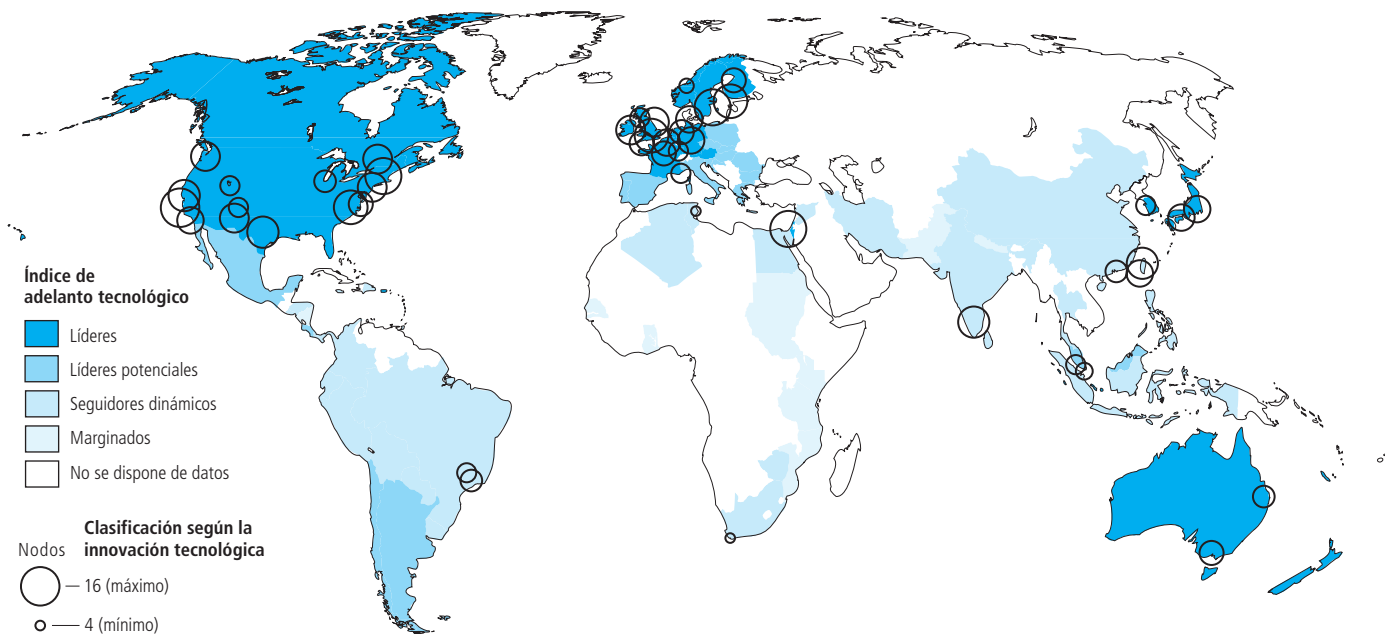


GEOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN Y EL ADELANTO TECNOLÓGICOS



Nodos mundiales de innovación tecnológica En el año 2000 la revista *Wired* consultó a fuentes locales de los gobiernos, la industria y los medios de información para determinar los lugares de mayor importancia en la nueva geografía digital. Cada lugar se clasificó del 1 al 4 atendiendo a cuatro aspectos, a saber, la capacidad de las universidades e instalaciones de investigación de la zona para formar trabajadores calificados o crear nuevas tecnologías, la presencia de empresas nacionales y multinacionales establecidas que proporcionen conocimientos especializados y estabilidad económica, el dinamismo empresarial de la población para poner en marcha nuevas empresas y la disponibilidad de capital de riesgo para lograr que las ideas lleguen al mercado. Se estableció la existencia de 46 nodos tecnológicos, los cuales se señalan en el mapa con círculos negros.

Clasificación		Clasificación		Clasificación	
16	16 Silicon Valley (EE.UU.)	13	Taipei (provincia china de Taiwán)	10	Baden-Wurttemberg (Alemania)
15	15 Boston (EE.UU.)	11	Bavaria (Alemania)	8	Saxony (Alemania)
15	Estocolmo-Kista (Suecia)	11	Flandes (Bélgica)	8	Sophia Antipolis (Francia)
15	Israel	11	Tokio (Japón)	8	Inchon (Rep. de Corea)
14	Raleigh-Durham-Chapel Hill (EE.UU.)	11	Kyoto (Japón)	8	Kuala Lumpur (Malasia)
14	Londres (Reino Unido)	11	Hsinchu (provincia china de Taiwán)	8	Campinas (Brasil)
14	Helsinki (Finlandia)	10	Virginia (EE.UU.)	7	Singapur
13	Austin (EE.UU.)	10	Thames valley (Reino Unido)	6	Trondheim (Noruega)
13	San Francisco (EE.UU.)	10	París (Francia)	4	El Ghazala (Túnez)
		11	Malmö (Suecia)	4	Gauteng (Sudáfrica)
				8	Glasgow-Edimburgo (Reino Unido)

Fuente: Hillner 2000.

Cuatro categorías del índice de adelanto tecnológico (véanse el anexo 2.1 y el cuadro A2.1 del anexo, pág. 48)

LIDERES	LIDERES POTENCIALES	SEGUIDORES DINAMICOS	MARGINADOS
Finlandia (2 nodos)	España	Uruguay	Túnez (1 nodo)
Estados Unidos (13 nodos)	Italia	Sudáfrica (1 nodo)	Paraguay
Suecia (2 nodos)	República Checa	Tailandia	Ecuador
Japón (2 nodos)	Hungría	Trinidad y Tobago	El Salvador
Corea, Rep. de (1 nodo)	Eslovenia	Panamá	República Dominicana
Países bajos	Hong Kong (China, RAE)	Brasil (2 nodos)	República Árabe Siria
Reino Unido (4 nodos)	Eslovaquia	Filipinas	Egipto
Canadá (1 nodo)	Grecia	China (3 nodos)	Argelia
Australia (1 nodo)	Portugal	Bolivia	Zimbabue
Singapur (1 nodo)	Bulgaria	Colombia	Indonesia
Alemania (3 nodos)	Polonia	Perú	Honduras
Noruega (1 nodo)	Malasia	Jamaica	Sri Lanka
Irlanda (1 nodo)	Croacia	Irán, Rep. Islámica de	India (1 nodo)
Bélgica (1 nodo)	México		
Nueva Zelandia	Chipre		
Austria	Argentina		
Francia (2 nodos)	Rumania		
Israel	Costa Rica		
	Chile		

En este Informe se presenta el índice de adelanto tecnológico (IAT), con el que se trata de reflejar en qué medida un país está creando y difundiendo la tecnología y construyendo una base de conocimientos humanos y, por ende, su capacidad para tomar parte en las innovaciones tecnológicas de la era de las redes. Este índice compuesto mide los logros y no las posibilidades, los esfuerzos o las contribuciones.

No es un índice para precisar qué país está a la cabeza del desarrollo de la tecnología en el mundo, sino precisamente para determinar en qué medida participa el país en su conjunto en la creación y uso de la tecnología. Tomemos los casos de los Estados Unidos, fuerza motriz de la tecnología mundial, y Finlandia. Los Estados Unidos cuentan con muchas más invenciones y anfitriones en la Internet que Finlandia, pero no ocupa un lugar tan alto en este índice como Finlandia, ya que en este último país la Internet está más difundida y se llevan a cabo mayores esfuerzos para desarrollar una base de conocimientos tecnológicos en toda la población.

El adelanto tecnológico de un país es mucho más amplio y complejo de lo que pueda reflejar este o cualquier otro índice. No es posible reflejar toda la gama de tecnologías, desde la agricultura y la medicina hasta la manufactura. Muchos aspectos de la creación, difusión y conocimientos humanos en el campo de la tecnología resultan difíciles de cuantificar. Incluso si ello fuera posible, la ausencia de información fiable impide que se reflejen cabalmente. Por ejemplo, en el sector no estructurado y en los sistemas de conocimientos autóctonos se producen innovaciones tecnológicas importantes, que no se registran ni pueden cuantificarse. Por esa razón, el IAT se elabora a partir de indicadores y no de medidas directas de los logros alcanzados por un país en cuatro dimensiones. El IAT brinda un resumen aproximado, no una medida global integral, del adelanto tecnológico de una sociedad.

¿Por qué razón se emplea un índice compuesto?

El IAT está destinado a ayudar a los formuladores de política a definir estrategias en la esfera de la tecnología. En el presente Informe se expresa que es necesario redefinir las estrategias de desarrollo en la era de las redes. Se exhorta a los formuladores de política a que, como primer paso, adopten una nueva perspectiva respecto del adelanto tecnológico alcanzado por sus países hasta la fecha. Un índice compuesto ayuda a compararse con otros, sobre todo con los que están más adelantados. Son muchos los elementos que conforman el adelanto tecnológico de un país, pero es más fácil hacer una evaluación general sobre la base de un solo índice compuesto que a partir de decenas de índices diferentes. Al igual que otros índices compuestos que figuran en los Informes de Desarrollo Humano (como el índice de desarrollo humano), se ha concebido el IAT como punto de partida de una evaluación general, que ha de complementarse mediante el examen más pormenorizado de diferentes indicadores.

La concepción del índice refleja dos intereses particulares. En primer lugar, que se centre en los indicadores que reflejen las preocupaciones de política de todos los países, independientemente del nivel de desarrollo tecnológico. En segundo lugar, que sea de utilidad para los países en desarrollo. Para lograrlo, el índice debe ser capaz de discriminar entre los países que se encuentran en el extremo más bajo de la escala.

Componentes del índice

El IAT se centra en cuatro dimensiones de la capacidad tecnológica que resultan importantes para cosechar los beneficios de la era de las redes. Los indicadores seleccionados se refieren a importantes objetivos de política tecnológica para todos los países, independientemente del nivel de desarrollo alcanzado:

- *Creación de la tecnología.* No todos los países tienen que estar a la vanguardia del desarrollo tecnológico mundial, pero la capacidad de innovación es importante para todos los países y constituye el nivel más alto de capacidad tecnológica. La economía mundial ofrece grandes recompensas a los líderes y dueños de las innovaciones tecnológicas. Todo país tiene que ser capaz de innovar, porque la capacidad para hacer un uso novedoso de la tecnología no puede desarrollarse a plenitud si no se tiene la capacidad de crear, sobre todo de adaptar productos y procesos a las condiciones locales. Ocurren innovaciones en toda la sociedad, en contextos estructurados y no estructurados, aunque la tendencia actual se inclina hacia el aumento de la comercialización y estructuración del proceso de innovación. A falta de indicadores y series de datos perfectos, el IAT utiliza dos indicadores para mostrar el nivel de innovación de una sociedad. El primero es el número per cápita de patentes concedidas, que refleja el nivel existente de actividades de invención. El segundo es el ingreso per cápita percibido del extranjero por concepto de regalías y derechos de licencia, que refleja el conjunto de innovaciones positivas del pasado que siguen siendo útiles y que, por consiguiente, tienen valor comercial.

- *Difusión de innovaciones recientes.* Todos los países deben adoptar innovaciones para aprovechar las oportunidades que brinda la era de las redes. Esto se mide a partir de la difusión de la Internet, que resulta indispensable para la participación, y de las exportaciones de productos de tecnología alta y media como proporción del total de las exportaciones.

- *Difusión de viejas invenciones.* La participación en la era de las redes exige la difusión de muchas viejas invenciones. Aunque a veces es posible pasarlas por alto, el avance tecnológico es un proceso acumulativo, y se necesita la difusión generalizada de viejas invenciones para adoptar otras posteriores. Dos indicadores utilizados aquí, los teléfonos y la electricidad, revisten gran importancia ya que se necesitan para usar tecnologías más novedosas y también son componentes generalizados en un cúmulo de actividades humanas. Sin embargo, ambos indicadores se expresan en forma de logaritmos y se les asigna un

tope al nivel promedio de la OCDE porque son importantes en las etapas más tempranas del avance tecnológico aunque no en las etapas más avanzadas. Esa es la razón por la que si bien es importante que la India se centre en la difusión de la electricidad y los teléfonos para que todos sus ciudadanos puedan participar en la revolución tecnológica, el Japón y Suecia ya han pasado esa etapa. Al expresar la medida en logaritmos se garantiza que a medida que aumenta el nivel, éste contribuye menos al índice.

- *Conocimientos especializados.* Es indispensable contar con una masa crítica de conocimientos especializados para garantizar el dinamismo tecnológico. Tanto los creadores como los usuarios de la nueva tecnología necesitan esos conocimientos. La tecnología actual exige capacidad de adaptación; es decir, conocimientos para dominar la corriente constante de nuevas innovaciones. Esa capacidad parte de la educación básica necesaria para desarrollar habilidades cognitivas y aptitudes en las ciencias y las matemáticas. Se utilizan dos indicadores para reflejar los conocimientos especializados que se requieren para crear y absorber las innovaciones: el promedio de años de enseñanza y la tasa bruta de escolarización de estudiantes terciarios matriculados en estudios de ciencias, matemáticas e ingeniería. Aunque sería conveniente incluir indicadores de formación profesional, no se dispone de estos datos.

Fuentes de datos y limitaciones

Los datos utilizados para elaborar el IAT provienen de las series internacionales de uso más generalizado en los análisis de tendencias de la tecnología, y por ello se consideran los conjuntos disponibles más fiables de que se dispone, como se indica infra. La variedad de indicadores apropiados se limita a los que ofrecen una cobertura razonable.

Al interpretar los valores y clasificaciones del IAT, deben tomarse en consideración las limitaciones de las series de datos. Algunos países tendrán innovaciones subvaloradas porque los registros de patentes y los pagos por concepto de regalía son los únicos datos que se recogen de manera sistemática y se excluyen innovaciones valiosas pero no comercializadas, como las que se producen en el sector no estructurado y en los sistemas de conocimientos autóctonos. Además, los sistemas y tradiciones nacionales difieren en cuanto a su alcance y normas. Un elevado número de patentes puede reflejar la presencia de sistemas liberales de propiedad intelectual. La difusión de nuevas tecnologías puede resultar inferior a la real en muchos países en desarrollo. El acceso a la Internet se mide a partir de los anfitriones, porque esa información es más fiable y amplia que los datos sobre usuarios de la Internet a nivel del país.

Ponderación y agregación

En la nota técnica se presenta en forma pormenorizada la metodología para elaborar el IAT. Las cuatro dimensiones tienen el mismo peso. Todos los

Dimensión	Indicador	Fuente
Creación de tecnología	Patentes concedidas per cápita	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI 2001a)
	Ingreso percibido del extranjero por concepto de regalías y derechos de licencia per cápita	Banco Mundial (Banco Mundial 2001h)
Difusión de innovaciones recientes	Anfitriones en la Internet per cápita	Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT 2001a)
	Exportaciones de tecnología alta y media como proporción del total de exportaciones	División de Estadística de las Naciones Unidas (cálculos basados en datos de Lall 2001 y Naciones Unidas 2001a)
Difusión de antiguas invenciones	Logaritmo de teléfonos per cápita (estacionarios y celulares combinados)	Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT 2001b)
	Logaritmo de consumo de electricidad per cápita	Banco Mundial (Banco Mundial 2001h)
Conocimientos especializados	Media de años de escolarización	Barro y Lee (Barro y Lee 2000)
	Tasa bruta de matriculación terciaria en ciencias, matemáticas e ingeniería	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (cálculos basados en datos de UNESCO 1998, 1999 y 2001a)

indicadores que conforman las dimensiones también tienen el mismo peso.

Valores y clasificaciones de la IAT

Se han preparado estimaciones del IAT para 72 países sobre los cuales se dispone de datos de calidad aceptable. En cuanto al resto de los países, o no se disponía de datos o no resultaban satisfactorios para uno o más indicadores, por lo que no se pudo estimar el IAT. En varios países del mundo en desarrollo, no hay información sobre patentes y regalías. Como por lo general la ausencia de información indica que se están produciendo pocas innovaciones en el sector estructurado, en estos casos se usó un valor de cero para el indicador faltante.

Los resultados muestran tres tendencias; a saber, un mapa de grandes disparidades entre países, diversidad y dinamismo en el avance tecnológico que se produce entre los países en desarrollo y un mapa de centros de tecnología superpuestos en países con dife-El mapa de grandes disparidades muestra cuatro grupos de países (véase el mapa 2.1), en el que los valores del IAT oscilan entre 0,744 en el caso de Finlandia y 0,066 en el caso de Mozambique. Esos países pueden considerarse líderes, líderes potenciales, seguidores dinámicos o marginados:

- **Líderes (IAT superior a 0,5)**—encabezado por Finlandia, los Estados Unidos, Suecia y el Japón, este grupo se encuentra a la vanguardia de la inno-

vación tecnológica, la cual es capaz de sustentarse por sí misma: estos países registran grandes logros en materia de creación, difusión y conocimientos especializados en materia de tecnología. En quinto lugar se halla la República de Corea y Singapur, en el décimo, dos países que en los últimos decenios han avanzado con rapidez tecnológicamente. Este grupo se destaca del resto por tener un índice de invención superior, con una marcada disparidad entre Israel en este grupo y España en el siguiente.

- **Líderes potenciales (0,35–0,49)**—la mayoría de estos países ha invertido en altos niveles de conocimientos especializados y divulgado ampliamente viejas tecnologías, pero realizan pocas innovaciones. Cada uno de ellos tiende a ocupar un lugar bajo en una o dos dimensiones, como la difusión de innovaciones recientes o de viejas invenciones. La mayoría de los países de este grupo tiene niveles de conocimientos especializados comparables a los países del grupo superior.

- **Seguidores dinámicos (0,20–0,34)**—estos países hacen un uso dinámico de la nueva tecnología. La mayoría de ellos son países en desarrollo que poseen conocimientos especializados humanos superiores a los del cuarto grupo. Entre ellos figuran el Brasil, China, la India, Indonesia, Sudáfrica y Túnez. Muchos de estos países cuentan con importantes industrias de alta tecnología y centros de tecnología, pero la difusión de viejas invenciones es lenta y deficiente.

- **Marginados (menos de 0,20)**—en estos países

queda mucho por hacer en materia de difusión de tecnología y creación de conocimientos especializados. Grandes sectores de la población no se han beneficiado de la difusión de la tecnología antigua.

Estas clasificaciones no ensombrecen las clasificaciones por ingreso y demuestran un dinamismo considerable en varios países con creciente adelanto tecnológico, por ejemplo, Corea clasifica por encima del Reino Unido, el Canadá y otras economías industriales establecidas. Irlanda clasifica por encima de Austria y Francia. Grandes países en desarrollo, como China, el Brasil y la India, obtienen resultados menos positivos de los que cabría esperar porque no se trata de una clasificación atendiendo al "poderío tecnológico" de un país.

Por último, los centros de tecnología tienen un efecto limitado en el índice debido a las disparidades que se presentan dentro de los países. Si el IAT se estimara sólo a partir de los centros, no cabe duda de que esos países se clasificarían como líderes o líderes potenciales.

Adelanto tecnológico y desarrollo humano

Si bien los logros tecnológicos son importantes para el desarrollo humano, el IAT sólo mide los primeros. No indica la medida en que estos logros se han traducido en el desarrollo humano. De todos modos, el IAT muestra una fuerte correlación con el índice de desarrollo humano (IDH), la cual también es mejor que la que establece con el ingreso.

Fuente: Desai and others 2001.