

## Indicadores de tecnología para medir la presencia global de un país

**Isabel Álvarez** | Instituto Complutense de Estudios Internacionales, ICEI-UCM |  
@gmialvare 

**José Miguel Natera** | CONACYT –Universidad Autónoma Metropolitana– Unidad Xochimilco | @jmnatera 

**Raquel Marín** | Instituto Complutense de Estudios Internacionales, ICEI-UCM.

### Tema

Este documento aborda la idoneidad de los indicadores disponibles en el ámbito de la tecnología, argumentando tanto sus puntos fuertes como débiles para su posible inclusión en la dimensión blanda del Índice Elcano de Presencia Global.

### Resumen

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) constituyen un pilar básico para la comprensión del desarrollo relativo alcanzado por los países y, al mismo tiempo, son un elemento clave para aproximar las posibilidades de acceso a un mayor grado de presencia global. La internacionalización de flujos, actividades y factores implica considerar necesariamente el ámbito externo de los sistemas nacionales de innovación y es por ello que los conceptos ligados a las formas que adopta la internacionalización de la CTI sirven de base para justificar las mediciones y los indicadores de este proceso. En este documento se aborda la idoneidad de los indicadores disponibles en el ámbito de la tecnología con el propósito de argumentar tanto sus puntos fuertes como débiles para su posible inclusión en la dimensión blanda del Índice Elcano de Presencia Global. La primera sección contiene una introducción a las bases conceptuales, a la que le sigue, en la sección segunda, una revisión de indicadores disponibles. La sección tercera responde la pregunta de por qué sería necesario modificar el indicador actual de tecnología, mientras que en la sección cuarta se discute la propuesta alternativa de indicadores. Finalmente, la sección quinta esboza algunas consideraciones de carácter metodológico.

### Análisis

#### (1) Bases conceptuales

En esta sección se realiza una breve argumentación teórica acerca de la internacionalización de los sistemas de innovación, las formas que adopta y qué indicadores están disponibles, aportando algunas bases conceptuales para el desarrollo del resto del documento.

El proceso de internacionalización creciente no deja exento el ámbito del cambio tecnológico y la innovación. El incremento de los intercambios comerciales y la creciente internacionalización del factor capital, junto al vertiginoso avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), definen un mapa internacional en el que la tecnología sigue una dinámica sin precedentes. Un aspecto clave es que la tecnología –el conocimiento– que se requiere para resolver problemas técnicos, económicos y sociales, no se ciñe exclusivamente a las fronteras físicas o administrativas, sino que puede ser utilizado en procesos innovadores de países distintos a aquél en el que es originariamente generado.

Esta corriente entronca directamente con las diferentes formas de internacionalización de la tecnología, siendo notorio el protagonismo que ha alcanzado la actividad de las empresas multinacionales en la definición de estrategias de innovación sobre bases internacionales y en la determinación del patrón internacional de las cadenas de valor regionales y globales. Estas formas de internacionalización de la actividad económica y tecnológica son de interés para gobiernos y académicos, por cuanto el objetivo de competitividad sigue estando presente en las bases que definen las distintas políticas de cambio estructural necesario para hacer avanzar las economías hacia un proceso sostenible de desarrollo (Álvarez *et al.*, 2019). La nueva fase de desarrollo de las TIC ha ido estableciendo las bases de lo que ha pasado a denominarse la era digital y, ante la elevada complejidad de las tecnologías, se hace más relevante que nunca el acceso internacional a la diversidad de fuentes de información y de conocimiento. Estas fuentes pueden situarse en cualquier parte del mundo, bien sea una institución, bien un individuo, y su búsqueda, asimilación y adaptación requiere a su vez de la internacionalización de organizaciones y actores innovadores.

La presencia global de la tecnología de un país, por lo tanto, requiere tener en cuenta cómo se internacionaliza el conocimiento generado en el interior de un sistema nacional de innovación a partir de las capacidades propias (Lall, 1992). La manera más tradicional de aproximar tales capacidades ha sido a través de los esfuerzos y resultados en los ámbitos científico y tecnológico, habiendo sido muy utilizados tanto los indicadores de recursos humanos e inversiones en investigación y desarrollo (I+D), como los de patentes y publicaciones para atender a los *outputs* o resultados. Los esfuerzos metodológicos en el plano internacional han quedado plasmados en diferentes guías metodológicas que han servido a los países para generar estadísticas y medir el grado de desarrollo de los sistemas de innovación, entre los que cabe destacar el compendio de indicadores que se encuentra en el Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018).<sup>1</sup>

Aproximar la presencia global de tales capacidades implica tener en cuenta el flujo entre países y, para ello, cabe comenzar por la diferenciación básica entre “tecnología incorporada” (en productos, en bienes de capital) o “desincorporada” (en patentes, en *know-how*). Además, en la pionera taxonomía que desarrollaron Archibugi y Michie (1995), que con el paso del tiempo se ha convertido en una referencia obligada a la hora

---

<sup>1</sup> Los esfuerzos de adaptación de la Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT) en el ámbito de América Latina han derivado en el Manual de Bogotá, el reciente Manual de Valencia sobre transferencia de conocimiento e, incluso, el Manual de Santiago sobre internacionalización.

de explicar y entender la internacionalización de la tecnología y la innovación, se alude a tres formas básicas: “explotación internacional”, “colaboración internacional” y “generación internacional”.

La primera, la explotación internacional de tecnologías, responde a un mecanismo de mercado según el cual la internacionalización de las innovaciones se da fundamentalmente por los intercambios comerciales entre países, entendiéndose como la consecuencia –y no necesariamente la causa– de la expansión de los flujos comerciales de mercancías. En ésta se asentaría la dualidad que conforman la innovación y la difusión, respondiendo a la presencia de países innovadores en los que surgen las innovaciones tecnológicas que se difunden internacionalmente entre los países seguidores (Verspagen, 1997). Esta dualidad refleja una brecha tecnológica definida por aquellas economías que desarrollan una base productiva centrada en industrias de elevado valor añadido, especializadas en producir y exportar productos intensivos en tecnología, frente a aquellas de menor desarrollo industrial y tecnológico, que pasarían a adquirirlos en el comercio internacional y a adaptar la tecnología transferida. Esta forma de internacionalización responde a la dinámica del mercado internacional y, por lo tanto, su medición y comparación se realiza a través de indicadores de importaciones y exportaciones de mercancías; en particular, las exportaciones de bienes manufacturados con alto componente de tecnología, como son equipos eléctricos y electrónicos, instrumentos de precisión, productos químicos y farmacéuticos (Archibugi y Filippetti, 2015).

Además, ante la relevancia que han alcanzado las tecnologías digitales, pueden añadirse otros indicadores tales como las exportaciones de bienes y servicios TIC (UNCTAD, 2017), e igualmente el comercio de derechos de propiedad intelectual, cuyo volumen se ha triplicado en las últimas dos décadas, según la información que proporciona el Banco Mundial. El VI Manual de Balanza de Pagos del Fondo Monetario Internacional (FMI, 2009) establece y recopila las estadísticas correspondientes a los pagos y cobros por derechos de propiedad intelectual entre residentes y no residentes, entre los que se incluyen patentes, marcas, *copyrights*, procesos y diseños industriales y franquicias, así como el uso de acuerdos de licencias, productos originales y prototipos (derechos sobre obras literarias, manuscritos, *software*, trabajos cinematográficos y discos), al igual que otros relacionados con televisión, cable y emisiones vía satélite.

Por su parte, las relaciones de colaboración internacional se han convertido en un mecanismo propicio para superar las limitaciones de escala de la I+D que definen la magnitud de la inversión, y la diversidad de fuentes de información y de conocimiento, pudiendo distinguirse entre colaboración internacional científica y tecnológica. Esta última se expresa a través de consorcios que vinculan empresas para realizar proyectos de tal envergadura que individualmente serían inalcanzables, proyectos conjuntos en los que se estimula también la cooperación público-privada cuando confluyen empresas junto a centros de la Administración pública. Su aproximación empírica también se realiza a través de alianzas tecnológicas entre empresas y proyectos internacionales en colaboración, y la co-invencción o patentes de propiedad de agentes de más de un país, siendo esta última válida también para aproximar la generación internacional de tecnología junto a la inversión en I+D que realizan las empresas en el extranjero a través de su red multinacional.

## (2) Indicadores disponibles

Las metodologías para la construcción de indicadores y recopilación homogénea de estadísticas en el ámbito de la CTI responden a numerosos esfuerzos realizados fundamentalmente por los organismos internacionales, tal como se ha mencionado anteriormente. Basándose en los sistemas nacionales de innovación, Castellacci y Natera (2011) representan las capacidades nacionales en los procesos de innovación, organizando una batería de indicadores en seis dimensiones: (a) innovación y capacidades tecnológicas; (b) educación y capital humano; (c) infraestructuras; (d) competitividad económica; (e) capital social; y (f) factores políticos e institucionales. A éstas se añadieron, posteriormente, cuatro dimensiones para abarcar más procesos sociales: riqueza y bienestar de la población, estructura industrial, internacionalización y condiciones medioambientales.

Si bien todas esas dimensiones representan características importantes del posicionamiento de los países, para evaluar la presencia global consideramos que hay dos dimensiones fundamentales: las capacidades científicas y tecnológicas, y los procesos de internacionalización. En la Figura 1 se muestra una selección de indicadores de acuerdo a ambas. Puede observarse que se han incluido algunos indicadores que reflejan capacidades nacionales *stricto sensu*, tales como el gasto en I+D o la ejecución pública y privada del mismo, lo que obedece al convencimiento de que son las condiciones básicas, la expresión del esfuerzo interno, lo que está directamente relacionado con la presencia tecnológica global. A estos se suman los ingresos por comercio de derechos de explotación del conocimiento generado en el país, las publicaciones, que muestran la producción científica, y las patentes y marcas, aceptadas como indicadores de los resultados tecnológicos. Le siguen un conjunto de indicadores de internacionalización, de explotación internacional de la tecnología, tales como las exportaciones de bienes y servicios TIC, y las de alta tecnología, ya mencionadas en la sección anterior y sobre los que se volverá más adelante en este documento.

**Figura 1. Selección de indicadores para la medición de presencia global desde la CTI**

## Capacidades científicas y tecnológicas

Indicador	Descripción	Fuente
Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB (GID % PIB)	Gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos. Investigación básica, aplicada, desarrollo experimental.	Banco Mundial; OECD; UNESCO
Total de personal de I+D (tiempo completo equivalente)	Personal empleado o contribuyentes externos integrados en actividades de I+D, y las que prestan servicios directos en tales como gerentes de I+D, administradores, técnicos, administrativos.	UNESCO; OECD
GID ejecutado por el Gobierno	Gasto total en I+D ejecutado por todas las unidades del gobierno central (federal), regional (estatal) o local (municipal), incluidos los fondos de seguridad social.	UNESCO; OECD; RICYT
GID ejecutado por el sector empresarial	Gasto en I+D ejecutado por todas las organizaciones que desempeñan actividades empresariales en el país.	UNESCO; OECD; RICYT
Pagos recibidos por el uso de propiedad intelectual (balanza de pagos, US\$ precios corrientes)	Pagos realizados entre residentes y no residentes por el uso autorizado de activos intangibles, no financieros, no fabricados, y derechos de propiedad (patentes, derechos de autor, marcas registradas, procesos industriales y franquicias) y licencias por uso de originales producidos de prototipos (películas y manuscritos).	Banco Mundial; UNCTAD
Artículos de revistas científicas y técnicas (por millón habitantes)	Número de artículos científicos y de ingeniería publicados en física, biología, química, matemáticas, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, ciencias de la tierra y el espacio.	Banco Mundial
Solicitudes de patentes, residentes (per cápita)	Solicitudes de todo el mundo a través del procedimiento del Tratado de Cooperación de Patentes, o con oficina nacional para derechos exclusivos de una invención, un producto o proceso que proporciona una nueva forma de hacer algo o solución técnica.	Banco Mundial
Solicitudes de marca registrada (no residentes)	Solicitudes para registrar una marca registrada en una oficina nacional o regional de Propiedad Intelectual (IP) realizadas por personas que no residen en el país.	Banco Mundial
Internacionalización		
Exportaciones de bienes de TIC (% del total de exportaciones de bienes)	Las exportaciones de bienes TIC incluyen computadoras y equipos periféricos, equipos de comunicación, equipos electrónicos de consumo, componentes electrónicos y otros bienes (varios).	Banco Mundial; UNCTAD
Exportaciones de servicios de TIC (% del total de exportaciones de servicios)	Las exportaciones de servicios de TIC incluyen servicios de computadoras y comunicaciones (telecomunicaciones, correos y servicios de mensajería) y servicios de información (datos informáticos y transacciones de servicios de noticias).	Banco Mundial
Exportaciones de alta tecnología (% exportaciones manufacturadas)	Exportaciones de productos con alta intensidad de I + D, como en el sector aeroespacial, computadoras, productos farmacéuticos, instrumentos científicos y maquinaria eléctrica.	Banco Mundial
Exportaciones de alta tecnología (US\$ corrientes)	Exportaciones de productos con alta intensidad de I + D (sector aeroespacial, computadoras, productos farmacéuticos, instrumentos científicos y maquinaria eléctrica).	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia y Castellacci y Natera (2011).

La evaluación de las condiciones medioambientales es una tercera dimensión que consideramos importante discutir porque, si bien esta dimensión no engloba únicamente actividades de CTI, existe una clara interacción entre ambas: En la confluencia de actividades de CTI y sector productivo, hay efectos relevantes en los actuales sistemas de producción (vía externalidades negativas) y, además, los cambios para reconfigurar estos sistemas hacia procesos más sostenibles están estrechamente vinculados a las oportunidades tecnológicas. La Figura 2 muestra una selección de algunos indicadores. El primero, el de consumo de energía renovable, es un buen ejemplo de cómo las tecnologías en el sector energético contribuyen a un consumo más sostenible, lo que tiene implicaciones directas positivas sobre el planeta.

**Figura 1. Indicadores medioambientales para la medición de presencia global desde la CTI**

Indicador	Descripción	Fuente
Consumo de energía renovable (%consumo total de energía final)	Proporción de energía renovable en el consumo total de energía final.	Banco Mundial
Emisiones de CO <sub>2</sub> (toneladas métricas <i>per cápita</i> )	Emisiones de dióxido de carbono derivadas de la quema de combustibles fósiles y fabricación de cemento. Incluyen CO <sub>2</sub> por consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y quema de gas.	Banco Mundial
Consumo de energía de combustibles fósiles (% del total)	El combustible fósil comprende carbón, petróleo, petróleo y productos de gas natural.	Banco Mundial
Uso de energía (kg de petróleo equivalente) por US\$1,000 PIB	Antes de la transformación a otros combustibles de uso final: producción local más importaciones y cambios en existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a buques y aeronaves de transporte internacional.	Banco Mundial
Combustibles renovables y residuos (% del total de energía)	Biomasa sólida y líquida, biogás, residuos industriales y residuos municipales.	Banco Mundial
Otras emisiones de gases de efecto invernadero, HFC, PFC y SF <sub>6</sub> (miles TM equivalente CO <sub>2</sub> )	Son las emisiones de subproductos de hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.	Banco Mundial
Emisiones totales de gases de efecto invernadero (kt de CO <sub>2</sub> equivalente)	Las emisiones totales de gases de efecto invernadero en kt de CO <sub>2</sub> equivalente se componen de los totales de CO <sub>2</sub> emitidos.	Banco Mundial
Productividad del agua (PIB constante US\$ 2010 por m <sup>3</sup> de extracción de agua dulce)	La productividad del agua se calcula como el PIB en precios constantes dividido por la extracción total anual de agua.	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia a partir de Natera (2019).

Finalmente, dentro de las posibilidades de medición de las actividades de CTI encontramos una serie de indicadores compuestos (OECD, 2008). Aunque existe una amplia variedad de propuestas, aquí se presentan tres de ellas: el Índice Global de Innovación (*Global Innovation Index*, GII), el de Desempeño Industrial Competitivo (*Competitive Industrial Performance Index*, CIP) y el Indicador de Competitividad Global (*Global Competitiveness Index*, GCI). En la Figura 3 se describen las principales características de tales indicadores.

Tanto el GII como el CIP y el GCI son opciones para expresar en una única medida las capacidades nacionales en los procesos de innovación, con distintos enfoques dependiendo de la composición de los índices. Esta información está disponible e incluso se utiliza como herramienta para evaluar el avance de los países, aunque debe ser tomada con cautela: hay una pérdida sustancial de información cuando indicadores de tan distinta naturaleza se mezclan en una figura unidimensional. Además, existen consideraciones teóricas y metodológicas que incluso pueden llegar a invalidar su utilización como herramienta de análisis (Lall, 2001), lo que lleva a recomendar su uso como indicador descriptivo y general, teniendo en cuenta que sólo da una idea inicial de la posición relativa de los países en términos de sus capacidades.

**Figura 3. Estructura de los indicadores compuestos GII, CIP, GCI**

Indicador	Organismo responsable	Dimensiones	Sub-dimensiones
<i>Global Innovation Index (GII)</i>	Universidad de Cornell, INSEAD, Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI)	Insumos para la innovación	Instituciones
			Capital humano e investigación
			Infraestructura
			Sofisticación del mercado
			Sofisticación empresarial
<i>Competitive Industrial Performance Index (CIP)</i>	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)	Productos para la innovación	Productos de conocimiento y de tecnologías
			Productos creativos
		Capacidad de los países de producir y exportar bienes manufacturados	Valor añadido a la manufactura <i>per capita</i>
			Exportaciones de bienes manufacturados <i>per capita</i>
			Intensidad de la industrialización
Profundidad y acumulación tecnológica	Calidad de las exportaciones		
	Manufacturas del país en relación con las manufacturas del mundo		
	Exportación de manufacturas del país sobre exportaciones globales de manufacturas		
<i>Global Competitiveness Index (GCI)</i>	Foro Económico Mundial (FEM)	Requisitos básicos	Instituciones
			Infraestructura
			Macroeconomía
			Salud y educación primaria
			Potenciadores de la eficiencia
		Factores de innovación y sofisticación	Educación superior y capacitación
			Eficiencia del mercado de bienes
			Eficiencia del mercado laboral
			Desarrollo del mercado financiero
			Preparación tecnológica
Tamaño del mercado			
Sofisticación empresarial			
Investigación, desarrollo e innovación			

Fuente: Natera (2019).



Más recientemente se han hecho otros desarrollos de indicadores que aproximan las capacidades nacionales a través de la medida de proximidad entre los productos que los países exportan (Hidalgo y Hausmann, 2009), con el indicador de complejidad económica (*Economic Complexity Index*, ECI) y el mapa de espacio de producto (*Product Space*). La intuición que está detrás es que son las capacidades nacionales las que permiten que los países puedan desarrollar sus sectores industriales, por lo que si un país exhibe una alta diversidad de productos es porque domina distintas tecnologías y tiene un alto nivel de capacidades. Estos indicadores, por lo tanto, hacen una medición indirecta de capacidades a través de las exportaciones.

### (3) Por qué sería necesario modificar el indicador actual de tecnología

El Índice Elcano de Presencia Global (Olivé y Gracia, 2018) aproxima “la proyección efectiva real de los países fuera de sus fronteras en los ámbitos económico, político y social (exportaciones realizadas, turistas recibidos, competiciones deportivas internacionales ganadas...)”. Atendiendo a esta definición, en el desarrollo metodológico que se ha llevado a cabo para la construcción del Índice Elcano se ha optado por incluir, como indicador correspondiente a la tecnología, el de “Patentes orientadas al exterior”, aproximado como el número de solicitudes de patentes relacionadas entre sí, depositadas en uno o más países extranjeros para proteger la misma invención. La fuente de datos utilizada es la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (*OMPI Statistics Database*).

Las limitaciones que muestra el análisis de patentes como indicador de desarrollo tecnológico, también son aplicables aquí para medir cuál es la presencia global de un país en el ámbito de la tecnología. Lo más relevante está relacionado con el hecho de que la patente *per se* no garantiza que el avance tecnológico tenga efectos reales en el mercado y se comercialice. A este respecto, hay que tener en cuenta que sólo una parte de las innovaciones se patentan, y también que algunas invenciones no son técnicamente patentables. En ciertos sectores el ciclo de vida de los productos es tan corto que no vale la pena patentarlos y, además, las patentes son indicadores deficientes en sectores en los que la mayoría de las innovaciones no están patentadas (Basberg, 1987). A pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo válidas para analizar el cambio técnico –las invenciones más valiosas tienden a ser patentadas en los sistemas de patentes más importantes, particularmente en la Oficina de patentes de Estados Unidos (USPTO)– y bien es cierto que sigue sin haber otro indicador mejor en términos de la cantidad de datos disponibles y el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico (Griliches, 1990).

Las patentes constituyen, por lo tanto, una fuente de información importante en el análisis de internacionalización de la tecnología. Sin embargo, el número de patentes como tal no nos indica si un país tiene una mayor o menor presencia global. De hecho, para un correcto uso de las patentes como indicador de internacionalización, es necesario someterlas a un tratamiento minucioso de la información que contienen. El paso previo para aproximar cuál es la fuente de conocimiento y cuál el país al que se le puede otorgar es distinguir entre inventor (el que posee el conocimiento) y solicitante (el que accede al derecho de propiedad intelectual).

La utilización de las patentes como indicador, ampliamente aceptado en el análisis económico de la internacionalización, se ha dirigido a conocer tanto la colaboración como la generación internacional de tecnología. Entre los principales objetivos se encuentra, por ejemplo, la aproximación al flujo de información entre países que contienen las citas de los documentos de patentes, bien a publicaciones científicas, bien a otras patentes; o bien la comprobación de la importancia de la conectividad internacional a través de la coautoría internacional de patentes, cuando la nacionalidad de inventores y solicitantes en una misma patente difieren. De una forma u otra, podría aproximarse la presencia global, pero ello implicaría un análisis específico, manual e individualizado de las patentes y, dada la magnitud del manejo de información que se requeriría, el análisis tendría que ceñirse por lo general a una categoría sectorial, clase tecnológica o país. Por todo lo anterior, el número de patentes internacionales sólo está revelando capacidad de generación de conocimiento tecnológico y no que el país en el que se encuentra el inventor o el solicitante del derecho de propiedad del conocimiento patentable tenga necesariamente una mayor presencia global.

Teniendo en cuenta que la presencia global de un país en el plano de la tecnología puede tener carácter de tangible y de intangible, se realiza a continuación una propuesta de indicadores que podría resultar plausible y que podría ser susceptible de someterse a discusión en el seno de la construcción metodológica del Índice Elcano de Presencia Global.

#### (4) Discusión y propuesta de nuevos indicadores sobre la presencia global en tecnología

Como se ha mostrado en las secciones anteriores, son diversos los indicadores que aproximan la posición internacional de los países en relación a sus capacidades tecnológicas e innovadoras. La elección de indicadores que aquí se propone responde a las diferentes formas de internacionalización de la tecnología y, en particular, a la de su explotación y comercialización internacional, proceso que es reflejo de las capacidades innovadoras del país de origen.

Un primer indicador que permitiría aproximar la presencia tecnológica global son las “Exportaciones de alta tecnología –como porcentaje de las exportaciones de manufacturas–” (véase la Figura 1), que permiten valorar y comparar el grado de penetración de la tecnología desarrollada en un determinado país en los mercados internacionales.

En este tipo de exportaciones se incluyen los bienes manufacturados con una elevada intensidad en I+D, tales como aeroespacial, computadoras, productos farmacéuticos, instrumentos científicos y de precisión, y maquinaria eléctrica. Dicha clasificación, elaborada por la OCDE en colaboración con EUROSTAT, adopta un enfoque de producto que permite una mejor aproximación que la sectorial al análisis del comercio internacional y la competitividad global de los países (Hatzichronoglou, 1997). El motivo es que muchos de los productos fabricados por industrias de alto contenido tecnológico son de intensidad media e incluso baja en I+D, mientras que algunos productos fabricados por sectores de medio o bajo contenido tecnológico son, por el contrario, intensivos en I+D. Pese a las ventajas que presenta, una de las principales limitaciones es que sólo considera la intensidad en I+D, cuando hay otras características tales como

el conocimiento técnico, el personal científico, y la tecnología incorporada en las patentes, que son especialmente relevantes en la alta tecnología. La información referente a las exportaciones de alta tecnología está disponible en las bases de datos del Banco Mundial, que proporcionan una serie histórica desde 1983 para 128 países, con una cobertura de información del 46,27%.

La creciente digitalización de la economía y la sociedad, consecuencia del desarrollo de las TIC, y su rápida expansión en actividades productivas y la provisión de servicios, hace imprescindible considerar un indicador adicional relacionado con el papel que juegan estas tecnologías en el comercio internacional. Es por ello que se sugiere un segundo indicador que también permitiría analizar la presencia tecnológica global de los países a través de las “Exportaciones de servicios TIC –como porcentaje de las exportaciones de servicios–” (véase la Figura 1). Aunque la intensidad en I+D de los servicios TIC es relativamente inferior a la de sus manufacturas,<sup>2</sup> es especialmente relevante el destinado a las infraestructuras de red en los servicios de telecomunicaciones y al desarrollo de *software* en los servicios de tecnología e información, posicionándose así este tipo de servicios entre las industrias de mayor intensidad tecnológica (OCDE, 2015; Galindo-Rueda y Verger, 2016).

El indicador permite, por tanto, analizar la competitividad tecnológica de los países en los mercados internacionales dado que las empresas innovadoras, independientemente de su localización, con frecuencia utilizan intensivamente servicios TIC. La información estadística sobre esta variable está disponible en las bases de datos del Banco Mundial, iniciándose la serie histórica en 1970 para un total de 126 países y mostrando una cobertura del 40,12%. Es cierto que las principales limitaciones de este indicador están vinculadas a que la información procede de la Balanza de Pagos, y pueden surgir discrepancias por no existir una única fuente de información, al tiempo que convivir diferentes metodologías en la recopilación de la misma. No obstante, es un buen indicador para analizar en qué medida los países se suman y posicionan en la denominada economía digital.

Si bien las exportaciones de bienes de alta tecnología y las exportaciones de servicios TIC son indicadores de presencia global de tecnología incorporada, también resulta conveniente incluir un indicador que refleje el comercio internacional de tecnología “desincorporada”, esto es, de la cesión de derechos de propiedad intelectual a no residentes. Así, el tercer indicador que se propone es el de los “Ingresos por licencias, o ingresos por el uso de propiedad intelectual” (véase la Figura 1). Este tipo de intercambios comerciales recogen los ingresos exteriores por pagos tecnológicos, reflejando la cesión internacional del conocimiento desarrollado en el país de origen para su implementación en el exterior, y representando la explotación de competencias tecnológicas en mercados distintos al nacional. De ahí que este indicador resulte idóneo a la hora de posicionar globalmente a los países en el ámbito tecnológico. La información referente a los ingresos por licencias está disponible en las bases de datos del Banco Mundial y de la UNCTAD y proporciona una serie histórica desde 1970 para 132 países con una cobertura del 60,5%. Los inconvenientes que puede presentar este

---

<sup>2</sup> Las exportaciones de bienes TIC no se consideran idóneo por incluir productos que entran en la definición del indicador de exportaciones de alta tecnología.

indicador son similares a los mencionados para las exportaciones de servicios TIC, en particular, el hecho de que la información proviene de la balanza de pagos. A pesar de ello, los ingresos por licencias constituyen un indicador de uso generalizado de internacionalización de tecnología desincorporada.

Aunque aquí se proponen exclusivamente los tres anteriores, sería interesante discutir otros indicadores relacionados. Tal como se mencionó anteriormente, la inclusión de una dimensión medioambiental gana especial relevancia ante las exigencias actuales que se derivan del cambio climático, presente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, lo que requiere, entre otras medidas, una extensiva implementación de energías renovables en todos los ámbitos económicos y sociales. Es más, estos sectores, pioneros en el desarrollo de determinadas tecnologías con un elevado grado de penetración internacional, facilitan la inclusión en los mercados internacionales de aquellos países con un mayor compromiso medioambiental, así como su compromiso con la innovación.

Cabe igualmente mencionar a las industrias creativas, lo que supondría la incorporación de nuevos aspectos en la explotación internacional del conocimiento vinculados a las artes, la cultura, los negocios y la tecnología. Las industrias creativas, que comprenden el ciclo de creación, producción y distribución de bienes y servicios, cuyo *input* principal es el capital intelectual, engloban actividades tan diversas como la producción digital (impresores y escáneres 3D), los contenidos audiovisuales (videojuegos, industria cinematográfica, radiodifusión y animación digital) y el diseño (arquitectura y moda y joyería), entre otros (UNCTAD, 2008). Constituyen así un conjunto de actividades basadas en el conocimiento, con un elevado potencial en la generación de ingresos a través del comercio internacional y de derechos de propiedad intelectual, al tiempo que pueden promover la inclusión social, la diversidad cultural y el desarrollo humano.

Por último, si bien hay otras dimensiones de la presencia global, tales como la capacidad de coordinar grandes proyectos internacionales de desarrollo tecnológico, la disponibilidad de grandes instalaciones internacionales y la capacidad y presencia en redes virtuales internacionales y de logística y distribución, la falta de información estadística homogénea y comparable a nivel internacional hace que decaigan en esta propuesta específica de indicadores.

### (5) Consideraciones metodológicas

Los cambios en la metodología de la definición de indicadores tienen la ventaja de actualizar la visión de lo que pretenden medir (en este caso, la presencia global) y proporcionar información más útil para la descripción del fenómeno. Sin embargo, estos cambios generan una ruptura en la comparabilidad de la información. Con el fin de garantizar la calidad de las mediciones, se esbozan a continuación dos sugerencias:

- (a) Mantener la posibilidad de comparabilidad con mediciones anteriores: para garantizar esta posibilidad pueden seguirse dos estrategias. La primera consiste en mantener ambas metodologías durante un lapso determinado (cercano a la cantidad de mediciones realizadas en la historia del indicador); así se puede comparar la posición de cada país en la presencia global respecto a su historia y, al mismo tiempo, ir construyendo una nueva cronología que permita describir las nuevas dimensiones. La segunda opción es la construcción de mediciones pasadas (de años anteriores) con la nueva metodología, dado que de esta manera se genera una serie histórica con información comparable, que permite realizar conjeturas sobre el cambio en el posicionamiento de los países en la esfera global.
- (b) Incrementar el número de países incluidos en la muestra para dar una mejor percepción del proceso global: la complejidad de los procesos socioeconómicos se expresa mejor cuando es posible abarcar todas las distintas facetas de la evolución global, es decir, mediante la inclusión de países que estén atravesando por distintos patrones de desarrollo. Para ello, es importante que en la selección de los nuevos indicadores se tome en cuenta el número de países para los que se cuenta con información estadística y el período en el que se han realizado las distintas mediciones.

## Referencias

Álvarez, I., R. Marín y N. Albis (2019), "Innovación, internacionalización y cadenas globales de valor", en Barletta, Elber y Suárez (eds.), *Innovación: teoría, práctica y desafíos para Iberoamérica*", Editorial UNGS, en prensa.

Archibugi, D., y A. Filippetti (eds.) (2015), *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, Wiley & Sons Ltd, Chichester.

Archibugi, D., y J. Michie (1995), "The globalisation of technology: a new taxonomy", *Cambridge Journal of Economics*, nº 19, pp. 121-140.

Basberg, B. (1987), "Patents and the measurement of the technological change: a survey of the literature", *Research Policy*, vol. 16, nº 2-4, pp. 131-141.

Castellacci, F., y J.M. Natera (2011), "A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANA)", *Innovation and Development*, vol. 1, nº 2, pp. 205-226, <https://doi.org/10.1080/2157930X.2011.605871>.

FMI (2009), *Manual de balanza de pagos*, 6ª edición (MBP6), Fondo Monetario Internacional, Washington DC.

Galindo-Rueda, F., y F. Verger (2016), "OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, nº 2016/04, OECD Publishing, París.

Griliches, Z. (1990), "Patent statistics as economic indicators: a survey", *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, pp. 1661-1707.

Hatzichronoglou, T. (1997), "Revision of the high-technology sector and product classification", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, nº 1997/02, OECD Publishing, París.

Hidalgo, C.A., y R. Hausmann (2009), "The building blocks of economic complexity", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, nº 26, pp. 10570-10575, <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>.

Lall, S. (1992), "Technological capabilities and industrialization", *World Development*, vol. 20, nº 2, pp. 165-186.

Lall, S. (2001), "Competitiveness indices and developing countries: an economic evaluation of the Global Competitiveness Report", *World Development*, vol. 29, nº 9, pp. 1501-1525, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X01000511>.

Natera, J.M. (2019), "Capacidades nacionales en los procesos de innovación", en Barletta, Elber y Suárez (eds.), *Innovación: teoría, práctica y desafíos para Iberoamérica*, Editorial UNGS, en prensa.

OECD (2008), *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, OECD Publishing, París.

OECD (2015), *OECD Digital Economy Outlook 2015*, OECD Publishing, París.

OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th Edition. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, OECD Publishing, París.

Olivié, I., y M. Gracia (2019), *Informe Elcano de Presencia Global 2018*, Real Instituto Elcano, Madrid, [https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/data/Presencia\\_Global\\_2018.pdf](https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/data/Presencia_Global_2018.pdf)

UNCTAD (2008), *Creative Economy Report 2008*, United Nations, Nueva York.

UNCTAD (2017), *World Investment Report. Investment and the Digital Economy*, United Nations, Ginebra.

Verspagen, B. (1997), "Estimating international technology spillovers using technology flows matrices", *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 133, nº 2, pp. 26-24.