar el desempeño y “benchmarking”, partiendo de la idea ampliamente aceptada que a una mayor tasa de inversión en I+D se obtendría una mayor tasa de productividad y crecimiento; así es posible observar si un país ha incrementado, mantenido o disminuido su inversión a lo largo del tiempo con respecto a otros y determinar la conducta de su actividad innovadora; ii) informar para el diseño de políticas de CTI, proveyendo de información detallada con la finalidad de modificar el comportamiento de los agentes que la ejercen e implementan; iii) informar para la toma de decisiones del sector privado, las empresas y organizaciones sin fines de lucro que utilizan estos indicadores para decidir las oportunidades de negocio o áreas de investigación en que podrían incursionar, y iv) facilitar la investigación en ciencias sociales por medio de la construcción y validación de modelos que permitan comprobar o establecer nuevas hipótesis en torno a la relación entre innovación y crecimiento económico.

*La razón estratégica se refiere a la importancia de la CTI en el sentido en que representa el insumo fundamental para el establecimiento de estrategias empresariales*

*Los indicadores de CTI son usados para cuatro propósitos políticos: i) monitorear; ii) comparar; iii) evaluar; y, iv) pronosticar*

7. En particular, China está direccionando sus indicadores de CTI sobre dichos propósitos: i) al monitorear sus sistemas de innovación y clústeres industriales; ii) al compararse internacional y provincialmente; iii) al evaluar el desempeño de la inversión pública en I+D, institutos públicos de investigación y laboratorios nacionales dedicados a las tecnologías de la información y comunicación, biotecnología, energía, salud, servicios basados en conocimiento, entre otros; y; iv) al pronosticar apoyándose en sus datos recolectados.

La experiencia en Estados Unidos, Japón y algunos países europeos es recogida en el trabajo de Grupp y Mogee (2004ab) que ilustra la manera en que los indicadores de CTI han sido usados en sus políticas. En el primer caso y retomando “Science Indicators (1972)”, las patentes fueron el principal instrumento para mostrar que la tecnología comercializada –en ese tiempo– se estaba construyendo a partir de los fondos de investigación básica otorgados por el gobierno. De hecho, los presupuestos concedidos por la NSB y la NSF a las diversas áreas científicas son asignados dependiendo de la comercialización de su tecnología desarrollada.<sup>8</sup>

Determinar el lugar que ocupa Estados Unidos con respecto a otros países y así solicitar el incremento en el financiamiento de proyectos de investigación, han sido también algunos usos que le dan otros organismos, como The Government Performance and Results Act, The Congress, The Office of Management and Budget, The Council on Competitiveness,<sup>9</sup> The Office of Naval Research, The Department of Defense, The Department of Energy, entre otros.

Por su parte, en un inicio Japón concentró sus esfuerzos en el análisis de la inversión en I+D con el “Report on the Survey of Research and Development”, realizado por la Management and Coordination Agency desde 1991, y luego con su principal reporte en inglés “Science and Technology Indicators”, elaborado anualmente por el National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP). Considerando la intensa competencia internacional entre países desarrollados, Japón decidió incrementar las capacidades nacionales no sólo en ciencia y tecnología, sino también en la formulación de políticas<sup>10</sup> a través de la creación de la Basic Law on Science and Technology, en 1995, y sostenerla desde 1996 con el First Basic Plan for Science and Technology (NISTEP, 2004).

Por último, algunos países europeos parecen usar los indicadores de CTI principalmente para la realización de “benchmarking” y ejercicios de prospectiva que permitan identificar las buenas prácticas y adaptarlas al contexto de cada país, así como anticipar y analizar el impacto de los cambios sociales a través del tiempo a fin de esclarecer sus potenciales respuestas (Medina y Ortegón, 2006).<sup>11</sup> Alemania con el “Federal Research Report”; Francia con “Science et Technologie Indicateurs”; Reino Unido con “Business, Innovation and Skills Performance Indicators:

8. Las decisiones tomadas por la NSF basadas en indicadores de CTI fueron: i) resolver el desembolso de fondos para investigación básica; ii) formular programas de CTI direccionados a mujeres y/o grupos minoritarios; iii) estimular la inversión en I+D industrial; iv) atender el cambio de la distribución de la inversión en I+D entre instituciones académicas e industriales, e v) incrementar la asignación de fondos para I+D en el sector energético (NSF, 1978).

9. Tal organismo desarrolla sus propios indicadores de CTI enfocado en el análisis de patentes y de industrias intensivas en conocimiento.

10. Basado en información contenida en la página web de NISTEP: National Institute of Science and Technology Policy, disponible en: <http://bit.ly/1KbKaY7>, fecha de acceso: enero de 2016.

11. Tales autores mencionan que “hacer prospectiva implica explorar la incertidumbre, elaborar hipótesis razonadas, fuertemente sustentadas, con rigor en el método, el proceso y el contenido. (...) El fundamento no es buscar el criterio de verdad en la correspondencia entre el futuro y la realidad, sino estimular la capacidad de responder oportuna y efectivamente a circunstancias cambiantes. Se trata de proveer buenas respuestas con anticipación para cuando se presenten los problemas” (Medina y Ortegón, 2006: 149).

Knowledge and Innovation";<sup>12</sup> Italia con "Statistics on Research and Innovation";<sup>13</sup> los Países Bajos con "Science, Technology and Innovation Indicators",<sup>14</sup> entre otros.

Litan y Wyckoff (2012) señalan que al utilizar indicadores de CTI desde cualquier enfoque disciplinario es vital tener en cuenta las siguientes precauciones: i) los indicadores pueden enviar señales confusas, por ello se requiere del criterio de expertos para su interpretación al valorar los espacios geográficos y sectores donde se pretende establecer cualquier tipo de política; ii) una métrica dada podría alterar la conducta de los agentes y sus prácticas, transmitiendo malas directrices y prácticas, y iii) algunos indicadores que reflejan la importancia de la I+D a la sociedad podrían ser engañosos, por ejemplo, el bienestar social, que es difícil de medir a través de la innovación.

El uso de indicadores de CTI ha traído consigo, como podría ocurrirle a cualquier otro indicador, a frecuentes abusos. Freeman y Soete (2009) mencionan que este abuso es el resultado de la interacción entre oferta y demanda, debido a que la enorme facilidad para acceder y descargar estadísticas de CTI ha simplificado el trabajo de organismos públicos y privados, además de incentivar la comparación entre países, sectores intensivos en conocimiento y empresas. Los mencionados autores señalan que su abuso podría incrementarse por: i) la rápida adopción de definiciones, clasificaciones y metodologías; ii) la confusión por convertir a los indicadores como objetivo principal de su política,<sup>15</sup> y iii) la sencillez de medir variables poco relevantes para la política de CTI y su gestión. En consecuencia, sus abusos recurrentes podrían llevar a malos usos, resumidos en el cuadro 1, que orientarían a malas decisiones políticas y estratégicas.

**Cuadro 1. Uso y mal uso de indicadores de CTI**

<b>Buen uso</b>	Evaluar el desempeño y "benchmarking".
	Informar para el diseño de políticas de CTI.
	Informar para la toma de decisiones en el sector privado.
	Facilitar la investigación en ciencias sociales.
<b>Mal uso</b>	Depender de indicadores como un todo.
	Usar indicadores para reflejar un proceso (como la innovación, la I+D, el aprendizaje tecnológico, entre otros).
	Elaborar conclusiones determinantes.
	Realizar inferencias o generalidades basadas en indicadores y relacionarlas con el fenómeno de interés.

Fuente: Elaboración propia basado en Hall y Jaffe (2012) y Grupp y Mogege (2004a).

12. Basado en información contenida en la página web del Department for Business, Innovation and Skills, disponible en: <http://bit.ly/1slieRB>, fecha de acceso: enero de 2016.

13. Basado en información contenida en la página web de The National Research Council of Italy, disponible en: <http://bit.ly/1mWIKgd>, fecha de acceso: enero de 2016.

14. Basado en información contenida en la página web del Ministry of Education, Culture and Science, disponible en: <http://bit.ly/1RKVe4w>, fecha de acceso: enero de 2016.

15. Su idea parte de la Ley de Goodhart, que expresa que cuando un indicador socioeconómico se transforma en el objetivo de sus políticas, pierde el contenido informativo que podría proporcionar (Goodhart, 1975).



## 2.2 ETAPAS DE DESARROLLO

Godin (2010) identifica tres etapas en el desarrollo de las estadísticas sobre CTI: i) emergencia; ii) institucionalización, e iii) internacionalización. El cuadro 2 presenta sus periodos, quién los llevo a cabo, qué resultados obtuvieron y cuáles fueron sus objetivos.

**Cuadro 2. Etapas en el desarrollo de las estadísticas sobre CTI**

Etapas	Responsable de su elaboración	Principales estadísticas	Objetivo
Primera-Emergencia (1869-1940)	<b>Científicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Galton</li> <li>Cattell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de "hombres de ciencia" (científicos)</li> <li>Ranking de universidades estadounidenses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eugenesia</li> <li>Avance de la ciencia</li> <li>Identificación de los hombres de ciencia</li> </ul>
Segunda-Institucionalización (1940-1970)	<b>Gobiernos y agencias nacionales de estadísticas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estados Unidos con la NRC</li> </ul>	Gasto en I+D como porcentaje del PIB	<b>Diseño e implementación de política:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>I+D</li> <li>Crecimiento económico</li> <li>Productividad</li> </ul>
Tercera-Internacionalización (1960-actualidad)	<b>Organismos internacionales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>OCDE</li> <li>UNESCO</li> </ul>	<b>Indicadores internacionales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza de pagos tecnológica</li> <li>Patentes</li> <li>Capacidades científicas y tecnológicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competencia</li> <li>Comercio de innovaciones tecnológicas</li> </ul>

Fuente: Godin (2010).

Durante la primera etapa que comprendió de 1869 a 1940, hubo dos personajes que profundizaron en el análisis de la medición de la ciencia, Francis Galton y James McKeen Cattell. El interés por la herencia y eugenesia<sup>16</sup> llevó a Galton a plasmar en su trabajo de 1869 los resultados obtenidos de un estudio estadístico que buscó medir el nivel de habilidad intelectual en la población británica y documentar el rol de la herencia en su transmisión. El mencionado trabajo se convirtió en el primero en establecer la relación entre el progreso o rezago de una civilización y el número de personas que heredaban determinado nivel de habilidad intelectual.

De acuerdo con Galton (1869), hubo 233 hombres británicos por cada millón de habitantes que heredaban un eminente nivel intelectual; no obstante, predijo que su tendencia podría disminuir en los años posteriores debido a la "baja producción" de hijos de la segunda generación (4.7) en comparación con la primera

16. Francis Galton es considerado como el fundador de la eugenesia, definiéndola como la ciencia que trata de todas las influencias que mejoran las cualidades innatas de una raza, así como aquellas que la pueden desarrollar hasta alcanzar la máxima superioridad.

(6.3). Sobre dicha evidencia, Galton alertó que existía “una tendencia a la extinción de las familias de los hombres que trabajan duro con el cerebro”, “un peligro para la continuidad de la raza” (Galton, 1869: 37-38).

En cierto modo para algunos autores (Godin, 2006) el trabajo más importante de Galton fue *English Men of Science*, publicado en 1874, donde consideraba a un “hombre de ciencia” bajo cualquiera de las siguientes acepciones: miembro de la Real Sociedad de Londres, poseedor de algún título, distinción o medalla después de haber presidido alguna sociedad científica, sección de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia o del Consejo de la Real Sociedad de Londres, o profesor en algún colegio o universidad importante. Galton identificó y elaboró una lista de 180 hombres que cumplieran con las características anteriores, en edad madura que vivieron en o cerca de Londres. Fue así como se obtuvo el registro no sólo numérico, sino también bibliográfico de aquellos hombres que trabajaban duro con el cerebro en el Reino Unido.<sup>17</sup>

Por su parte, Cattell –alumno de Galton y simpatizante de la doctrina eugénica– elaboró estadísticas que además de considerar a los “hombres de ciencia” también clasificaban a las instituciones de educación superior. Su trabajo, publicado en 1906, *American Men of Science: a Biographical Directory*, compiló una lista que mostraba a los científicos estadounidenses más sobresalientes de cada departamento de investigación con el objetivo de proporcionar financiamiento para sus desarrollos.

La primera edición del directorio fue financiado por el Carnegie Institution of Washington y constó de 4,000 descripciones biográficas de científicos que para 1944 ascendieron a 34,000 registros de hombres de ciencia. Cattell categorizó a varias instituciones estadounidenses llegando a construir el primer ranking de universidades, mostrando a Harvard, Columbia y Chicago como las principales en términos de su participación dentro de los mil primeros hombres de ciencia. Además, demostró que aproximadamente el 50% de los mejores científicos se concentraban en 18 universidades.<sup>18</sup>

En la segunda etapa que abarcó de 1940 a 1970, los gobiernos y sus agencias especializadas fueron los principales actores en llevar a cabo encuestas más sistemáticas y con un mayor alcance a las realizadas por investigadores, debido a la disposición de recursos financieros con los que contaban. En consecuencia, se dice que hay una etapa de institucionalización porque los organismos públicos fueron los responsables de producir las estadísticas sobre ciencia en ese periodo, incluso llegando a monopolizar tal actividad.

---

17. Para mayor detalle de los trabajos citados de Francis Galton, véase Godin (2006, 2010 y 2013).

18. Godin (2010) menciona que existen dos conceptos fundamentales en los trabajos de Cattell. El primero, correspondiente a la productividad (o cantidad) que abarcó el número de hombres de ciencia que un país produce. En ese sentido, Cattell realizó comparaciones entre estados estadounidenses y encontró concentraciones en regiones como Massachusetts y Boston. El segundo concepto, se refiere al rendimiento (o calidad) que estimó a través de encuestas hechas a los líderes de cada disciplina sobre el mérito que podría tener un hombre de ciencia sobre otro. Este método ayudó a las universidades en el proceso de contratación de su planta docente.

*La última etapa en el desarrollo de las estadísticas sobre CTI es la internacionalización, que comienza en la década de los años sesenta y se extiende hasta la actualidad (2016)*

Los esfuerzos de los gobiernos se remontan a 1920, cuando la NRC recopiló los datos de laboratorios industriales involucrados en actividades de I+D. Sin embargo, desde 1940 los gobiernos han orientado su atención al gasto en I+D como porcentaje del PIB, ubicándolo como punto de partida en sus discusiones.<sup>19</sup> Dicha orientación ha reflejado que las estadísticas sobre CTI giran alrededor de gastos y resultados, es decir que se asume que a medida que crezca el gasto en actividades de I+D, los resultados –crecimiento económico y productividad– tendrán la misma tendencia, dejando de lado la medición de las personas beneficiadas de estos fondos públicos, por lo que “la cultura de los números, es de hecho, el culto a la eficiencia (económica)” (Godin, 2010:8).

La última etapa en el desarrollo de las estadísticas sobre CTI es la internacionalización, que comienza en la década de los años sesenta y se extiende hasta la actualidad (2016). En dicho periodo la innovación comenzó a despertar el interés de organismos internacionales (en particular de la OCDE y la UNESCO) por ser considerada el motor del crecimiento económico de los países. Además, su deseo por realizar comparaciones entre naciones conllevó al uso de variables *proxy*, como balanza de pagos tecnológica, patentes, capacidades científicas y tecnológicas, entre otras. Sus principales objetivos fueron detonar la competencia e incentivar el comercio de innovaciones tecnológicas.

## 2.3 TRADICIONES DE ESTUDIO

Existen dos tradiciones que se ocupan de la medición de la CTI. Por un lado se encuentra la académica y, por el otro, la institucional (Godin, 2011). Estas tradiciones surgieron a mediados de la segunda e inicios de la tercera etapa del desarrollo de las estadísticas sobre ciencia, es decir, entre los años cincuenta y sesenta.

La tradición académica ha estado relacionada con los economistas, quienes a través del uso de herramientas cuantitativas, como la estadística y la econometría, han explicado con modelos que el incremento de la inversión en CTI es un determinante para el crecimiento económico de un país (Solow, 1956 y 1957; Abramovitz, 1956 y 1986; Romer, 1990; Aghion y Howitt, 1992). Pero el análisis realizado por los economistas no se limita únicamente al uso de estas herramientas, ya que otros (Schumpeter, 1942) –partiendo del análisis de la historia, estadística y teoría, centrando sus esfuerzos en la identificación de hechos estilizados en una serie de casos y sin la realización de formalización alguna– han llegado a la misma idea convirtiéndose incluso en pioneros en el estudio de la CTI y su impacto en la economía.

La tradición institucional hace mención a los gobiernos y sus agencias encargados de efectuar encuestas, tabularlas y obtener estadísticas sobre el estado de la CTI en un país, región o estado. La elaboración de sus encuestas ha pretendido

19. Bernal (1939) sugirió el primer tipo de medida que después se convertiría en el principal indicador de CTI: el gasto en I+D como porcentaje del PIB estimó el dinero destinado a la ciencia en el Reino Unido partiendo de fuentes de datos existentes, tales como presupuesto gubernamental, datos industriales, reportes financieros de universidades, entre otros, obteniendo resultados que le permitieron recomendar a este país un gasto entre 1% y 1.5% de su PIB a actividades de I+D.

recoger los pedidos del sector gubernamental, académico y productivo, con el objetivo de tener un panorama de las actividades donde la CTI haya sido el centro de atención, tales como inversión en actividades de I+D como porcentaje del PIB; número de empresas que realizan I+D; financiamiento público otorgado; personal dedicado a la I+D; infraestructura, investigación y asistencia técnica; cooperación nacional y/o internacional en I+D; transferencia de tecnología, compra, pago y derechos de licencia, patentes y artículos científicos, entre otros.

*El incremento de la inversión en CTI es un determinante para el crecimiento económico de un país*

Entre los principales manuales metodológicos para la medición de las variables antes señaladas se encuentran los elaborados por la OCDE y la RICYT. Además del manual metodológico y anexos de apoyo realizados por la UNESCO.

## 2.4 ENFOQUES DE MEDICIÓN

Los enfoques de medición de la CTI pueden ser clasificados en dos tipos. La primera clasificación corresponde a la interpretación que se pudiera dar a un conjunto de indicadores de los muchos disponibles, ya sean “*inputs u outputs*”. La segunda atañe según a la comunidad científica que los utilice.

De acuerdo con la interpretación de un grupo de indicadores, Shelton y Holdridge (2004) mencionan que hay dos enfoques para medir la CTI: el cuantitativo y el cualitativo. El primero se basa en la cuantificación de “*inputs*” –por mencionar algunos: inversión en actividades de I+D y personal dedicado a la I+D– y “*outputs*” –como por ejemplo, artículos científicos, licencias y patentes–, considerando su disponibilidad en la literatura y sus implicaciones en el corto y largo plazos.<sup>20</sup>

El enfoque cualitativo contempla el estudio de casos debidamente seleccionados dada su relevancia en un espacio geográfico determinado. En ese contexto, la entrevista (a agentes clave, como autoridades públicas, rectores y/o empresarios) y la observación directa (del funcionamiento de secretarías de estado, universidades, institutos tecnológicos, centros públicos de investigación, laboratorios, clústeres, parques científicos, tecnológicos e industriales, cámaras empresariales y/o empresas) son las principales herramientas para medir el cambio que pudiera tener –o no– un país, región o estado en CTI.

De acuerdo con la comunidad científica que los utilice, Grupp y Moge (2004b) señalan que existen dos enfoques básicos para la medición de la CTI: el enfoque de los indicadores y la modelación econométrica. El primer enfoque es usado generalmente por científicos pertenecientes a diversas áreas del conocimiento que van desde la ingeniería hasta la sociología y política, cuyas ideas sitúan a las estadísticas de CTI como principal insumo para identificar las diferentes etapas que comprende el proceso de innovación (conviene destacar investigación básica,

20. Shelton y Holdridge (2004) señalan que en la literatura especializada existen mucho más “*inputs* que *outputs*”. Además resaltan que los “*outputs*” son los mejores indicadores para describir el liderazgo científico y tecnológico que podría tener un país (desarrollado) en comparación con otros (emergentes). Sin embargo, una tendencia creciente en la inversión en actividades de I+D con respecto al PIB en un país (emergente) en el corto plazo indicaría una reorientación de sus intenciones, pese a que sus resultados podrían reflejarse en el largo plazo.

investigación aplicada, desarrollo y comercialización). Por otro lado, la modelación econométrica es un enfoque que abarca los mismos criterios de análisis que la tradición académica (expuesta en el apartado 2.3).

La siguiente sección tiene como finalidad presentar el plano empírico desarrollado en torno a los indicadores de CTI. En otras palabras, revisa los manuales metodológicos realizados, limitaciones de la "Familia Frascati", manual y anexos de apoyo elaborados y aporte de algunos organismos internacionales.

## 03

## ELEMENTOS EMPÍRICOS

### 3.1 MANUALES METODOLÓGICOS

Entre los principales manuales metodológicos considerados para el diseño de encuestas sobre CTI alrededor del mundo están los elaborados por la OCDE y la RICYT. Por su parte, la UNESCO ha realizado suplementos de apoyo con el objetivo de orientar a los países en desarrollo sobre la aplicación de las normas propuestas en manuales internacionales, y sugerir la mejor forma de interpretación de los contenidos para garantizar la comparabilidad internacional. Pese a ello, existen vacíos que aún no logran ser comprendidos ni aplicados, especialmente en el contexto latinoamericano.

*Entre los principales manuales metodológicos considerados para el diseño de encuestas sobre CTI alrededor del mundo están los elaborados por la OCDE y la RICYT*

#### 3.1.1 Manuales de la OCDE

A partir de la primera edición del *Manual de Frascati*, publicada en 1963, la OCDE ha editado varios manuales metodológicos conocidos como la “Familia Frascati”, que consideran la mayoría de ámbitos fundamentales para la medición de actividades científicas y tecnológicas. Entre ellos están: *Manual de Balanza de Pagos Tecnológica*, *Manual de Oslo*, *Manual de Patentes* y *Manual de Canberra*. Adicionalmente existen otras obras metodológicas para medir la ciencia y la tecnología,<sup>21</sup> y otras obras estadísticas aplicables de la OCDE.<sup>22</sup>

21. Las obras metodológicas para medir la ciencia y tecnología ponen atención en: i) alta tecnología (*Revision of High-Tech Sector and Product Classification*, 1997); ii) bibliometría (*Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems, Methods and Examples*, 1997); iii) globalización (*Handbook of Economic Globalisation Indicators*, 2005), y iv) sociedad de la información (*Guide for Information Society Measurement and Analysis*, 2005).

22. Las obras estadísticas aplicables de la OCDE giran en torno a: i) clasificación de la enseñanza (*Clasificación de los sistemas de educación*, 1999); ii) estadísticas de formación (*Manual del mejor método para la recogida de estadísticas de formación. Conceptos, medida y encuestas*, 1997); iii) biotecnología (*A Framework for Biotechnology Statistics*, 2005); iv) estadística de enseñanza (*Teaching and Learning International Survey*, 2008), y v) biotecnología, nanotecnología y tecnologías convergentes (*BNCT's Project Updates*, 2015).

El cuadro 3 presenta los distintos manuales metodológicos elaborados por la OCDE, resaltando su año de publicación, edición y objetivos. Primero aparece el *Manual de Frascati*, cuyo nombre corresponde al lugar donde se celebró la reunión, Villa Falconieri en Frascati (Italia), donde se discutió el documento preparado por Christopher Freeman en 1963 (y primera edición de dicho manual) llamado *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development*, que contenía el análisis de problemas de índole metodológica y técnica acerca de la medición del gasto en actividades de I+D y estandarización de definiciones estadísticas.

Con una serie de puntos definidos<sup>23</sup> la OCDE encargó al United Kingdom's National Institute for Economic and Social Research un estudio comparativo de los esfuerzos de investigación en cinco países del oeste de Europa (Alemania, Bélgica, Francia, Países Bajos y Reino Unido) sumado Estados Unidos y la ex Unión Soviética.<sup>24</sup> De ambos trabajos se desprendieron una serie de recomendaciones,<sup>25</sup> y dio lugar al lanzamiento del "Año Internacional de la Estadística sobre Investigación y Desarrollo Experimental" por parte de la OCDE en 1964.

La segunda edición del *Manual de Frascati* aparece en 1970, luego de que el grupo National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI) examinara la revisión hecha por la Secretaría del Comité de Science Policy de la OCDE de la primera edición sobre la base de la experiencia adquirida y estudios realizados.<sup>26</sup> Esta revisión se focalizó en ajustar el Manual a las normas internacionales existentes de las Naciones Unidas, tales como el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) y la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU).

23. De la reunión se obtuvo un documento que incluía siete puntos: i) definiciones y convenciones básicas (I+D; límites de la I+D; I+D, educación y formación; I+D y otras actividades científicas y tecnológicas relacionadas; y, problemas sobre los límites entre la I+D y otras actividades industriales); ii) definiciones sectoriales (empresa, gobierno, educación superior y sector externo); iii) medición de personal y gastos dedicados a la I+D; iv) categorías de personal de I+D (investigadores, técnicos y personal relacionado, y personal de apoyo); v) gastos en I+D (costos laborales, otros costos relacionados, depreciación y gastos de capital); vi) financiamiento (contratos o subvenciones, instalaciones, préstamos, incentivos gubernamentales, subcontratación e intermediarios y fondos públicos universitarios generales), y vii) gasto interno bruto en I+D.

24. Collette (1962) señala que las primeras estadísticas oficiales que un gobierno realizaba sobre actividades de investigación y desarrollo experimental fueron publicadas por la Unión Soviética desde principios de los años treinta (citado en Freeman, 1970).

25. Las principales recomendaciones sugeridas fueron: i) una separación conceptual más rigurosa de la investigación y desarrollo experimental y "actividades científicas relacionadas"; ii) estudios cuidadosos en el sector de educación superior para estimar la proporción de tiempo dedicado a la investigación por profesores y estudiantes de posgrados (PhD); iii) un desglose más detallado del capital humano y gasto dedicados a la I+D que permita un cálculo más exacto del tipo de investigación realizada; iv) una medición más sistemática de los flujos de gastos entre los sectores de I+D, y v) más datos sobre los flujos de pagos tecnológicos y migración internacional de personal científico.

26. En la revisión de la primera edición del *Manual de Frascati* estuvieron involucrados expertos en la recolección de datos y estadísticas nacionales, entre ellos Christopher Freeman y Yvan Fabian. Todavía los analistas políticos y los *policy makers* no formaban parte del proceso.

Cuadro 3. Manuales de la "Familia Frascati"

Manual	Año / Edición	Objetivo
Frascati	1963/1ra edición	Ofrecer directrices sobre los métodos para la recolección de datos en relación con los recursos humanos y financieros dedicados a la I+D.
	1970/2da edición	Adecuarse a las normas internacionales existentes de las Naciones Unidas, tales como el SCN y la CIU.
	1974/3ra edición	Recolectar datos sobre la investigación en ciencias sociales y humanidades. Dar mayor importancia a las clasificaciones de la ciencia y a la distribución de los presupuestos de I+D por objetivos socioeconómicos.
	1981/4ta edición	Mejorar la presentación, diseño y redacción.
	1994/5ta edición	Revisar los cambios de prioridades en la política de CTI y la evolución de los sistemas de ciencia y tecnología.
	2002/6ta edición	Mejorar las estadísticas de I+D en el sector servicios. Cuantificar los inputs de la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental formal e informal. Desglosar el origen de los fondos de la I+D y de la I+D externa de empresas transnacionales.
	2015/7ma edición	Mejorar la presentación, cobertura y detalle en el contenido. Potenciar el análisis de las dinámicas y vínculos de los agentes a nivel micro. Examinar los procesos de globalización de la I+D y su conjunto de acuerdos.
Balanza de Pagos Tecnológica	1990	Recopilar y exponer información cuantitativa sobre los ingresos y egresos por tecnología.
Oslo	1992/1ra edición	Proveer un marco conceptual y metodológico para la medición de la innovación TPP en el sector manufacturero.
	1997/2da edición	Mostrar un marco de conceptos, definiciones y metodologías actualizado para la comparación de encuestas internacionales. Integrar nuevos indicadores a las encuestas.
	2005/3ra edición	Suministrar directrices para la recopilación e interpretación de datos sobre innovación según métodos comparables a escala internacional.
Patentes	1994	Proporcionar información básica sobre el uso de los datos de las patentes y su relación con otras estadísticas económicas, científicas y tecnológicas.
Canberra	1995	Facilitar un marco conceptual para la compilación de datos sobre el stock y flujo de RHCT.

Fuente: Elaboración propia basada en información de De La Mothe (1992); Sancho (2003) y OCDE (1990, 1994, 1995, 1997, 2002, 2005 y 2015).

La tercera edición del Manual se vio influenciada por dos hechos, uno de ellos suscitado en 1972, cuando el Committee for Scientific and Technological Policy (CSTP), de la OCDE, formó el primer grupo especializado en estadísticas de I+D encabezado por Cyril Silver, denominado Review Group on R&D Statistics. Sus funciones se potencializaron para que en 1973, la participación, precisión y comparabilidad de los datos de sus países miembros, así como de las técnicas para la



realización de encuestas sobre I+D se mejoraran notoriamente.<sup>27</sup> Esta edición publicada en 1974 era más profunda respecto a los temas tratados en las ediciones pasadas e incorporó aspectos de mayor interés para los policy makers.<sup>28</sup> Su objetivo se expandió a recoger datos sobre la investigación en ciencias sociales y humanidades, y dar mayor importancia a las clasificaciones de la ciencia y a la distribución de los presupuestos de I+D por objetivos socioeconómicos.

Para la cuarta edición del Manual (1981) el grupo NESTI recomendó que en lugar de realizar una revisión exhaustiva de los conceptos y clasificaciones clave (como se había hecho en las ediciones pasadas), los esfuerzos deberían orientarse al mejoramiento de la presentación, diseño y redacción del Manual. Sin embargo, se tomaron en cuenta las revisiones y sugerencias de un segundo grupo creado por el CSTP, llamado Group on R&D Statistics dirigido por James Mullin, del The Science and Technology Indicators Unit of the Directorate for Science, Technology and Industry y algunos expertos estadísticos. Sus comentarios enfatizaban la relevancia de las encuestas de I+D y la necesidad de realizar estudios analíticos partiendo del desarrollo de *outputs* directos o proxy, como niveles de productividad, patentes, comercio internacional, entre otros.

La quinta edición del Manual surgió en 1994 y tuvo como finalidad la revisión de temas emergentes, tales como los cambios de prioridades en la política de CTI y la evolución de los sistemas de ciencia y tecnología con el propósito de obtener los datos necesarios para direccionar el proceso de toma de decisiones. Así, la internacionalización de la I+D, la aplicación de programas informáticos (*software*) a procesos productivos; la integración de datos sobre I+D a series de datos económicos e industriales; la I+D asociada al medioambiente y a las empresas de servicios; la definición de biotecnología; la discusión sobre el impacto del gasto de I+D militar en el gasto de I+D total y su tratamiento; la inclusión del personal administrativo, de gestión y soporte como personal relacionado a la I+D; y la cuantificación del número de investigadores según el tiempo dedicado a actividades de I+D, fueron algunas de las cuestiones incorporadas en esta edición además de una gran parte del suplemento *R&D Statistics and Output Measurement in the Higher Education Sector–Frascati Manual Supplement*, de 1989.<sup>29</sup>

La sexta edición del Manual, adoptada a finales de 2002, continúa siendo un documento técnico que se concibe como una obra de consulta. Fue preparada y redactada por el grupo NESTI en colaboración con algunos integrantes de la Secretaría de la OCDE y enriquecida por los comentarios de expertos japoneses. Esta edición –aparte de ajustarse a las normas internacionales del SCN y CIU– se adecuó a

27. Las funciones del Review Group on R&D Statistics eran dos: i) asesorar a la Secretaría de la OCDE sobre cómo hacer un uso óptimo –en el corto plazo– de los escasos datos sobre estadística de I+D con que se contaba, y ii) dar prioridad a las necesidades y recomendaciones proporcionadas por sus países miembros, como, por ejemplo, desarrollar y mantener vínculos cercanos con otras organizaciones internacionales interesadas en el mejoramiento metodológico de las encuestas sobre I+D.

28. Las dos ediciones anteriores del *Manual de Frascati* contemplaban sólo datos relacionados con la industria manufacturera y la investigación en ciencias exactas, naturales e ingeniería.

29. Tal suplemento sigue vigente y formula recomendaciones para la mejora en los métodos de encuesta sobre el desempeño de las universidades y otras instituciones de educación superior en los esfuerzos nacionales de investigación.

la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO) y a la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), recogiendo en la medida de lo posible la experiencia de los organismos regionales del área de la OCDE, en particular la Unión Europea y el Fondo Industrial Nórdico (Nordforsk). Se compone de ocho capítulos y 11 anexos que, entre otras cosas, exponen las recomendaciones y desarrollan los principios básicos aplicables a la interpretación de los datos de I+D establecidos.<sup>30</sup> Entre sus objetivos estuvieron el mejoramiento de las estadísticas de I+D en el sector servicios (turismo, financieros, entre otros); la medición de los *inputs* de la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental realizado dentro de los departamentos de I+D de una unidad económica (formal) así como fuera de ella (informal) y, la segregación del origen de los fondos de la I+D y de la I+D externa especialmente de empresas transnacionales.

La séptima y última edición del Manual se publicó en 2015, producto del trabajo entre el grupo NESTI y la Economic Analysis and Statistics Division, de la OCDE. Está constituida por 12 capítulos que buscan mejorar la presentación, cobertura y detalles en el contenido, con el objetivo de facilitar la evaluación e interpretación de los datos sobre I+D –obtenidos a partir de distintas fuentes, como la contabilidad complementaria, tributación, comercio, entre otras– por parte de los policy makers.<sup>31</sup> Por otro lado, esta edición reconoce la importancia de enriquecer el panorama macro de los resultados de la I+D con un mejor entendimiento de las dinámicas y vínculos a nivel micro. En consecuencia, resalta la incidencia de los micro datos relacionados a la I+D a la producción de indicadores agregados, como por ejemplo, el impacto de la I+D en diversos agentes de la sociedad y centra su interés en los procesos de globalización de la I+D y en la creciente variedad de acuerdos que financian la I+D dentro y fuera de límites sectoriales.

En segundo lugar, se presenta el *Manual de la Balanza de Pagos Tecnológica* (BPT) que fue preparado siguiendo las recomendaciones de un seminario realizado por la OCDE en diciembre de 1987. Su revisión fue encargada a un pequeño grupo de expertos y posteriormente adoptada por el grupo NESTI en su encuentro anual de 1988. Un año después, el CSTP aprobó su distribución. Este Manual proveyó una definición clara y detallada de los tipos de transacciones a ser incluidas en la BTP y de las características de sus agentes, incluyendo las formas de pago (financieras y no financieras).

---

30. Los capítulos de la sexta edición siguieron un orden similar a los puntos definidos en la primera edición del *Manual de Frascati*. No obstante, la edición de 2002 profundiza en cada tema y agrega un componente adicional que corresponde a su capítulo siete (Métodos para la elaboración de encuestas), donde proporciona algunas directrices metodológicas para llevar a cabo las encuestas sobre I+D basadas en las mejores prácticas.

31. Los capítulos de la séptima edición del *Manual de Frascati* se encuentran divididos en tres partes: i) Definición y medición de la I+D: guías generales; ii) Medición de la I+D: guía para sectores específicos, y iii) Medición del apoyo gubernamental para la I+D. La parte I contiene el capítulo 2 (Conceptos y definiciones para identificar la I+D), 3 (Sectores institucionales y clasificación de las estadísticas de I+D), 4 (Medición de los gastos de I+D: rendimiento y fuentes de financiamiento), 5 (Medición del personal dedicado a I+D: personas empleadas y colaboradores externos) y 6 (Medición de la I+D: metodologías y procedimientos). La parte II abarca el capítulo 7 (I+D empresarial), 8 (I+D gubernamental), 9 (I+D proveniente de la educación superior), 10 (I+D de organizaciones privadas sin fines de lucro) y 11 (Medición de la globalización de la I+D). Por último, la parte III comprende el capítulo 12 (Asignación del presupuesto gubernamental para I+D) y 13 (Medición de los incentivos fiscales del gobierno para la I+D).

*El Manual de Oslo constituye el tercer documento realizado por la OCDE en colaboración con Eurostat en su búsqueda de marcos conceptuales y metodológicos que ayuden a la medición de la CTI*

Además, el Manual propuso un método de encuesta y recolección de datos compatible con las definiciones y marcos referenciales, considerando el tipo de cambio. Organizado en cinco capítulos, intentó orientar la medición de la transferencia tecnológica internacional a través de derechos de licencia, patentes, compras y pagos de regalías, *know-how*, investigación y asistencia técnica (OCDE, 2009).<sup>32</sup> Su objetivo era mejorar la compilación y presentación de la información cuantitativa sobre los ingresos y egresos por tecnología. En esa misma línea no buscaba ser un indicador directo de competitividad tecnológica.

El *Manual de Oslo* constituye el tercer documento realizado por la OCDE en colaboración con Eurostat en su búsqueda de marcos conceptuales y metodológicos que ayuden a la medición de la CTI y cuenta con tres ediciones. La primera fue publicada en 1992 con el título *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, que se convirtió en una referencia para el diseño de encuestas a gran escala<sup>33</sup> orientadas a examinar la naturaleza y las incidencias de la innovación en el sector empresarial. Su finalidad fue proveer un marco conceptual y metodológico que oriente la medición de la innovación tecnológica de producto y proceso (TPP) en el sector manufacturero.

Soportada en la actualización del marco inicial de conceptos, definiciones y metodología aparece la segunda edición del Manual en 1997, la cual incorporó la experiencia adquirida de las encuestas realizadas, mejoró la comprensión del proceso de innovación, amplió su ámbito de aplicación al sector servicios y discutió sobre la innovación organizacional y la innovación no tecnológica. Tuvo como objetivo proporcionar un marco que permitió comparar encuestas internacionales e integrar nuevos indicadores a ellas.

Después de tres años de trabajo entre el grupo NESTI y el Working Party on Science, Technology and Innovation Statistics (WPSTI) de la Eurostat, la OCDE publicó en 2005 la tercera edición del *Manual de Oslo* a consecuencia de la falta de aplicación del concepto de innovación tecnológica de producto y proceso a la innovación en servicios. En esta edición se modificaron algunos aspectos del marco conceptual y se agregó la dimensión sistémica de la innovación en uno de sus capítulos. Estuvo compuesta de ocho capítulos que señalan el papel de los vínculos con las otras empresas e instituciones en el proceso de innovación, la importancia de la innovación en los sectores de baja intensidad en I+D (como los servicios y las industrias con escaso contenido tecnológico) y la inclusión de la innovación

32. Los capítulos del Manual de BPT fueron: i) Objetivos y alcance; ii) Transacciones cubiertas por la BPT; iii) Sistemas de clasificación de la BPT; iv) Métodos para encuesta y recolección de datos, y v) Conversión monetaria y deflación. Su único anexo abarcaba la interpretación de datos de la BPT como indicador de CTI.

33. Entre las encuestas diseñadas sobre la base de la primera edición del Manual de Oslo estuvieron la "Encuesta Comunitaria sobre la Innovación (ECI)", organizada por la Unión Europea y las encuestas comparables llevadas a cabo en Australia y Canadá.

organizativa y la innovación en mercadotecnia en la definición de innovación.<sup>34</sup> Su propósito fue facilitar directrices para la recopilación e interpretación de datos sobre innovación según métodos comparables a escala internacional.

El *Manual de Patentes* surgió en 1994 y estuvo esencialmente dedicado a usuarios y productores de indicadores de CTI de universidades, centros de investigación y agencias de estadísticas gubernamentales. Este manual fue preparado por la Secretaría de la OCDE en colaboración con el grupo NESTI y otros expertos. Integrado por cuatro capítulos y partiendo de la idea de que las patentes proveían de información detallada sobre la actividad científica y tecnológica de los países cubriendo largos periodos, este Manual tuvo como propósito suministrar información básica del uso de los datos de las patentes como indicador de dicha actividad y su relación con otras estadísticas económicas, científicas y tecnológicas.<sup>35</sup>

Por último, se muestra el *Manual de Canberra* de 1995, que fue elaborado en conjunto por la UNESCO, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Comisión Europea, Eurostat y algunos directorios de la OCDE (Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), Directorate for Employment, Labour and Social Affairs (DELSA), Centre for Educational Research and Innovation (CERI)). Su nombre hace referencia al lugar donde el grupo NESTI llevó a cabo la discusión del documento. Se encuentra compuesto por siete capítulos y su finalidad fue ofrecer un marco conceptual para la compilación de datos sobre el stock y flujo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT) que sirva de herramienta no sólo en el análisis de perfiles y tendencias, sino también en la preparación de series actualizadas.<sup>36</sup>

*El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) creó la RICYT en 1995 con el objetivo de impulsar y facilitar la producción de indicadores de CTI para la región*

### 3.1.2 MANUALES DE LA RICYT

El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) creó la RICYT en 1995 con el objetivo de impulsar y facilitar la producción de indicadores de CTI para la región. Su carácter iberoamericano e interamericano nace en 1996 como resultado de la adhesión de la Organización de Estados Americanos (OEA) por medio de su Programa Interamericano de Indicadores. El trabajo y re-

34. Los capítulos de la tercera edición del *Manual de Oslo* fueron: i) Objetivos y alcance; ii) Teoría de la innovación y la necesidad de su medición; iii) Definiciones básicas; iv) Clasificaciones institucionales; v) Los vínculos en el proceso de innovación; vi) La medida de las actividades de innovación; vii) Objetivos, barreras y resultados de la innovación, y viii) Procedimientos de encuesta. Sus dos anexos proporcionaron indicaciones específicas para la realización de encuestas sobre innovación en países no miembros de la OCDE y ejemplos de innovaciones.

35. Los capítulos del *Manual de Patentes* fueron: i) Antecedentes y marco conceptual; ii) Sistemas de leyes de patentes; iii) De los documentos de patentes al estado del arte de la información tecnológica, y iv) Los indicadores de patentes en el análisis de la ciencia, la tecnología y la economía. Sus cuatro anexos cubrieron distintos aspectos de interés práctico en el uso de datos de patentes (base de datos, clasificaciones, entre otros) e incluyeron una lista bibliográfica de los trabajos más relevantes sobre patentes y sus usos.

36. Los capítulos del *Manual de Canberra* fueron: i) Objetivos y alcance; ii) Principales usuarios y la necesidad por información de RHCT; iii) Definiciones básicas; iv) Marco básico para los RHCT; v) Posibles inconvenientes al usar clasificaciones internacionales; vi) Otras variables de interés para el análisis de RHCT; y, vii) Fuentes de datos. Sus ocho anexos comprendieron clasificaciones y normas internacionales.

flexión teórica y metodológica realizada por sus subredes temáticas<sup>37</sup> han permitido la elaboración del Manual de Bogotá, Manual de Santiago, *Manual de Lisboa* y *Manual de Antigua*.

El cuadro 4 muestra los manuales metodológicos elaborados por la RICYT con su año de publicación, edición y objetivos. En primer lugar, se expone el *Manual de Bogotá* que estuvo financiado por la OEA y contó con el trabajo de la CYTED, RICYT, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” (COLCIENCIAS), Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), Secretaría del Convenio Andrés Bello (SECAB), así como otros organismos de Colombia. El proyecto *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina: Manual de Bogotá*, publicado en marzo de 2001, fue producto de numerosas encuestas nacionales sobre innovación y de una serie de talleres sobre indicadores de CTI realizados en Colombia, Chile, Venezuela y México entre 1996 y 1999. Partiendo de la base conceptual y metodológica de los manuales de la OCDE (Frascati y Oslo), este Manual consideró las especificidades que caracterizan a los sistemas de innovación y a las empresas de América Latina y el Caribe (ALC) como, por ejemplo, la escasa vinculación y la baja inversión en actividades de I+D.

**Cuadro 4. Manuales de la RICYT**

Manual	Año / Edición	Objetivo
Bogotá	2006/1ra edición	Normalizar criterios y procedimientos para la construcción de indicadores de innovación y mejoramiento tecnológico.
Lisboa	2006/1ra edición	Estandarizar principios y métodos para la recolección de información y construcción de indicadores sobre Sociedad de la Información. Ofrecer a los usuarios de datos estadísticos una mejor comprensión de la información existente sobre la Sociedad de la Información.
	2009/2da edición	Describir los avances de las principales organizaciones internacionales (CEPAL/ Naciones Unidas, Eurostat, OCDE) sobre las metodologías, indicadores y consensos respecto del tránsito a la SIC.
Santiago	2007	Proporcionar un sistema integrado de indicadores para la comprensión de la internacionalización del sistema científico-técnico y la elaboración de iniciativas para su promoción.
Antigua	2015	Proponer una metodología común y recomendaciones técnicas para recabar información sobre percepción social de la ciencia y la tecnología.

Fuente: Elaboración propia basada en información de la RICYT (2001, 2006, 2007, 2009 y 2015).

37. Las subredes temáticas de la RICYT son: i) Percepción pública de la ciencia y cultura científica; ii) Sociedad de la información; iii) Innovación; iv) Recursos humanos en ciencia y tecnología; v) Impacto social de la ciencia; vi) Bibliometría; vii) Comercio de alta tecnología y balanza de pagos tecnológica; viii) Enfoque de género en los indicadores de CTI; e, iv) Internacionalización de la ciencia.

Se divide en dos partes: la primera, orientada a identificar las características entre los procesos de cambio tecnológico en los países desarrollados y en los países en desarrollo; la segunda, enfocada en el estudio de los elementos operativos para la medición de los conceptos tratados en la primera parte. Su objetivo fue sistematizar criterios y procedimientos para la construcción de indicadores de innovación y mejoramiento tecnológico con el objetivo de obtener una metodología que facilite la comparabilidad internacional.

Después, se presenta la primera edición del *Manual de Lisboa: pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información*, que integró tanto cuestiones teóricas y metodológicas (qué medir y cómo medirlo) como institucionales (quién lo mide y con qué lo mide), y se enriqueció del análisis efectuado por el equipo de trabajo responsable de su elaboración (RICYT, Centro de Investigación y Estudios de Sociología–CIES y Agencia para la Sociedad del Conocimiento–UMIC) en las reuniones de 2001, 2003 y 2005, en Lisboa. Esta edición englobó cinco capítulos y sus finalidades fueron homogeneizar criterios y métodos para la recolección de información y construcción de indicadores sobre Sociedad de la Información (SI) en la región y brindar a los usuarios de datos estadísticos una mejor comprensión de la información existente en materia de medición de la denominada SI.

La segunda edición del *Manual de Lisboa* tuvo una estructura similar a la anterior: constó de una aproximación teórica, una presentación de las mediciones existentes y una comparación de las metodologías utilizadas por organismos especializados. Sus siete capítulos buscaron presentar los avances de las principales organizaciones internacionales (CEPAL/Naciones Unidas, Eurostat, OCDE) en materia de metodologías, indicadores y consensos respecto del tránsito a la Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC) en sus diferentes dimensiones (familias, empresas, gobiernos, instituciones de educación), a fin de potencializar el análisis de los indicadores disponibles y en vías de generación.<sup>38</sup>

El *Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología: Manual de Santiago*, fue elaborado en 2007 y estuvo a cargo de representantes de organismos de Argentina (Grupo REDES), Chile (Universidad de Chile y Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica–CONICYT), Colombia (FEDEPALMA) y España (Centro de Información y Documentación Científica–CINDOC), producto del análisis en diversos talleres efectuados en Santiago de Chile, Buenos Aires y San Pablo entre 2003 y 2007. Constituyó un primer intento metodológico para la medición de la intensidad y descripción de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología de los países iberoamericanos, tanto a nivel nacional como de las instituciones que realizan actividades de I+D. Consideró a la internacionalización como una particularidad de la CTI, donde múltiples agentes,

---

38. Los capítulos de la segunda edición del *Manual de Lisboa* siguieron un orden similar al de la primera: i) La medición del desarrollo de la SIC; ii) Acceso, utilización y formación en TICs en la administración pública; iii) Acceso y uso de TICs por parte de los hogares; iv) Acceso y uso de TICs en las empresas; v) Sector TICs; vi) Acceso y uso de TICs en las escuelas, y vii) Acceso comunitario.

procesos, resultados e impactos toman lugar. Organizado en seis capítulos, tuvo como finalidad proveer de un sistema integrado de indicadores que ayudaran, por un lado, a una mejor comprensión de los procesos asociados a la internacionalización del sistema científico-técnico y su medición y, por el otro, a la elaboración de estrategias y políticas para su fomento y evaluación.<sup>39</sup>

Por último, se muestra el *Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*, publicado en 2015 pese a que sus inicios se remontan a 2005, cuando la RICYT, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) se reunieron en la ciudad de Antigua (Guatemala) para poner en marcha dicho proyecto. Para su elaboración participaron representantes de organismos de Brasil (Universidad Estatal de Campinas, Universidad Federal de Minas Gerais, Universidad Virtual del Estado de San Pablo), Colombia (OCyT) y España (Universidad de Oviedo, Universidad Autónoma de Madrid, FECYT), caracterizándola como una herramienta parcial que acota algunos conceptos y dimensiones de análisis para la medición de la percepción pública de la ciencia y tecnología en las encuestas nacionales.

El Manual estaba compuesto de dos partes, una conceptual y otra técnica, que apuntaron a proporcionar una metodología común, así como recomendaciones técnicas para recabar información sobre percepción social de la ciencia y la tecnología a través de encuestas de carácter temático general y alcance nacional a la población adulta que realizan los organismos nacionales de ciencia y tecnología de la región iberoamericana.<sup>40</sup>

### 3.1.3 ALGUNAS LIMITACIONES DE LA “FAMILIA FRASCATI”

En un sentido general, los manuales pertenecientes a la “Familia Frascati” han pretendido proporcionar directrices para la recolección e interpretación de datos sobre las actividades de I+D desarrolladas en un espacio geográfico determinado; esto con el objetivo de utilizar los resultados en estudios comparativos. A pesar que estos manuales se han ajustado a normas y clasificaciones internacionales vigentes (por mencionar algunas SCN, CIU, CIUO, CINE) aún persisten algunas limitantes que dificultan su comparación a nivel internacional y que podrían ser consecuencia, por un lado, de los diferentes contextos administrativos, económicos y sociales que caracterizan a un país y, por el otro, de sus distintos marcos teóricos y metodológicos aplicados.

39. Los capítulos del Manual de Santiago fueron: i) La dimensión internacional en la investigación científica y desarrollo tecnológico; ii) Enfoques en la medición de la internacionalización de la I+D; iii) El enfoque RICYT para el diseño de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología; iv) Caracterización y propuesta de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología; v) Aplicaciones de la implementación de los indicadores, y vi) Metodología y recomendaciones para la implementación de los indicadores seleccionados para la medición y comparación de la internacionalización de los países y pautas para el análisis e interpretación de los resultados de la implementación.

40. La primera parte del *Manual de Antigua* contó con los siguientes puntos: i) La relevancia política de la percepción pública de la ciencia y la tecnología; ii) La tradición de encuestas Public Understanding of Science (PUS); y, iii) La agenda iberoamericana de los indicadores de percepción pública y el *Manual de Antigua*. Por su lado, la segunda parte tuvo: i) Propuestas técnicas; ii) Dimensión institucional de la CyT; iii) Dimensión de hábitos informativos y culturales sobre CyT; iv) Dimensión de actitudes y valores en relación a CyT; v) Dimensión de apropiación de la CyT; y, vi) Dimensión de clasificación socio-demográfica y contextual. Su único anexo hizo referencia a un cuestionario modelo.

Los contextos administrativos, económicos y sociales suelen estar arraigados al nivel de desarrollo de un país. Por ejemplo, el término PIB o PIB per cápita podría significar algo diferente desde la perspectiva de un país con cierta tendencia hacia la participación activa del estado a otro con ideales de libre mercado; o en su defecto, por lo que podría concebir un país desarrollado u otro emergente. Un análisis similar podría desprenderse si se examinara la inversión en actividades de I+D realizada por un país desarrollado y por otro en desarrollo, sin sumar la repercusión que resultaría si se agregaran sus monedas. En otras palabras, no es lo mismo decir, planteando un caso hipotético: Estados Unidos invierte un millón de dólares en I+D, a que México invierte un millón de pesos en I+D, o que Brasil invierte un millón de reales, aunque su cantidad absoluta es la misma, no así el tipo de cambio en relación con los dólares. Este problema suele tener solución si se le relativiza, sin embargo, persiste. Retomando el caso hipotético, no es lo mismo decir: Estados Unidos invierte 1% de su PIB en actividades de I+D, a que México y Brasil invierten 1% de su PIB en actividades de I+D. En resumen, no hay dos países donde el nivel de precios de un bien o servicio (en este caso la I+D) sea el mismo (Freeman, 1969).

Finalmente, la variedad de marcos teóricos y metodológicos aplicados en países desarrollados y emergentes ha retrasado el ajuste de sus estadísticas nacionales a las normas y clasificaciones internacionales (Freeman, 1969). Así pues, la falta de comparabilidad de los datos puede ser causado por una serie de factores. Cabe destacar la ausencia de datos para una serie de tiempo determinada, la carencia de clasificaciones entre ciencias naturales y ciencias sociales, la escasa información sobre inversión en I+D realizada por el sector gubernamental, empresarial y académico, entre otros (Teitel, 1994).

### 3.1.4 MANUAL Y ANEXOS DE APOYO: UNESCO

La UNESCO ayuda a sus 195 países miembros en la formulación de políticas, estrategias y planes de CTI, así como en el análisis de sus sistemas de ciencias por medio de la provisión de lineamientos y metodología, asesoramiento técnico y guía sobre la elaboración, implementación y monitoreo de sus iniciativas políticas para el impulso de actividades nacionales relacionadas a la CTI.<sup>41</sup> Así pues, el *cuadro 5* describe el manual metodológico y anexos de apoyo elaborados por la UNESCO con su año de publicación, edición y objetivos.

El *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities*, publicado en 1980 y elaborado por *The National Research Council of Italy* en cooperación con *The Division of Statistics on Science and Technology* de la UNESCO, constituyó el primer manual de este organismo desde que, en 1969 comenzó a recolectar datos sobre las principales actividades de I+D, entre ellas investigación y desarrollo experimental, educación científica y tecnológica y entrenamiento y servicios científicos y tecnológicos.

41. Basado en información contenida en la página web de UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, disponible en: <http://bit.ly/1p0wQ4K>, fecha de acceso: enero de 2016.



Cuadro 5. Manual y anexos de apoyo de la unesco

	Documento	Año	Objetivo
Manual	Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities	1980/1ra edición	Estandarizar categorías y definiciones para la recolección de datos sobre actividades científicas y tecnológicas y su comparabilidad internacional.
		1984/2da edición	
Anexos de apoyo	Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology	1978	Proveer información estandarizada de los servicios científicos y tecnológicos, enseñanza y formación de ciencia y tecnología de nivel terciario, y clasificación del personal científico y técnico.
	Medición de la investigación y desarrollo (I+D): desafíos enfrentados por los países en desarrollo	2010	Apoyar a los países en desarrollo en la utilización de las directrices y normas contenidas en la sexta edición del <i>Manual de Frascati</i>

Fuente: Elaboración propia basado en información de la UNESCO (1978, 1980, 1984 y 2010).

Este Manual tuvo un alcance mundial que sirvió como punto referencia para países desarrollados y en desarrollo y para países con economías de mercado y centralmente planificados. Fue estructurado en cinco capítulos y su finalidad fue armonizar categorías y definiciones usadas por los estadísticos de sus países miembros, considerando su sistema socioeconómico y nivel de desarrollo para la recolección de datos sobre actividades científicas y tecnológicas y comparabilidad internacional.

Su segunda edición fue puesta en circulación en 1984. Sus conceptos, definiciones y clasificaciones, así como sus capítulos, objetivo y presentación no sufrieron mayores cambios,<sup>42</sup> únicamente se profundizó en algunas explicaciones de las principales actividades de I+D para su mejor comprensión.

Los anexos de apoyo preparados por la UNESCO fueron dos: uno publicado en 1978, *Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*, que reunió las observaciones y comentarios de 21 países miembros de la UNESCO realizadas a un documento enviado por este organismo en 1977.<sup>43</sup> Su objetivo fue proporcionar información estandarizada sobre las actividades científicas y tecnológicas, fundamentalmente de los servicios científicos y tecnológicos, enseñanza y formación de ciencia y tecnología de nivel terciario y clasificación del personal científico y técnico.

42. Los capítulos de la primera y segunda edición del *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities* de la UNESCO siguieron este orden: i) Estadísticas de la ciencia y el rol del manual; ii) Actividades científicas y tecnológicas; iii) Personal científico y tecnológico; iv) Recursos financieros, y v) Clasificación sectorial y funcional.

43. El documento enviado por la UNESCO en 1977 fue *Rules of Procedure Concerning Recommendations to Member States and International Conventions*. Posteriormente se sumaron a su anexo de 1978 los comentarios de los siguientes países: Alemania, Austria, Bulgaria, Canadá, Colombia, Dinamarca, España, Estados Unidos, Hungría, India, Iraq, Japón, Jordania, Malasia, México, Países Bajos, Nigeria, Polonia, República de las Seychelles, Suecia, y Reino Unido.

Tras varias revisiones y reuniones en Canadá y Namibia durante 2007 y 2009, apareció un segundo anexo de apoyo en 2010, *Medición de la investigación y desarrollo (I+D): desafíos enfrentados por los países en desarrollo*. Fue elaborado como complemento de la sexta edición del *Manual de Frascati* y señaló, entre otros aspectos, las características de las actividades de I+D en las economías emergentes y países en desarrollo. Los capítulos de la primera y segunda edición del *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities* de la UNESCO siguieron este orden: i) Estadísticas de la ciencia y el rol del manual; ii) Actividades científicas y tecnológicas; iii) Personal científico y tecnológico; iv) Recursos financieros, y v) Clasificación sectorial y funcional. en desarrollo y los problemas asociados con su medición en estos países. Estuvo planteado en siete capítulos que se focalizaron en ayudar a los países en desarrollo a utilizar las directrices y normas contenidas en el *Manual de Frascati*, a fin de satisfacer sus necesidades.

El siguiente esquema sintetiza los principales manuales que existen a nivel internacional para la medición de la CTI. Se destaca el hecho de que incluyen definiciones y metodología, propuestas de medición y buscan la generación de indicadores que permitan la comparabilidad a nivel internacional.

#### Familia de Manuales y documentos para la medición de CTI

OCDE		Frascati Familia de manuales Frascati OCDE
Frascati	→	Recursos Humanos y Financieros dedicados a la I+D. Prioridades de política.
Balanza de Pagos Tecnológicos	→	Ingresos y egresos por tecnología. Formas de pago, transacciones y agentes.
Patentes	→	Patentes, productos y licencias. Coeficientes y comparabilidad.
Oslo	→	Innovación.
Camberra	→	Stocks y flujos de Recursos Humanos en C&T.
Otros	→	Bibliometría, segmentos High-Tech, Globalización y Sociedad del conocimiento.
RICYT		Familia de manuales de la RICYT para Iberoamérica
Bogotá	→	Innovación y mejoramiento tecnológico. Contraste desarrollados/emergentes y comparabilidad.
Lisboa	→	Sociedad de la información: familia, empresa, gobierno y universidades.
Santiago	→	Internacionalización de CTI. Estrategias y fomento.
Antigua	→	Percepción social en cuanto a C&T. Encuestas: actitudes, valores, apropiación de CTI y contexto.
BID UNESCO		Documentos de apoyo y colaboraciones BID-UNESCO
Estadísticos	→	Investigación, desarrollo experimental, educación y servicios de C&T.
Compendios	→	Servicios, enseñanza terciaria y personal de C&T. Adaptación a Frascati.
Anexos	→	Educación, ciencia, tecnología e innovación.
Buenas prácticas	→	Método e internacionalización de encuestas.



*La Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología ha tenido como finalidad la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de políticas para la promoción de la CTI en sus 35 países miembros*

## 3.2 APOORTE DE OTROS ORGANISMOS INTERNACIONALES

### 3.2.1 BID

Antes de 2011, el BID no había desarrollado ningún manual metodológico ni anexos de apoyo para la recolección e interpretación de datos sobre actividades de I+D que pudiera orientar a sus 26 países miembros en la elaboración de encuestas. Sólo contaba con dos documentos: uno publicado en 2006, *Educación, Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe – Un compendio estadístico de indicadores*, y otro en 2010, *Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe – Un compendio estadístico de indicadores* que, como sus títulos señalan, recopilaron y presentaron información en gráficas, tablas y textos sobre el estado de la CTI en América Latina y el Caribe en un contexto de comparación internacional con países miembros de la OCDE.<sup>44</sup>

Posteriormente, dicho organismo elaboró en 2012 otro documento, *Buenas prácticas en aplicación y difusión de encuestas de innovación*, donde se dio la tarea de resumir las buenas prácticas y las fases necesarias para la realización de encuestas de innovación a fin de mejorar su calidad y armonizarlas internacionalmente. Sus esfuerzos no terminaron, ya que dos años más tarde, y con el objetivo de fortalecer los ejercicios de medición de la CTI, circuló el *Manual para la implementación de encuestas de innovación* a todos sus países miembros. Al mismo tiempo, el BID ha destinado recursos financieros y su experiencia para la realización de encuestas de innovación en distintos países.

### 3.2.2 OEA

Su aporte se ha basado –principalmente– en el financiamiento proporcionado a la RICYT para la elaboración de sus manuales metodológicos. De la misma manera ha participado en la creación de organismos que han permitido el mejoramiento de todos los tipos de estadísticas oficiales, por ejemplo, la Conferencia de Estadísticos Gubernamentales de las Américas, fundada en convenio con el Instituto Interamericano de Estadística.

La Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología ha tenido como finalidad la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de políticas para la promoción de la CTI en sus 35 países miembros. Además, su área programática de Competitividad, Innovación y Tecnología ha tratado de facilitar el diálogo político activo basado en resultados entre ministros, altas autoridades, socios y otras partes interesadas mediante la organización de conferencias, foros, talleres y reuniones de trabajo.<sup>45</sup>

44. El BID, para sus compendios de 2006 y 2010, además de aportar datos generados de sus investigaciones, utilizó los recabados por el Banco Mundial, CEPAL, OCDE, Organización Internacional para la Estandarización (ISO), Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), RICYT, UNESCO, Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y oficinas estadísticas oficiales de varios países.

45. Basado en información contenida en la página web de la OEA: Organización de Estados Americanos, disponible en: <http://bit.ly/1OuxvzY>, fecha de acceso: enero de 2016

## 04

## LOS INDICADORES DE CTI EN EL (FCCyT)

Tanto a nivel internacional como a nivel nacional existen organismos que periódicamente organizan una serie de indicadores que permite conocer el estado que guarda la CTI en cada nación, y que hace posible la comparación. Esta información sirve para varios objetivos: desarrollo de teoría, establecimiento de políticas de CTI y definición de políticas empresariales, entre otros fines. La OCDE publica dos veces al año los principales indicadores de Ciencia y Tecnología (*Main Science and Technology Indicators*), que proporcionan un conjunto de indicadores que refleja el nivel y la estructura de los esfuerzos realizados por los países miembros de la OCDE y nueve economías no miembros (Argentina, China, Israel, Rumania, Federación de Rusia, Singapur, Eslovenia, Sudáfrica, China Taipéi) en el campo de la ciencia y la tecnología. (Véase el cuadro 6).

Los indicadores cubren los recursos dedicados a la investigación y el desarrollo, las familias de patentes, balanza de pagos tecnológica y el comercio internacional en industrias altamente intensivas en I+D. También se presentan las series económicas subyacentes (un año de referencia y durante los últimos seis años) utilizados para calcular estos indicadores.

**Cuadro 6. Principales indicadores de ciencia y tecnología de la OCDE****I. Inversión en Actividades Científicas y Tecnológicas**

Gasto Nacional Bruto en Investigación y Desarrollo (GERD)

GERD a precios corrientes y PPC

GERD como porcentaje del PIB

GERD a precios constantes y PPC

GERD del sector civil

GERD per cápita

GERD destinado a investigación básica

GERD por sector de financiamiento, nivel y porcentaje

GERD por sector de aplicación

- Gasto Empresarial en Investigación y Desarrollo (BERD)
  - BERD a precios corrientes y PPC
  - BERD como porcentaje del PIB
  - BERD a precios constantes y PPC
  - BERD como porcentaje del valor añadido a la industria
  - BERD por sector de financiamiento, nivel y porcentaje del valor añadido a la industria
  - BERD por sector de aplicación
- Gasto en Investigación y Desarrollo por Institutos de Educación Superior (HERD)
  - HERD a precios corrientes y PPC
  - HERD como porcentaje del PIB
  - HERD a precios constantes y PPC
  - HERD porcentaje financiado por la industria
- Gasto gubernamental en Investigación y Desarrollo realizado intramuros (GOVERD)
  - GOVERD a precios corrientes y PPC
  - GOVERD como porcentaje del PIB
  - GOVERD a precios constantes y PPC
- Apropiaciones presupuestales del gobierno para I&D a precios corrientes y PPC (GBAORD)
  - Presupuesto militar
  - Presupuesto civil por objetivos socio-económicos
  - Gasto en I+D de afiliados foráneos

## II. Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología

- Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología
  - Total nacional de Investigadores por conteo directo y en ETC
    - Porcentaje de mujeres
  - Total de investigadores en la industria por CD y ETC
  - Total de investigadores en Instituciones de Educación Superior (IES)
  - Total de investigadores en el gobierno
  - Total del personal nacional dedicado a I&D
  - Total del personal en la industria dedicado a I&D
  - Total del personal en IES dedicado a I&D
  - Total de personal del gobierno dedicado a I&D

## III. Producción científica y tecnológica e impacto económico

- Número de "Familias de Patentes Tríadicas"
- Porción de países en la familia de patentes tríadicas
- Número de patentes en el sector de las TIC
- Número de patentes en el sector biotecnológico
- Balance de Pagos Tecnológicos
  - Recibos
  - Pagos
  - Pagos como porcentaje del GERD
- Saldo de la balanza comercial, por industria
- Participación en el mercado de exportación, por industria

Fuente: Adaptado de "Main Science and Technology Indicators", Volume 2015 Issue 2 (2015). Disponible para ver en línea en: [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oced/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2015/issue-2\\_msti-v2015-2-en#page10](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oced/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2015/issue-2_msti-v2015-2-en#page10)

La OCDE también publica “Perspectivas de la OCDE sobre Ciencia, Tecnología e Industria”, en donde hace recomendaciones de política basadas en evidencia acerca de la aportación de la CTI a las metas de crecimiento, empleo, sustentabilidad y bienestar de las naciones. Su finalidad es informar a los responsables del diseño de políticas de CTI, así como a representantes y analistas del sector empresarial, sobre los cambios recientes y próximos en los modelos mundiales de CTI. Asimismo, destaca las posibles implicaciones actuales y futuras de las políticas de CTI de los países a nivel tanto global como nacional.

En México el CONACYT publica periódicamente el “Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”, que presenta estadísticas e indicadores sobre la inversión en actividades científicas y tecnológicas; sobre recursos humanos en ciencia y tecnología; producción científica, tecnológica y su impacto económico; acerca del funcionamiento del CONACYT como órgano responsable de establecer políticas de estado en la materia; así como del seguimiento al Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, o PECiTI (véase el cuadro 7).

### **Cuadro 7. Indicadores de ciencia y tecnología contenidos en el “informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación” del CONACYT**

#### **I. Inversión en Actividades Científicas y Tecnológicas**

Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (GFCyT)

GFCyT por sector administrativo

GFCyT del sector educación pública

GFCyT del sector energía

GFCyT del sector agropecuario, rural, pesquero y alimentario

GFCyT del sector salud y seguridad social

GFCyT del Ramo 38, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

GFCyT por actividad

GFIDE por sector administrativo

GFEECyT por sector administrativo

GFCyT por objetivo socio-económico

Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)

GIDE como proporción del PIB

GIDE por sector de financiamiento

Gasto en IDE por sector de ejecución

#### **II. Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología**

Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología

ARHCyT por género, ocupación y nivel de educación

RHCyTE (población que completó el nivel ISCED 5 o superior)

RHCyTO (población ocupada en actividades de C&T)

RHCyTC (población con ISCED 5 o superior, y ocupada en actividades de C&T)

RH por nivel de escolaridad y área de la ciencia

Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)

GIDE como Proporción del PIB

GIDE por sector de financiamiento

Gasto en IDE por sector de ejecución

Formación de Recursos Humanos en el nivel de doctorado

- Programas de doctorado por área de la ciencia en el PNPC
- Graduados de doctorado
  - Por millón de habitantes
  - Por país
- Graduados según programa de estudios
- Sistema Nacional de Investigadores
  - SNI por entidad federativa
  - SNI por categoría y nivel
  - SNI por área del conocimiento
  - SNI por nivel de estudio
  - SNI por tipo de institución
  - SNI en el extranjero

### III. Producción científica y tecnológica y su impacto económico

#### Publicaciones

- Publicaciones de mexicanos incluidas en el ISI, por año y por disciplina
- Citas recibidas según año de publicación, por disciplina
- Participación porcentual de la producción mexicana en el total mundial
  - Por disciplina
- Participación porcentual por perfil científico
- Impacto anual y quincenal de la producción mexicana por disciplina
- Impacto relativo (IR)
  - IR de la producción mexicana por disciplina
  - IR de los países de la OCDE y Latinoamérica
- Participación en artículos en colaboración
  - Por país
  - Por región geográfica
- Ranking mundial de universidades
  - Top 500 por región geográfica en el RMUW
  - Top 500 por país en el RMUW
  - Universidades mexicanas en el Top 4,000 del RMUW
  - Ranking de organismos dedicados a IDE en el Top 500 del RMUW
  - Numero de organismos dedicados a IDE, por país, en el Top 500 del RMUW
  - Organismos nacionales dedicados a IDE en el Top 500 del RMUW

#### Patentes

- Número de patentes solicitadas y concedidas en México
  - Por tipo de patente
  - Por nacionalidad del solicitante
- Número de patentes concedidas según criterios de la IPC
- Solicitudes nacionales por origen geográfico
- Países con empresas que obtuvieron 15 o más concesiones de patentes
- Patentes solicitadas por mexicanos en el mundo
- Índice de Relación de dependencia
- Coficiente de inventiva
- Tasa de difusión
- Balanza de Pagos Tecnológica
  - BPT por año
  - BPT por grupo de países y grupo de bienes

- Egresos por regalías y asistencia técnica como porcentaje del GIDE
- Comercio exterior de bienes de alta tecnología (BAT)
  - Comercio total de BAT
  - Tasa de cobertura de los BAT
  - Comercio de BAT
    - Por tipo de bienes
    - Por países
  - Importaciones exentas de arancel (insumos, maquinaria y equipo)
    - Valor de las importaciones por año
    - Valor de las importaciones por país
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en México
  - Inversiones e ingresos en la industria de las telecomunicaciones
  - Índice de producción del sector telecomunicaciones
  - Valor de la producción de la industria manufacturera relacionada con la informática
  - Exportaciones e importaciones manufactureras en TICs
  - Usuario de internet por sector
  - Hosts en internet por país
  - Registro anual de dominios .mx
  - Suscriptores de televisión restringida
    - Penetración por cada 100 habitantes
  - Telefonía fija
    - Usuarios por año
    - Densidad de líneas por cada 100 habitantes
  - Telefonía móvil
    - Usuarios por año
    - Densidad de usuarios por cada 100 habitantes
      - Por año
      - Por regiones
- IV. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**
  - Presupuesto ejercido por actividad
  - Capital humano
    - Formación de capital humano
      - Becas de posgrado
        - Por nivel de estudio y destino
        - Por tipo (nuevas y vigentes)
    - Fortalecimiento de capital humano
      - Sistema Nacional de Investigadores
        - Distribución por nivel
        - Miembros vigentes y presupuesto
      - Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC)
        - Programas registrados
          - Por año
          - Por nivel de estudios
          - Por nivel de programa
    - Incorporación de capital humano
      - Monto y número de proyectos aprobados:
        - Fondos mixtos
        - Programa de estímulos a la innovación



Fondos sectoriales de desarrollo tecnológico  
 Fondos sectoriales de investigación científica  
 Cifra anual de Resultados de los centros de Investigación CONACYT  
 Evaluación  
 Número de evaluadores acreditados por año  
 Número de registros en el RENIECYT por año

#### IV. Seguimiento de las estrategias de Ciencia, Tecnología e Innovación del PND 2013-2018

GFIDE respecto al PIB  
 Número de becas de posgrado del gobierno federal  
 Por año  
 Por sector/ramo presupuestal  
 Programas de posgrado en el PNPC por tipo de institución  
 Miembros del SNI en dependencias de gobierno por año y sector  
 Personal de gobierno federal dedicado a actividades científicas y tecnológicas  
 Por año  
 Por sector  
 Proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico apoyados por el gobierno  
 Por año  
 Por sector  
 Número de Oficinas de Transferencia de Conocimiento certificadas, por dependencia  
 Inversión del gobierno federal en infraestructura científica y tecnológica  
 Por año  
 Por sector

Fuente: CONACYT. Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, México, 2013.

El CONACYT destaca que existe un esfuerzo permanente por robustecer las estadísticas e indicadores de CTI. Para ello se realizan actividades recurrentes de revisión de indicadores en el seno del Comité Técnico Especializado en Estadísticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, presidido por el CONACYT, así como de intercambio de experiencias con otros países a través de organismos internacionales, como la OCDE.

De manera general, la construcción de indicadores de CTI tiene una gran complejidad conceptual. Esto debe tenerse en cuenta en el diseño de instrumentos de acopio de datos, en la fase de depuración y en el análisis y en la difusión de los resultados. Una forma de organizar y presentar la información es la que recomendó la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el año 2000.

Estadísticas de contexto	Estadísticas de insumo	Estadísticas de productos o resultados	Estadísticas de proceso	Estadísticas de impacto
Hacen referencia al marco socioeconómico en el que se inserta el Sistema de CTI.	Las primeras estadísticas buscaron medir las aportaciones o insumos al sistema, que definirían el potencial científico y tecnológico de un país, y en particular se centraron en la medición de recursos financieros y humanos dedicados a las actividades de CTI.	La dificultad de medir el resultado concreto de las actividades científicas y tecnológicas exige la utilización de variables que reflejen algunos de los productos tradicionales del sistema, como son la bibliometría (publicaciones científicas, citas), las patentes industriales y otros instrumentos de protección de los derechos de propiedad intelectual, la producción de los sectores de alta tecnología y la actividad relacionada con el comercio exterior de tecnología.	Dejando de lado la medición de los insumos y los productos o resultados, es interesante conocer las características del proceso científico, tecnológico e innovador, esto es, de las formas en que se organizan interna y externamente las actividades y los factores que ayudan y los que dificultan el proceso. Esta información debe obtenerse directamente a partir de los actores que ejecutan las actividades.	No existe una metodología establecida para la medición de los diferentes impactos de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el entorno socioeconómico. Sin embargo, se han utilizado en estudios medidas del impacto en el comercio exterior, en la productividad de las empresas, en la creación y calidad del empleo, en la dotación tecnológica de los hogares y en el uso del tiempo.

Fuente: Elaboración con base en CEPAL, 2001.

En el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) ha sido de vital importancia contar con estadísticas que permitan monitorear el desarrollo de la política científica y tecnológica en México. También ha sido de especial interés dar seguimiento al desempeño de las entidades federativas en esta materia. En 2008, el FCCyT creó el Acervo Estadístico del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (ACERTADÍSTICO), banco de información estadística en temas de política pública en CTI a nivel nacional. Específicamente, en 2009, al interior de los estados del país, se realizaron dos publicaciones impresas para dar continuidad y difundir dichos logros.

A través de dos volúmenes de cifras regionales titulados *Estadísticas de los Sistemas Estatales de Innovación*, el Foro presentó un esfuerzo inicial para conjuntar datos estadísticos generales que arrojan los Sistemas Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en cada una de las 32 entidades federativas de la República Mexicana. Se planteó como una herramienta de gran utilidad para los interesados en el desarrollo de la educación, la productividad y la competitividad en México, entre los que se encuentran los sectores legislativo, gubernamental, empresarial y académico.

La información de este compendio ofrece una visión panorámica y un análisis general, en materia de CTI, de 32 entidades federativas del país. Los datos recopilados

dos se presentaron, siempre que fue posible, en forma de mapas para facilitar las comparaciones entre las entidades federativas. En la primera parte se proveen datos acerca de la estructura empresarial y productiva, así como de los recursos humanos e infraestructura educativa y de CTI, al igual que la composición legislativa y gubernamental en relación con el tema. En la segunda, se realiza un análisis estadístico del sistema de CTI ofreciendo información de los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología, de la Comisión Legislativa en el tema –en caso de existir–, un directorio de las principales instituciones de educación superior y centros públicos de investigación y algunas de las principales líneas de investigación que se trabajan en las instituciones científicas del estado. El FCCyT presentó estas publicaciones como una herramienta de consulta, en especial para quienes realizan labores de evaluación del desempeño de los sistemas estatales de CTI y para aquellos que buscan apoyar su toma de decisiones a favor del impulso del desarrollo regional.

El ánimo que está detrás de la propuesta de establecer indicadores de CTI es ofrecer calidad y valor, buscar la continuidad, así como elementos de análisis para ubicar las capacidades y oportunidades de cada entidad federativa en su dinámica particular de CTI.

En 2012 el FCCyT publicó *Estadísticas de los Sistemas Estatales de Innovación 2012*, que es la continuidad del esfuerzo realizado en materia de indicadores estatales en CTI. En esta edición se realizó la actualización de la información al año 2011 y se incluyeron nuevos temas, tanto en el contexto nacional como en el estatal. En el contexto nacional los temas que se agregaron fueron: propiedad industrial, financiamiento a la CTI en los estados del país y medios masivos de comunicación. En el ámbito estatal se amplió la información en los temas de: indicadores de alfabetismo y grado escolar de la población, población con nivel educativo profesional y de posgrado, matrícula de licenciatura universitaria y tecnológica, posgrados en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad del CONACYT (PNPC), indicadores de propiedad intelectual, proyectos y recursos de los fondos CONACYT, indicadores de competitividad e indicadores de carencias sociales.

De la misma forma, la información legislativa fue actualizada a 2012, incluyendo estadísticas en temas de CTI tales como programas estatales, comisiones legislativas, consejos estatales y leyes, se incluyeron también datos de quienes se encontraban dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) a 2011. El compendio también incluye las principales líneas de investigación, así como un directorio de las principales instituciones de educación superior y centros de investigación que existen en cada entidad federativa.

En 2012 se publicaron los *Diagnósticos en Ciencia, Tecnología e Innovación 2004-2011*, mediante los cuales el FCCyT se propuso realizar un diagnóstico de la situación que presentaba la CTI en cada una de las entidades federativas; la finalidad era apoyar a los gobiernos estatales para que pudieran instrumentar estrategias en el corto, mediano y largo plazos, orientadas en abatir el rezago económico y social mediante la aplicación del conocimiento. En el diagnóstico también se detectaron y reconocieron las fortalezas y logros de cada una de las entidades federativas. Los diagnósticos de los sistemas estatales de ciencia y tecnología estaban dirigidos

principalmente a los tomadores de decisiones para facilitar una visión integral de su estado. Debido a que el desarrollo en CTI requiere, sobre todo, de estrategias a mediano y largo plazos, estos diagnósticos se entregaron a diferentes actores gubernamentales y sociales con la esperanza de que la información provista fuera de utilidad para incorporarla en sus agendas.

Los diagnósticos fueron desarrollados con el objetivo de conocer la situación del sistema de CTI de cada una de las entidades federativas a través de los principales indicadores que se encontraban disponibles. El estudio se enfocó principalmente en el periodo 2004–2011, a fin de evaluar el desempeño de las políticas públicas y los principales indicadores durante la administración estatal correspondiente. Se esperaba que el contenido sirviera a los diferentes actores y tomadores de decisión para conocer la situación del sistema y para tomar las acciones pertinentes con el fin de seguir mejorándolo. El estudio se dividió en cinco apartados.

En el primero se realizó un análisis del entorno económico y social del estado, destacando variables como el Producto Interno Bruto (PIB), el PIB per cápita, la Población Económicamente Activa (PEA), la tasa de desempleo, indicadores de competitividad estatal, tasa de migración, escolaridad, indicadores de pobreza, entre otros.

En el segundo se hizo un análisis estadístico de los principales agentes de cada Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI); se describió la infraestructura empresarial en el periodo 2004–2010, tomando como referencia los datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM); asimismo, con base en los datos del Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIE-CYT), se analizó la distribución de organismos que desarrollan actividades científicas y tecnológicas en cada uno de los estados durante el 2011. Por otra parte, con base en los registros de la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP), se identificaron los parques industriales con los que cuenta cada estado.

También se analiza el acervo de recursos destinados a la ciencia y tecnología, tales como investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), la matrícula con estudios de licenciatura universitaria y tecnológica y estudios de posgrado, para los ciclos escolares comprendidos entre los años 2004–2009. De igual forma se señalan los centros de investigación con los que cuenta el estado, los programas de estudios de licenciatura certificados por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) y los posgrados pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). En cuanto a productividad científica, se analizó el número de artículos publicados y citados durante el periodo 1999–2008 y se estudió la tendencia de las solicitudes de patentes de 2004 a 2009.

En el tercer apartado se realizó un análisis del SECTI, se incluyó la descripción de cómo participan las instituciones del gobierno estatal y los sectores académico y empresarial. También se realizó un análisis de las políticas que se han implementado para el fomento de la CTI en la entidad, así como de la cantidad de recursos monetarios que se han destinado para el financiamiento del sector.

En el último apartado, a manera de conclusiones, se resumen las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) que fueron identificadas en cada uno de los SECTI, las cuales sirven como referencia para alcanzar los objetivos que en materia de CTI se ha propuesto cada gobierno estatal.

Con una nueva visión acumulada a través de la experiencia y a partir de la retroalimentación de los diversos agentes de la CTI de las entidades federativas, en 2014 se elaboraron los diagnósticos estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Ante la complejidad, caracterización y geografía diversa de cada entidad, se brinda un diagnóstico específico por estado, con actualizaciones y mejoras de contenido respecto a la edición de 2012. Se busca que los indicadores e información sistematizada en materia de CTI permitan caracterizar integralmente a cada estado conforme a sus condiciones y entorno particular. El contenido de cada diagnóstico destaca los aspectos económicos y sociales, la configuración del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI), así como el desempeño de los principales indicadores en CTI en la entidad federativa.

El objetivo de cada diagnóstico estatal es conocer la situación actual del SECTI para lo cual se analizó el comportamiento de los principales indicadores, el marco normativo y de planeación, y el financiamiento federal y estatal en la materia. En igual sentido, la edición 2012 añade un elemento cualitativo fundamental al diagnóstico con la sección denominada "La visión del organismo estatal de CTI". Cada responsable del organismo correspondiente expresa su visión y enfoque del SECTI, las acciones principales realizadas, sus casos emblemáticos de éxito, sus vocaciones, las competencias, sus fortalezas y las oportunidades que vislumbran, así como una enunciación de las principales estrategias y actores partícipes para enfrentar los retos del desarrollo científico y tecnológico en la entidad.

Los diagnósticos de los sistemas estatales de CTI están dirigidos principalmente a quienes toman decisiones para facilitar una visión integral del estado. Se espera que sea un insumo estratégico de información en el contexto de cada entidad para alimentar el diseño de políticas públicas de CTI, y para que éstas puedan coadyuvar al desarrollo económico y social de los estados y del país en su conjunto.

Los principales insumos de información para elaborar los diagnósticos son: la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), el CONACYT, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Secretaría de Economía (SE), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como los consejos de CTI, comisiones legislativas de los estados, presupuesto de egresos por entidad, entre otros.

El objetivo de los diagnósticos es conocer la situación de los sistemas estatales de CTI a partir del análisis relativo al comportamiento de los principales indicadores

socioeconómicos, las capacidades en CTI, el marco normativo y de planeación, el financiamiento federal y estatal, así como el potencial de desarrollo y las oportunidades de crecimiento. La primera parte del diagnóstico hace un análisis del entorno económico y social que registra el desempeño de la entidad en los principales indicadores socioeconómicos y su especialización económica. En la segunda se describe el SECTI, cuál es su estructura, su marco normativo y la política pública para impulsar estas materias. En la tercera se esboza el desempeño de la entidad en materia de CTI y se refieren los principales indicadores desde el recuento de instituciones y empresas que fomentan la CTI: cuál es el capital humano –formación de recursos humanos en licenciatura y posgrado–; la infraestructura para la investigación con que cuenta; la productividad científica e innovadora y el financiamiento público y privado que la CTI tiene en la entidad.

La cuarta parte del diagnóstico agrega, por medio de los organismos o consejos estatales de CTI, la visión que tiene cada entidad acerca de las competencias, fortalezas y oportunidades que vislumbran en su sistema de CTI; refieren sus principales fortalezas y oportunidades y destacan cuáles son las vocaciones naturales, económicas y/o geográficas vinculadas tanto al desarrollo económico como al sistema de CTI. Reflexionan también respecto de las principales aportaciones que la entidad ofrece para el desarrollo nacional.

Por otra parte, los consejos y organismos estatales establecen cuál ha sido el diseño y la aplicación de políticas estatales para el impulso a la CTI y los casos de éxito derivados de estas políticas públicas. Refieren los principales retos que hay en la entidad para la CTI y las estrategias y acciones primordiales que proponen para afrontarlos. A su vez subrayan qué actores y agentes de la CTI deben ser involucrados con mayor intensidad. Para finalizar, exponen propuestas para el desarrollo y aplicación de políticas diferenciadas en CTI con el fin de apoyar a los organismos y consejos estatales de ciencia, tecnología e innovación. A continuación se detallan los componentes y proceso de construcción de los diagnósticos estatales de CTI:

## **A. Entorno económico y social del estado**

Describe el desempeño de la entidad en los principales indicadores socioeconómicos y su especialización económica.

### **1.1 Desempeño de la entidad en los principales indicadores socioeconómicos**

Cuenta con la información más actualizada sobre: Población, PIB, PIB per cápita, la posición del estado en el Índice de la Competitividad Estatal, el Grado Promedio de Escolaridad, el porcentaje de analfabetismo, la posición en el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el Índice de Marginación, el Índice de Desarrollo Relativo al Género (IDG) y el Índice de Potenciación de Género (IPG).

### **1.2 Especialización económica**

Muestra los resultados obtenidos por el estado en el Índice de Especialización Económica, el cual relaciona la actividad económica en una entidad comparada con la importancia en el total del país y se calcula para los tres sectores económicos: primario, industrial y servicios.

## B. El Sistema Estatal de CTI

Se describe el SECTI: cuál es su estructura, su marco normativo y la política pública para impulsar estas materias.

### 2.1 Estructura del sistema

Describe los propósitos y responsabilidades de cada una de las instituciones que conforman el Sistema Estatal de CTI y detalla el estado actual de la infraestructura científica y tecnológica en el estado (el número de investigadores del SNI, programas de posgrado, centros de investigación y organizaciones en el RENIECYT).

### 2.2 Marco normativo

Expone las leyes que regulan los mecanismos conforme a los cuales el gobierno del estado y los municipios apoyan las actividades de investigación en CTI de los sectores público, privado y social en la entidad.

### 2.3 Política pública

Explica en qué consisten y cómo se articulan los programas e instrumentos de política pública por medio de los cuales se lleva a cabo la promoción de la CTI en el estado.

## C. Desempeño de la CTI en la entidad

Esboza el desempeño de la entidad en CTI a través de los principales indicadores: el recuento de instituciones y empresas que fomentan la CTI, el capital humano, la infraestructura para la investigación, la productividad científica e innovadora y el financiamiento público y privado que la CTI tiene en la entidad.

### 3.1 Principales indicadores de desempeño

Se realiza un análisis de la evolución de la CTI a través de los principales indicadores:

#### 3.1.1 Instituciones y empresas para el fomento de la CTI integrantes del RENIECYT

#### 3.1.2 Capital humano

Mide la formación de científicos y cuadros técnicos a través de la cantidad de investigadores pertenecientes al SNI por nivel y área del conocimiento.

#### 3.1.3 Formación de recursos humanos de licenciatura y posgrado

Contiene información de la matrícula de los programas de licenciatura y posgrado y las becas de apoyo a los estudiantes de la entidad.

#### 3.1.4 Infraestructura para la investigación

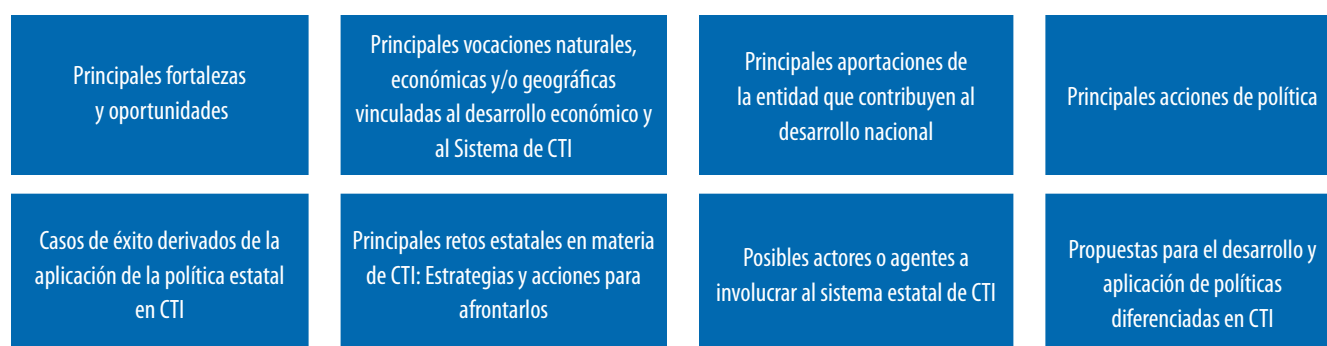
#### 3.1.5 Productividad científica e innovadora

Muestra el acervo de figuras de propiedad intelectual, los indicadores de innovación de las empresas y la producción de los científicos e investigadores a través del número de artículos y libros que producen y publican.

#### D. La visión del organismo estatal de CTI

Agrega la voz del titular o representante del organismo o Consejo Estatal de CTI a partir de una entrevista que se realizó en las 32 entidades. Por medio de ellos, los propios estados expresan su visión acerca de las competencias, fortalezas y oportunidades que vislumbran en su sistema, cuáles son las vocaciones naturales, económicas y/o geográficas vinculadas tanto al desarrollo económico como al sistema de CTI. Reflexionan también respecto de las aportaciones principales que la entidad ofrece para el desarrollo nacional.

La visión de los organismos y consejos estatales de CTI incluyen los siguientes temas:



#### Cuadro 8. Indicadores de ciencia y tecnología utilizados por el FCCYT

##### I. Entorno Económico y Social del Estado

- Producto Interno Bruto (PIB)
  - PIB en dólares constantes
  - PIB per cápita en dólares constantes
- Población Económicamente Activa (PEA)
- Tasa de desempleo
- Índice de competitividad estatal
- Unidades económicas
- Tasa neta de migración
- Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años
- Porcentaje de población alfabeta
- Índice de Desarrollo Humano (IDH)
- Índice de marginación
- % de vivienda con T.V.
- % de viviendas con computadora
- Especialización del sector primario
- Especialización del sector industrial
- Especialización del sector servicios
- Índice de Desarrollo relativo al Género (IDG)
- Índice de Potenciación de Género (IPG)



**II. El sistema Estatal de CTI (SECTI)**

- Instituciones de educación superior
- Programas de licenciatura y posgrado
  - Acreditados por el COPAES
  - Incorporados en el PNPC
  - De competencia internacional
- Centros de investigación CONACYT y otros
- Investigadores en el SNI
  - Por área de la ciencia
  - Por institución de adscripción
  - Tasa de participación y ranking nacional
- Empresas registradas en el RENIECYT
- Sectores clave según INADEM
- Sectores a desarrollar en el futuro y clústeres industriales
- Fondos Mixtos
- Monto invertido
  - % del total nacional
  - % canalizado a proyectos por sector de aplicación
  - Proyectos aprobados

**III. Desempeño de la CTI en la entidad**

- Registros al RENIECYT
  - Por tipo de agente y ranking nacional
  - Tasa anual de crecimiento promedio
  - Integrantes por millón de habitantes
  - Integrantes por cada 10 mil ude
- Capital Humano
  - Miembros del SNI en la entidad
    - Por nivel en el SNI y área del conocimiento
    - % del total nacional
    - Miembros por millón de habitantes
    - Tasa promedio anual de crecimiento
    - Distribución por sexo y tasa de crecimiento
  - Licenciatura Universitaria y Tecnológica (LUT) y posgra
    - Matrícula
      - % de la matrícula nacional
      - Tasa de crecimiento promedio anual
      - Porcentaje de cobertura
      - Matrícula afín a C&T (demanda)
      - Tasa de alumnos matriculados en áreas afines a C&T por cada 10 mil PEA
  - Becas CONACYT vigentes
    - Por año y área del conocimiento
    - Por millón de habitantes
    - Tasa de crecimiento anual promedio
- Propiedad intelectual
  - Patentes solicitadas y otorgadas
  - Participación en el total nacional
  - Tasa de patentes solicitadas/otorgadas
    - Por millón de habitantes

**Innovación de las empresas**

## Madurez tecnológica

Empresas innovadoras por cada mil empresas nacionales (en el estado)

Empresas con innovaciones...

Incrementales en producto

En producto de alcance nacional

En producto de alcance mundial

Empresas con innovación...

Sin vinculación

Mediante vinculación

Mediante vinculación con otras empresas

Mediante vinculación con instituciones

**Producción científica**

Artículos publicados en revistas indexadas o libros

Citas recibidas

Promedio de citas recibidas por artículo

Factor de impacto

Artículos publicados por investigador del SNI

Productividad científica por entidad

**Financiamiento a C&T en el estado**

Inversión total por sector que financia

% del Gasto Nacional en C&amp;T

% del GFCyT

% del GIDE

% del gasto del Ramo 38, por programa de CONACYT

Gasto Estatal en C&amp;T

Gasto Privado en C&amp;T

Inversión promedio por proyecto

Principales sectores apoyados

Gasto de las empresas en I&amp;D

Gasto de las empresas en educación de posgrado

Gasto de las empresas en servicios científicos y tecnológicos

Fuente: FCCyT. Acervo de Indicadores, Estadísticas y Diagnósticos. Diagnósticos Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación.



## 05

## REFLEXIONES EN TORNO A LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES A NIVEL ENTIDAD FEDERATIVA

En el plano conceptual se identificó que el desarrollo de indicadores para el campo de la CTI tuvo su origen en la década de los años treinta debido a la demanda de los gobiernos por cuantificar cada vez más y mejor tendencias y condiciones sociales. Dicho de otro modo, el florecimiento de indicadores de CTI forma parte de un "movimiento" por cuantificar, pero sobre todo por definir, entender y medir fenómenos sociales. No obstante, su definición estuvo inspirada por los reportes publicados por la NSB en 1972 y 1974.

En el plano empírico se analizaron los principales manuales metodológicos considerados para el diseño de indicadores sobre CTI alrededor del mundo. Entre ellos están los elaborados por la OCDE y la RICYT. Por su parte, la UNESCO ha realizado suplementos de apoyo con el objetivo de orientar a los países en desarrollo sobre la aplicación de las normas propuestas en manuales internacionales y sugerir la mejor forma de interpretación de los contenidos con el fin de garantizar la comparabilidad internacional.

Tanto a nivel internacional como en México existen reportes que conjuntan una serie de indicadores que permiten comprender el estado de la CTI a nivel país o entidad federativa y muestran, además, un comparativo entre diversas naciones o entidades.

El trabajo del FCCyT ha permitido sistematizar un conjunto de indicadores que muestran la situación que guarda una entidad federativa en torno a la CTI. Esto permite hacer planeación y tomar las mejores decisiones en torno al establecimiento de políticas públicas relacionadas con el tema.

*El florecimiento de indicadores de CTI forma parte de un "movimiento" por cuantificar, pero sobre todo por definir, entender y medir fenómenos sociales*

*El trabajo del FCCyT ha permitido sistematizar un conjunto de indicadores que muestran la situación que guarda una entidad federativa en torno a la CTI*



## BIBLIOGRAFÍA

- Abramovitz, M.** (1956), "Resource and output trends in the United States since 1870", *American Economic Review*, Vol. 46, pp. 5-23.
- Abramovitz, M.** (1986), "Catching up, forging ahead and falling behind", *Journal of Economic History*, Vol. 46, pp. 385-406.
- Aghion, P.** y **Howitt, P.** (1992), "A Model of Growth Through Creative Destruction", *Econometrica*, Vol. 60, pp. 323-351.
- Archibugi, D., Denni, M.** y **Filipetti, A.** (2009), "The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 76, pp. 917-931.
- Bauer, R.** (1966), *Social Indicators*. Cambridge: MIT Press.
- Bernal, J.** (1939), *The Social Function of Science*. London: Routledge & Kegan.
- BID** (2006), *Educación, Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe – Un compendio estadístico de indicadores*, disponible en: <http://bit.ly/1XOW0z4>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- BID** (2010), *Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe – Un compendio estadístico de indicadores*, disponible en: <http://bit.ly/1UmSM5Z>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- BID** (2012), *Buenas prácticas en aplicación y difusión de encuestas de innovación*, disponible en: <http://bit.ly/1LfQS58>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- BID** (2014), *Manual para la implementación de encuestas de innovación*, disponible en: <http://bit.ly/1WLAXFT>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Collette, J.** (1962), "Recherche-developpement en URSS", *Institute de Science Économique Appliquée*.
- De La Mothe, J.** (1992), "The Revision of International Science Indicators: The Frascati Manual", *Technology in Society*, Vol. 14, pp. 427-440.
- Department of Health, Education and Welfare** (1970), *Towards a Social Report*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Eerden, C.** y **Saelens, F.** (1991), "The Use of Science and Technology Indicators in Strategic Planning", *Long Range Planning*, Vol. 24, pp. 18-25.

- Freeman, C.** y Young, A. (1965), *The research and development effort in Western Europe, North America and the Soviet Union: An experimental international comparison of research expenditures and manpower in 1962*. Paris: OCDE.
- Freeman, C.** (1969), *The measurement of scientific and technological activities: proposals for the collection of statistics on science and technology on an internationally uniform basis*. Reporte preparado para UNESCO, disponible en: <http://bit.ly/1QgIT9c>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Freeman, C.** (1970), *Measurement of output of research and experimental development: a review paper*. Reporte preparado para UNESCO, disponible en: <http://bit.ly/1WLM3kL>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Freeman, C.** y Soete, L. (2009), "Developing Science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past", *Research Policy*, Vol. 38, pp. 583-589.
- Galton, F.** (1869), *Hereditary Genius. An Inquiry into its Laws and Consequences*. Honolulu: University Press of the Pacific.
- GAO** (1979), *REPORT BY THE COMPTROLLER GENERAL OF THE UNITED STATES – Science Indicators: Improvements Needed in Design, Construction, and Interpretation*. Washington: US Government Printing Office.
- Gault, F.** (2007), "Science, Technology and Innovation Indicators: The Context of Change", en: *OCDE Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*. Paris: OCDE, pp. 9-24.
- Gault, F.** (2010), "Innovation Strategies for a Global Economy, Development, Implementation, Measurement and Management". Cheltenham: Edward Elgar. Ottawa: IDRC.
- Godin, B.** (2000), "The Measure of Science and the Construction of a Statistical Territory: The Case of the National Capital Region of Ottawa", *Working paper*, Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique, disponible en: <http://bit.ly/1Q53RWj>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Godin, B.** (2001), "The Number Makers: A Short History of International Science and Technology Statistics", *Working paper*, Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique, disponible en: <http://bit.ly/1POAsAI>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Godin, B.** (2002), "Technological gaps: an important episode in the construction of S&T statistics", *Technology in Society*, Vol. 24, pp. 387-413.
- Godin, B.** (2003), "The emergence of S&T indicators: why did governments supplement statistics with indicators?", *Research Policy*, Vol. 32, pp. 679-691.
- Godin, B.** (2005), *Measurement and Statistics on Science and Technology: 1920 to the present*. London: Routledge.
- Godin, B.** (2006), "From Eugenics to Scientometrics: Galton, Cattell and Men of Science", *Working paper*, Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique, disponible en: <http://bit.ly/1oKP36p>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Godin, B.** (2010), "The Culture of Numbers: From Science to Innovation", *Working paper*, Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique, disponible en: <http://bit.ly/1PmPhci>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Godin, B.** (2011), "Taking Statistics (More) Seriously: The Measurement of Science, Technology and Innovation and its Future", *Working paper*, Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique, disponible en: <http://bit.ly/1o4RsJ1>, fecha de acceso: diciembre de 2015.

- Godin, B.** (2013), "The Institutionalization of Statistics on Science", *Revista ENTORNOS*, Vol. 26, pp. 43-53.
- Goodhart, C.** (1975), "Monetary Relationship: A View from Threadneedle Street". *Papers in Monetary Economics*. Reserve Bank of Australia.
- Grupp, H. y Moguee, M.** (2004a), "Indicators for National Science and Technology Policy: Their Development, Use and Possible Misuse", en: Moed, H., Glanzel, W. y Schnoch, U. (editors) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Grupp, H. y Moguee, M.** (2004b), "Indicators for national science and technology policy: how robust are composite indicators?", *Research Policy*, Vol. 33, pp. 1373-1384.
- Hall, B. y Jaffe, A.** (2012), *Measuring Science, Technology and Innovation: a Review*. A report prepared for the Panel on Developing Science, Technology and Innovation Indicators for the Future. National Academies of Science, disponible en: <http://bit.ly/21khYPV>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Litan, R. y Wyckoff, A.** (2012), *Improving Measures of Science, Technology and Innovation: Interim Report*. Washington: National Academies Press.
- Marburger, J.** (2007), "The Science of Science and Innovation Policy", en: OCDE *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*. Paris: OCDE, pp. 27-32.
- Medina, J. y Ortegón, E.** (2006), *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe*. Serie Manuales-CEPAL, disponible en: <http://bit.ly/1p9yRvj>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- NISTEP** (2004), *Science and Technology Indicators: 2004. A Systematic Analysis of Science and Technology Activities in Japan*.
- NSB** (1973), *Science Indicators 1972*. Washington: NSF.
- NSB** (1975), *Science Indicators 1974*. Washington: NSF.
- OCDE** (1976), *Science and Technology Indicators*. DSTI/SPR/76.43.
- OCDE** (1990), *Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payment Data – TBP Manual*, disponible en: <http://bit.ly/1p8YVXC>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (1994), *Using Patent Data as Science and Technology Indicators – Patent Manual*, disponible en: <http://bit.ly/1WLLaMN>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (1995), *Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T – Canberra Manual*, disponible en: <http://bit.ly/1oD0sok>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (1997), *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual*, disponible en: <http://bit.ly/1EUkdJU>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (2002), *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, disponible en: <http://bit.ly/1VHhD2T>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (2005), *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, disponible en: <http://bit.ly/1oPONTw>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- OCDE** (2015), *Frascati Manual: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, disponible en: <http://bit.ly/1WLKwes>, fecha de acceso: diciembre de 2015.



- Posner**, M. (1961), "International trade and technical change", *Oxford Economic Papers*, Vol. 13, pp. 323-341.
- President's Research Committee on Social Trends** (1933), *Recent Social Trends in the United States*. New York: McGraw-Hill.
- RICYT** (2001), *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina: Manual de Bogotá*, disponible en: <http://bit.ly/1SXDcOJ>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- RICYT** (2006), *Manual de Lisboa: pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de iberoamérica hacia la sociedad de la información*, disponible en: <http://bit.ly/1WLEqL2>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- RICYT** (2007), *Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología: Manual de Santiago*, disponible en: <http://bit.ly/20Xhcml>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- RICYT** (2009), *Manual de Lisboa: pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información*, disponible en: <http://bit.ly/1QHW5oN>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- RICYT** (2015), *Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*, disponible en: <http://bit.ly/1TH2D77>, fecha de acceso: diciembre de 2015.
- Romer**, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, pp. 71-102.
- Sancho**, R. (2003) "Versión española de la sexta edición del manual de Frascati: propuesta práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental", *Revista española de Documentación Científica*, Vol. 26, pp. 365-366.
- Schumpeter**, J. (1942), *Capitalism, socialism and democracy*, Londres: George Allen & Unwin.
- Shelton**, E. y Holdridge, G. (2004), "The US-EU race for leadership of science and technology qualitative and quantitative indicators", *Scientometrics*, Vol. 60, pp. 353-363.
- Sheldon**, E. y Moore, W. (1968), *Indicators of Social Change: Concepts and Measurement*. New York: Russell Sage Foundation.
- Smith**, K. (1998), *Science, Technology and Innovation Indicators: A Guide for Policy Makers*, Indicators and Data for European Analysis (IDEA) Project, IDEA (5) Paper Series.
- Solow**, R. (1956), "A contribution to the theory of economic growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65-94.
- Solow**, R. (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, pp. 312-320.
- Teitel**, S. (1994), "Scientific Publications, R&D Expenditures, Country Size, and Per Capita Income: A Cross Section Analysis", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 46, pp. 175-187.
- UNESCO** (1977), *Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*.
- UNESCO** (1978), *Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*, disponible en: <http://bit.ly/1VH677w>, fecha de acceso: diciembre de 2015.

**UNESCO** (1980), *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities*, disponible en: <http://bit.ly/1QHSgQn>, fecha de acceso: diciembre de 2015.

**UNESCO** (1984), *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities*, disponible en: <http://bit.ly/1T9I2ZM>, fecha de acceso: diciembre de 2015.

**UNESCO** (2010), *Medición de la investigación y desarrollo (I+D): desafíos enfrentados por los países en desarrollo*, disponible en: <http://bit.ly/1LfrjfM>, fecha de acceso: diciembre de 2015.

## Fuentes electrónicas

*Department for Business, Innovation and Skills*  
<http://bit.ly/1slieRB>

*Canadian Science and Innovation Indicators Consortium*  
<http://bit.ly/1mLuW72>

*Ministry of Education, Culture and Science*  
<http://bit.ly/1RKVe4w>

*National Institute of Science and Technology Policy*  
<http://bit.ly/1KbKaY7>

*Organización de Estados Americanos*  
<http://bit.ly/1OuxvzY>

*Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*  
<http://bit.ly/1p0wQ4K>

*The National Research Council*  
<http://bit.ly/1mWIKgd>

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico fomenta y propicia la colaboración entre los actores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) –sector empresarial, académico y gubernamental-, así como también incentiva una mayor participación de la sociedad en general en el ámbito local y federal. Como parte de dichos esfuerzos de articulación y con el propósito de contribuir a la toma de decisiones con información especializada, el presente documento busca contribuir a la generación de capacidades locales para el desarrollo y estudio de comportamiento de sus indicadores para la medición y análisis de la CTI en las entidades.

Ante la complejidad, caracterización y geografía diversa de cada entidad es necesario trabajar en un diagnóstico específico por estado, que permita la comparación de la información sobre CTI entre ellos. Los indicadores y la información sistematizada en materia de CTI permiten caracterizar integralmente a cada estado, conforme a sus condiciones, desarrollo y entorno particular y constituyen un insumo estratégico de información en el contexto de cada entidad para planear y alimentar el diseño de políticas públicas de CTI. El objetivo es promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la CTI en las entidades federativas, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como herramienta para la planeación y la toma de decisiones.