

Algunos factores socio-económicos y políticos de la innovación tecnológica*

ARTURO BONILLA SÁNCHEZ

Introducción

En el curso de la segunda mitad del siglo XX, los países más avanzados del planeta han impulsado como nunca antes la investigación científica y su desarrollo, así como muchos aspectos relacionados con ella, a efecto de que sus resultados, al pasar por una trama de factores y lazos, se traduzcan en aumentos de producción en cualquier área. Los cambios tecnológicos son tan radicales que hasta se habla de una revolución científico-técnica.

A ese proceso de desarrollo de la ciencia y de sus aplicaciones en la esfera productiva se le llama innovación tecnológica e incluye no sólo la investigación científica, sino también transformaciones tecnológicas no derivadas de ella. En efecto, una innovación tecnológica puede originarse en el mismo plano de la producción e incluso en el del consumo de los bienes generados. La innovación tecnológica abarca hoy día también los métodos empleados para desechar todos los desperdicios que no se consumen, en vista del incremento de la contaminación del planeta, y las medidas para evitar la explotación irracional de la naturaleza e impedir así una catástrofe mundial irreversible.

El concepto de innovación tecnológica abarca muchos aspectos, pero en general podría definirse así: es el conjunto de las actividades realizadas con el propósito de elevar la calidad de la producción, perfeccionar el consumo y eliminar racionalmente los desperdicios generados en una y otra.

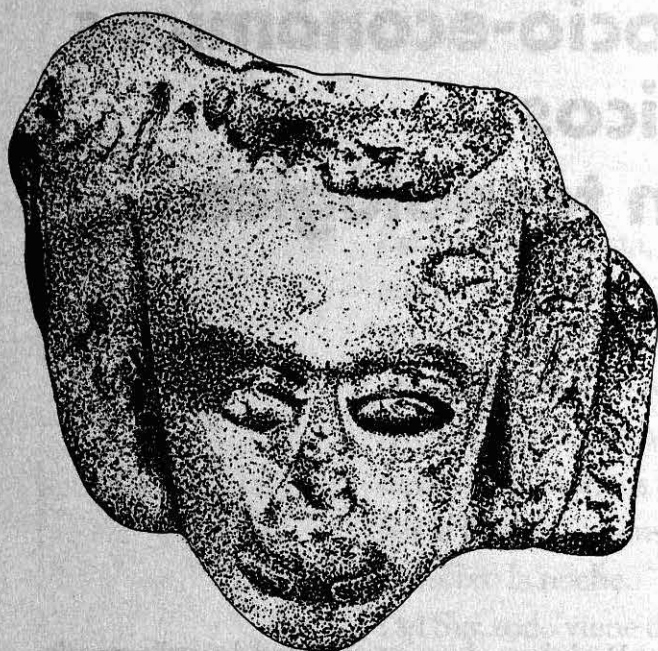
Desde luego, la investigación y el desarrollo son sólo parte de la innovación. Por eso, conviene no perder de vista que no toda la investigación y el desarrollo se orientan al área productiva o al consumo, que no siempre alcanzan sus metas porque éstas implican un alto grado de riesgo y fracaso, que no todo descubrimiento es producto de la investigación y el desarrollo y que sus aportaciones no siempre se dirigen a la producción o al consumo. En cambio, puede afirmarse de modo categórico que todos los descubrimientos son parte de la innovación tecnológica.

Para lograr de manera idónea la innovación tecnológica, ante todo es preciso concebir la idea o el conjunto de ideas en que se basará el cambio tecnológico. Luego se requerirá el concurso de otros factores que contribuyan a plasmar esos conceptos en el proceso productivo: las condiciones externas e internas de las empresas.

Entre los factores externos se cuentan la educación, sobre todo la de nivel superior, de todos los habitantes de un país; la organización y el fomento institucionales de la investigación; el monto de los recursos económicos destinados a ella; los medios de comunicación y las vías de intercambio de información entre personas e instituciones encargadas de llevar a cabo las distintas etapas de la innovación, y los mecanismos de retroalimentación entre investigadores, tecnólogos, promotores de la producción y el consumo y, cuando es posible, consumidores.

Entre los factores internos, deben destacarse los laboratorios para investigar, estrechamente vinculados con la dirección y con los departamentos de diseño, producción, comercialización y ventas de la empresa, así sucesivamente conforme sean más complejas las funciones de direc-

* En este artículo se recogen algunos comentarios inéditos respecto a ensayos elaborados por Chris Freeman, Pari Patel y Keith Pavitt.



Figurilla cerámica. Fase la Isla A (ca. 600-900 d. C.) Morgadal Grande

ción y organización de las empresas, en procesos horizontales y en otros de tipo vertical, tanto de arriba a abajo y de abajo a arriba.

Una vuelta al pasado

El estudio de todos estos aspectos ha cobrado una creciente importancia, hasta el punto de que recientemente se renovó una discusión sostenida en el siglo pasado entre dos grandes economistas: el británico Adam Smith y el alemán Federico List. En relación con ese debate, Chris Freeman recoge recientemente cuatro aspectos relevantes de la argumentación del pensador germano:¹

—El capital no es exclusivamente físico o tangible, pues también comprende el conjunto de las habilidades físicas e intelectuales de los productores.

—La situación global de las naciones resulta de la acumulación de conocimientos derivados de descubrimientos, invenciones y mejoras de la producción alcanzados por generaciones pasadas.

—Las ciencias y las artes deben recibir el impulso del Estado, hasta llegar a popularizarse, pues difícilmente habrá industrias que no se vinculen con la física, la mecánica, la química y las matemáticas. Ningún descubrimiento ni nin-

guna invención pueden producir esas ciencias si no se las impulsa.

—Para modificar y mejorar la producción esas ciencias resultan indispensables.

La historia corroboró esos planteamientos, pues se conoce bien la importancia que, sobre todo en el gobierno de Bismarck, se atribuyó a la industria, al fomento generalizado de la educación, a la investigación y al sistema todo de innovación tecnológica en el último tercio del siglo XIX. En su ensayo, Freeman efectúa un cuidadoso e importante recuento de esta parte de la historia económica de Prusia, hoy Alemania. Entonces, los diseñadores de la política de innovación tecnológica se basaron en dos elementos centrales:

a) El Estado tuvo que proteger a la naciente y rudimentaria industria de Prusia, mediante la elevación de las tarifas arancelarias, de modo que resultara posible aumentar los precios de los productos foráneos, en especial los británicos, que, gracias al mayor desarrollo de la industria inglesa, llegaban a Prusia con ventaja sobre los germanos.

b) El Estado debe impulsar el crecimiento económico, mediante un conjunto de políticas que faciliten la innovación tecnológica y sus aplicaciones en la planta productiva.

Mal que bien, con aproximaciones sucesivas logradas mediante la prueba y el error, desde hace probablemente poco más de cien años se inició en Alemania el diseño y la puesta en marcha de un Sistema Nacional de Innovación (SNI) que poco a poco se extendió en otros países avanzados. Esto quiere decir que, de facto, se han ido implantando varios SNI claramente adelantados a los planteamientos teóricos, aunque se debe admitir que su paulatino establecimiento se basó por supuesto en conceptos teóricos y no solamente en observaciones empíricas, además de recursos financieros, organizativos e institucionales, aunque la decisión política de implantarlos obedeció a la conveniencia.

El fuerte y rápido impulso que el Estado prusiano imprimió a la industria, a la educación y a la investigación científica también se enriqueció con el aporte de las propias empresas germanas. En efecto, la investigación se integró en las fábricas mismas, al fundarse en ellas laboratorios, tal como Freeman lo indica, y también al establecer acuerdos y firmar contratos con instituciones de investigación y universidades. Ello ocurrió inicialmente en las empresas químicas germanas hacia 1870 y un decenio después en la industria eléctrica estadounidense. A partir de esos años aquellas medidas se generalizaron en otros grandes ramos de la producción. Las compañías

¹ Chris Freeman, "The National System of Innovation in Historical Perspective", en *Cambridge Journal of Economics*, Reino Unido, 1995.

pequeñas prácticamente no han intervenido en este proceso.

El segundo gran cambio ocurrió a partir de la primera Guerra Mundial, aunque donde alcanzó mayor trascendencia fue en la segunda conflagración del orbe. Consistió en la creación de laboratorios estatales de investigación y desarrollo, en buena medida empeñados en fortalecer y expandir los complejos militares industriales de los Estados Unidos, de la antigua Unión Soviética, de la Gran Bretaña y de Francia. Como es del conocimiento público, el impulso brindado a la investigación científica, sobre todo en el terreno de la física —y en particular de la física nuclear—, obedeció a los imperativos derivados de la guerra fría.

Otros países que han promovido la investigación con fines bélicos son China, India y Pakistán, así como Israel, Argentina, Brasil, Irak, Irán y Yugoslavia. Poco a poco, Japón y Alemania imponen su jerarquía en este rubro tan importante como delicado.

En parte porque se comprende la importancia de los SNI para el desarrollo económico y en parte porque muchos países subdesarrollados imitan a los ricos, se inició en los años cincuentas y sesentas la creación de organismos públicos encargados de fomentar la investigación financiando los esfuerzos de jóvenes científicos y la creación de la infraestructura requerida para alentar la innovación tecnológica con fines únicamente de carácter civil y ya no militares.

Posibles factores que impulsaron el estudio de la innovación

Varios factores de gran importancia internacional hacen surgir el deseo de profundizar respecto a la amplia gama de causas del cambio tecnológico desde la culminación de la segunda Guerra Mundial, fase en que investigadores europeos occidentales emprenden un gran esfuerzo teórico con ese objetivo, sobre todo durante las dos últimas décadas.

Ese interés se ha manifestado desde muy diversas perspectivas, pues hay trabajos al respecto tanto de carácter teórico como de naturaleza histórica, empírica y monográfica, así como de tipo estadístico, y no faltan los que se basan en el análisis econométrico, principalmente, pero no de manera exclusiva, con ecuaciones lineales. Asimismo, se han realizado estudios de muy diferentes alcances: desde

el estrictamente empresarial, hasta el local, regional, nacional, supranacional y mundial. Suele hacerse referencia a esta creciente ola de indagaciones con el nombre de nuevas teorías de la innovación tecnológica o con el de teorías evolucionistas de la innovación.

Seguramente hoy ya nadie pone en duda la importancia total de la innovación tecnológica para incrementar la producción y, sobre todo, la calidad de la misma. A riesgo de omitir algunos factores al respecto, se pueden señalar los siguientes:

a) Europa occidental realizó enormes esfuerzos para reconstruirse después de la devastación de su territorio causada por la segunda Guerra Mundial. Mucho logró en los años cincuentas y los sesentas, pero a partir de los setentas entró en una fase decreciente de su Producto Nacional Bruto. Para remediar tal circunstancia, se precisaba una explicación lo más profunda, amplia y rigurosa posible, sobre todo en lo tocante a la innovación tecnológica, principal resorte del crecimiento.

b) Por otro lado, Japón, un país lejano, derrotado en aquel conflicto bélico, logró sostener un ritmo de crecimiento tan intenso como el de Europa occidental y en algunos años hasta superior a él, pero sobre todo más prolongado. Cualquiera que revise estadísticas sobre productividad y cambios observados en este indicador advertirá que, entre los países que han impulsado mayores aumentos de su productividad, descuella Japón. En el ensayo de Freeman (cuadro 1, p. 9), se señalan las siguientes estadísticas: en 1967, Japón destinaba 1.0% de su Producto Nacional Bruto (PNB) a la investigación, ligeramente abajo de la entonces Comunidad Económica Europea, que reservaba a ese rubro 1.2%; en cambio, los Estados Unidos elevaban a más del doble ese gasto: 3.1%. Sin embargo, en 1983, los nipones alcanzaron a los estadounidenses y superaron a la Comunidad Europea en la materia. Debemos recordar que no fue hasta 1991 cuando en Japón se registró un declive del ritmo de crecimiento del PNB del que, hasta el fin del siglo XX, no ha podido salir. Su PNB ha crecido muy poco —entre 1.0% y 1.5% anual— y ha habido algunos años de esta década en que ha resultado menor a 1.0%.

c) La enorme aportación de muchos investigadores europeos para hacer avanzar las nuevas teorías y los estudios de caso sobre innovación tecnológica seguramente pretende localizar todos los posibles hilos conductores que expliquen el complejo proceso del aumento de la productividad, debido a la necesidad de Europa —al menos la occidental— de recuperar su lugar en el contexto mundial

frente a los Estados Unidos, principal potencia del orbe. No está de más recordar que mientras Europa se desgarró en las dos guerras mundiales, aquel país americano se benefició en gran medida con ambos conflictos y ello le abrió el camino para llegar a ser la primera potencia del planeta: absorbió flujos de capitales europeos que buscaban seguridad, no sufrió percances en su propio territorio derivados de los conflictos armados y el número de sus bajas fue pequeño en comparación con la enorme cuota de sangre pagada por los europeos.

d) Por si lo anterior no fuera bastante, los Estados Unidos aprovecharon innovaciones tecnológicas ideadas por investigadores europeos que huyeron de sus respectivos países ante el aumento de la mancha nazi-fascista en casi toda Europa y se refugiaron en aquel país, donde pusieron sus conocimientos al servicio de empresas y gobierno de esa potencia.² Fue tan fructífera esa situación que gracias a ella los Estados Unidos alcanzaron el terrible monopolio de la bomba atómica. En cambio, la Gran Bretaña y Francia produjeron hasta más tarde sus propios proyectiles nucleares con base en sus propios esfuerzos, pues las cúpulas dirigentes de los Estados Unidos se negaron a que investigadores nacionales fueran a trabajar en los laboratorios atómicos de los aliados europeos.

e) Es muy probable también que a los gobiernos de Europa occidental les preocupara en demasía un hecho sustancial: que debido a la guerra fría librada entre las dos superpotencias mundiales, la Unión Soviética y los Estados Unidos, y a la propia ubicación geográfica en medio de ambas, con el agravante de que en un posible conflicto bélico —en realidad ya desactivado desde el principio de los noventa—, el viejo continente fuera el más terrible teatro de las operaciones militares. Como se conoce, los países suscriptores de los dos más importantes tratados militares, el de la OTAN y el de Varsovia, desplegaron vastos equipamientos bélicos y los mayores contingentes militares precisamente en Europa.

f) Muchos factores contribuyeron a la caída y desintegración de la Unión Soviética y, aunque se puede decir que muy probablemente la causa fundamental de ese hecho

fue de naturaleza política, no cabe duda de que un factor decisivo del colapso lo constituyeron tanto las condiciones internas del SNI soviético como su endeble enlazamiento con el conjunto de la actividad productiva, salvo en lo que se refiere al complejo militar soviético, tal como lo señala Freeman cuando compara a Japón y a la URSS.³

Sin embargo, por significativo que resulte este indicador, no basta para explicar el derrumbre mencionado, ya que los soviéticos asignaban prioridad a la investigación científica hasta el punto de superar en ese rubro a los Estados Unidos, a Japón y a la propia Comunidad Europea en 1983, tal como lo apunta Freeman en un cuadro ya referido. La URSS gastaba entonces en desarrollo científico 3.6% de su PNB, Estados Unidos y Japón 2.7% y la Comunidad Económica Europea sólo 2.1%.

En la última columna del mismo cuadro comentado se observa que la Unión Soviética era el país con menor grado de desarrollo en investigación científica vinculada con fines civiles (1.0%), muy por debajo de la Comunidad Europea (1.8%), Japón (2.7%) y Estados Unidos (2.0%).

Si a la escasa atención que el gobierno soviético consagraba al mejoramiento y fortalecimiento del SNI para apoyar la producción civil se suma el retraso que desde el fin de la primera Guerra Mundial padecía la URSS en su planta productiva para atender el consumo de sus nacionales —rezago que se acentuó debido a la destrucción de vastas proporciones sufrida tanto por el territorio soviético como, en especial, por su aparato productivo a manos del ejército alemán—, además de que en este país se registró la mayor cantidad de muertos provocada por cualquier conflicto bélico en la historia (unos veinticinco millones de desaparecidos), se tendrá un panorama bastante completo de las causas de la caída de la Unión Soviética. Con sólo esa experiencia de la URSS, se tendría un poderoso argumento respecto a la trascendencia de un SNI, su coherencia interna y sus vínculos con la planta productiva.

Respecto a China, seguramente habría mucho que decir sobre su SNI, ya que en ese país se han registrado hasta ahora los mayores índices de crecimiento, sostenidos durante un elevado número de años. Junto con la India, China es el país más poblado del mundo. Por ello, su SNI debe de ser inmenso y más complejo que el de cualquier otra nación, tanto por los logros tecnológicos que ha obtenido como por las dimensiones enormes del territorio y la población nacionales y las grandes tasas de crecimiento del Producto Na-

² Enrico Fermi, notable físico italiano, por ejemplo, huyó a los Estados Unidos de la dictadura de Benito Mussolini. Luego, invitó a abandonar la Alemania nazi a Albert Einstein, quien en efecto lo hizo. Después, Einstein convenció al presidente Roosevelt respecto al peligro de que los germanos produjeran bombas nucleares y la necesidad de ganarles esa carrera. Roosevelt resultó convencido y ello dio lugar a la creación de uno de los más ambiciosos programas de investigación de la historia: el proyecto Manhattan.

³ Véase el ensayo citado de Freeman, en tabla 2, p. 12.

cional Bruto. En el mismo sentido se podría hablar de la India, que aun cuando no ha alcanzado el nivel de China, también ha obtenido avances tecnológicos que dan mucho para ser estudiados. De ambos países seguramente tendremos muchas sorpresas en el futuro.

Concentración mundial de las innovaciones

Una pareja de estudiosos de la innovación tecnológica, Pari Patel y Keith Pavitt, brindan cifras impresionantes del alto grado de concentración mundial de patentes, respecto a la ubicación por países de los registros de ellas realizados por las mayores firmas del orbe.⁴ De acuerdo con esta información, entre 85 y 99% de las actividades de innovación tecnológica de cinco de las siete naciones de mayor peso económico en el mundo: Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia e Italia, se llevaron a cabo dentro del propio país de origen. La Gran Bretaña no alcanza tan altísimos rangos, puesto que sólo 58% de esas actividades se registra dentro de sus propias fronteras, mientras que en Canadá es de 67%. En promedio, las grandes firmas registran 89% del total de las patentes dentro de sus propios países y sólo 11% más allá de sus fronteras. Éste es un sólido argumento contra quienes piensan que la globalización avanza, pues, aunque ello ocurre en ciertos aspectos, no sucede lo mismo en cuanto a innovación tecnológica.

Otros datos perturbadores sobre la concentración de las innovaciones tecnológicas en ciertas naciones los aportan Patel y Pavitt: "Más del 95% de las actividades tecnológicas realizadas en todo el mundo se concentran en once países: Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Holanda, Suecia, Suiza, Gran Bretaña y los EUA" (p. 40). En lo dicho por estos autores habría que subrayar que en tres de esos estados se concentra aun más la innovación: Estados Unidos, Japón y Alemania.

La lección para nosotros

Para los países subdesarrollados, incluido México, el problema es serio, ya que ellos no han creado las reglas del juego

en el escenario mundial y, por lo que hemos visto en el curso de las dos últimas décadas, tampoco han podido modificarlas. Por tanto, no les queda más remedio que intentar atenuar hasta donde sea posible la creciente diferencia entre las naciones que van en la punta de la carrera de la innovación tecnológica (las once señaladas por Patel y Pavitt) y las que caminan a la zaga de ellas.

En México, estos planteamientos son serias advertencias y hoy más que nunca se requiere impulsar la innovación tecnológica, que no debe abandonarse a las fuerzas del libre mercado, que en realidad no lo es tanto, pues en él predomina la competencia oligopólica.

No se trata de promover una política de innovación tecnológica para que México llegue a formar parte del club de los países que van en la punta. Ésas son ilusiones. Lo que ha de perseguirse es el diseño de una política de innovación tecnológica realista que permita disminuir paulatinamente el rezago, pues en materia de innovación ocurre lo mismo que lo que le sucedía a Alicia en el País de las Maravillas: para poder permanecer en el mismo lugar había que correr cada vez más rápidamente.

Con el fin de avanzar lo mejor posible en el ámbito de la innovación, es necesario echar mano de distintos enfoques y diferentes indicadores. Hasta me atrevería a decir que debe recurrirse a tantos de ellos como sea posible, máxime cuando en un país como México sólo se dispone de algunos, como el registro de patentes, el porcentaje de las inversiones en investigación y desarrollo respecto al PIB, la balanza de pagos tecnológica y algunos otros más, útiles sin duda, pero que no alcanzan los niveles de complejidad y utilidad de los que se consideran en naciones más avanzadas.

Aun cuando en nuestro país se dispone de pocos indicadores sobre innovación tecnológica, y por ser tan grandes los problemas que lo aquejan en ese rubro, al punto de que salen de bulto —sin detrimento del creciente mejoramiento de dichos indicadores y de la elaboración de otras cifras estadísticas con sus respectivos análisis—, bastaría la voluntad política de quienes tienen la responsabilidad de dirigir al país para que, con base en aquéllos, se adoptaran adecuadas medidas de política de innovación, se otorgaran los respectivos apoyos económicos y se reafirmara la organización institucional para enfrentar esta ingente dificultad. Son tan obvios estos problemas que me atrevería a decir que con voluntad política, hoy distraída en otros menesteres, se avanzaría más en la dirección adecuada. ♦

⁴ Pari Patel y Keith Pavitt, "Patterns of Technological Activities: Their Measurement and Interpretation", en Paul Stoneman (ed.), *Handbook of The Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell Handbooks in Economics, 1994.