

## Investigación y desarrollo: el poder de la innovación

RICARDO MURILLO GONZÁLEZ

**E**l Congo es una región rica en recursos naturales. De hecho, es una de las pocas regiones del mundo que tienen depósitos considerables de uranio, el insumo principal de las plantas nucleares. Pero para aquellos que viven en el Congo el uranio es prácticamente inútil. Sin embargo, a miles de kilómetros de ahí, la pequeña isla de Japón, que no tiene recursos naturales y sólo depende de su gran capital humano, utiliza el uranio para alimentar su capacidad industrial y elaborar una impresionante gama de productos y servicios muy sofisticados. Puede haber cientos de razones que expliquen este fenómeno, pero una de las más importantes es el uso intensivo del desarrollo y la investigación (D+I).

El D+I es parte del enigmático residuo de Solow, un factor muy renombrado entre los economistas que explica el crecimiento de las economías. Mucho se ha escrito sobre el D+I. Sin embargo, el teórico más destacado en el estudio de la organización industrial, Jean Tirol, comenta que, a pesar de los modelos rigurosos que existen sobre el tema, aún falta mucho por investigar.

Una definición económica del D+I con base en Tirol y otras fuentes señala que es una actividad para diseñar nuevos productos, conceptos o métodos de producción que sean considerados como un mejoramiento o simplificación de aquello con lo que se contaba previamente, usando experiencia, experimentos, prototipos o modelos como instrumentos (Shim y Siegel, 1995). Esta definición hace pensar que el D+I es algo muy moderno. La verdad es que empezó desde la Revolución francesa, cuando toda Europa estaba en contra de los franceses y tenían que investigar y desarrollar nuevos modos de defenderse. Se desarrollaron en Francia nuevas armas, pólvoras y globos

de observación, entre otras invenciones, que le dieron cierta ventaja sobre su gran número de enemigos. Sin embargo, no se transmitió este poderoso sistema a la industria privada hasta medio siglo después.

Los científicos investigaban independientemente y desarrollaban nuevas ideas y poco a poco entraban a las fábricas para difundirlas. Por ejemplo, Leo Baeckland desarrolló los primeros plásticos en Bélgica, y el escocés Lord Kelvin supervisó el desarrollo en las fábricas de cables de comunicación.

A fines de 1800, pequeños talleres de científicos aparecieron en empresas estadounidenses, como The Edison Electric Light Company y The Pennsylvania Railroad. Pero los primeros que empezaron a usar intensivamente laboratorios de D+I (con más de cien científicos a su disposición) fueron las empresas alemanas con la ayuda del *Kaiser Gesellschaft* (Max Planck). Los demás países, incluyendo Francia, el más avanzado en las ciencias puras, no usaron todo su potencial de este recurso en las industrias sino hasta después de la primera guerra mundial. Posteriormente, el avance en D+I no cesó de incrementarse hasta la depresión de los años treinta, cuando las compañías buscaron bajar sus costos disminuyendo el gasto en sus laboratorios. Las empresas no volvieron a usar el D+I plenamente hasta después de la segunda guerra mundial ya que el Estado tuvo que monopolizar todo el D+I para objetivos militares (*Encyclopedia Britannica*).

En términos generales, el D+I es un procedimiento que debe tener ciertas características y reunir varias condiciones para que trabaje bien. Shumpeter, un gran pionero de la teoría del crecimiento, dice que hay tres elementos críticos en el D+I: la invención, la innovación y la difusión. La invención es la creatividad humana en su máxima expresión, que proviene de su ingenio y de

la necesidad de un cambio tecnológico. Este elemento tiene que cumplir con los siguientes requisitos: 1) debe extender las fronteras del conocimiento científico y tecnológico (Diwan y Chakraborty, 1991), es decir, debe tener un límite inferior y otro superior identificables –como un Premio Nobel–, y 2) debe tener algún tipo de aplicación, sea en el corto o en un predecible largo plazo.

La invención, que puede considerarse como un conjunto de ideas en una entidad identificable, llama la atención del empresario que hace de este conocimiento básico una innovación. Ésta se realiza cuando se busca la manera de incorporar la invención a la realidad (el mercado); de ahí viene la palabra desarrollo en D+I. El empresario es muy importante para el científico porque corre el riesgo de transformar la invención en una innovación, por eso no todas las invenciones llegan a ser innovaciones; pero cuando se realiza, el efecto sobre la economía puede ser tan grande, que altera la función de producción.

Si la invención se convierte en innovación llegará el momento de la difusión, la cual puede revolucionar el mercado porque hay nuevas demandas de nuevo capital para producir con la nueva tecnología, que anuncia el fin de la vieja tecnología a largo plazo.

Este razonamiento shumpeteriano, de acuerdo con Diwan, es muy interesante porque permite ver las transformaciones en la organización industrial, y de la economía en general, a través de cambios de tecnología. Es posible alcanzar un estado de equilibrio y, de golpe, cambiar para que emerja un nuevo régimen de tecnología. Lo que propicia que cambie el régimen es una nueva oferta de recursos para la investigación que tenga una fluidez continua y creciente con rendimientos constantes o crecientes de escala que disminuya el precio de los elementos básicos del D+I.

Hay economistas que van más lejos que Shumpeter y dicen que la innovación es tan dinámica, que la economía nunca estará en equilibrio. Sugieren la existencia de elementos que no tienen origen humano y que no dejan alcanzar el equilibrio. Este elemento especial alimenta el cambio tecnológico sin ser recompensado. Por ejemplo, la energía solar tiene un bajísimo costo, pero tiene tantas posibles aplicaciones –en la agricultura, en calculadoras, baterías, etcétera–, que genera incentivos para innovar tecnologías y, por lo tanto, aprovechar la energía lo más posible (Scherer, 1995: 300-301).

Tirol menciona otro aspecto que motiva la investigación y el desarrollo: las patentes, las cuales proliferan en los oligopolios, aunque también las pequeñas empresas pueden recurrir a ellas. Las patentes dependen mucho de las autoridades; determinan la vida de muchas invenciones y, por eso, se usan como índice de progreso y competitividad de un país. Las patentes pueden ser importantes para países pequeños que dependen de la especialización. Esto es lógico porque si pierden la “primacía” de sus inventos, que son la base de su mercado principal, entonces el país podría quedar en la ruina.

Las patentes disminuyen el riesgo de perder beneficios y el tiempo de innovar la invención por parte del empresario. De hecho, el empresario patentará artículos que están bien definidos con sustitutos muy lejanos para disminuir la competencia potencial por el máximo tiempo posible.

El sistema de patentes tiene desventajas sobre todo porque es un gran incentivo para los rivales a nivel internacional para no respetar la ley. Los que generan nuevos productos lo saben y a veces prefieren no perder tiempo en patentar innovaciones. Un buen ejemplo es la industria de la informática, la cual poco a poco deja de usar patentes porque frecuentemente es víctima de la piratería. Para evitar este problema, los inventores hacen lo posible para que el sistema o invento sea tan complejo que no pueda ser copiado con facilidad, y funciona mejor cuando una marca reconocida lo respalda. También puede el empresario asociarse con otros y disminuir el costo del D+I y el riesgo que implica. Por éstas y otras razones es posible inferir que las patentes no son una buena señal del progreso tecnológico de un país, como muchos economistas pretenden.

Otro incentivo a la investigación y el desarrollo es que el gobierno establezca cuotas e impuestos de importación para defender el progreso de una industria; pero tal política puede estar en contra de tratados y relaciones internacionales, aparte de que no existe garantía de que la industria aprovechará esa política.

Algo tal vez más sano es bajar los impuestos sobre D+I. Esta política, para ser efectiva, tiene que ser creíble y centrada en la *high-tech* (alta tecnología), que utiliza casi exclusivamente técnicas muy avanzadas (Diwan y Chakraborty: 202-204).

El hecho de que la información fluya (mediante trabajo en equipo) estimula mucho la D+I. Si la información tiene un costo alto afecta negativamente la

invención y la retrasa; esto es un problema porque opera en contra del sistema de patentes. Un ejemplo claro de trabajo en equipo es lo que se llama en inglés *strategic linking*, un concepto relativamente nuevo que pone al D+I como una prioridad empresarial. Se construyen caminos (*pathways*) para que el D+I pueda llegar a todos los departamentos posibles y no sólo a aquellos que tengan ingenieros. La empresa 3M utiliza este sistema tan ampliamente que "30 por ciento de las ganancias deben venir de productos que tengan menos de cuatro años de vida" (*The Economist*, 9 de septiembre de 1995).

Existen otros incentivos, como la contratación y los premios. La contratación implica que el gobierno escoja las firmas que le proporcionarán la innovación que requiere y está dispuesto a cubrir muchos de los costos. Este sistema puede evitar la duplicación de búsquedas y reducir costos; sin embargo, los incentivos para que haya dinamismo son limitados. Los premios son otro mecanismo que utiliza el gobierno para promover la innovación de algo en particular. Se establece una cantidad y los innovadores compiten para ganar ese premio; y el gobierno se encarga de difundir la innovación. El problema aquí es determinar la cantidad del premio (Tirol, 1995: 400-401).

Es posible mencionar algunos otros problemas que impiden el progreso del D+I: 1) Problemas de costos: una empresa puede tener un proyecto de D+I muy jugoso, pero tal vez no pueda ponerlo en marcha por falta de dinero para invertir. 2) También puede ocurrir que los efectos secundarios de una invención sean rechazados por la sociedad a pesar de su alto beneficio. Los franceses hace relativamente poco tiempo produjeron una pastilla que puede reemplazar las operaciones de aborto, pero países "moralistas" que están en contra de éste presionan demasiado para que no se venda en el mercado (en México mueren más del 50 por ciento de las mujeres que intentan hacerse un aborto, que es considerado ilícito). 3) Puede ocurrir también lo contrario, algo que la sociedad quiere pero que es económica o administrativamente imposible. Por ejemplo, la corporación Engelheart ha desarrollado un catalizador llamado PremAir que se "come" los gases nocivos de ozono que emiten los carros, lo que es de gran beneficio para la sociedad. El problema es que no tiene ninguna lógica para los fabricantes de carros porque cuesta mil dólares. El inventor está buscando la manera de reducir su precio

a 50 dólares para que sea factible su venta, algo muy difícil (*The Economist*, 8 de julio de 1997). 4) Otro problema son los líderes empresariales y los administradores con una visión de corto plazo, que sólo quieren aumentar sus beneficios promoviendo las inversiones por medio de la publicidad. 5) Finalmente, demasiada administración y burocracia pueden desincentivar en D+I en gran medida, lo cual se verá en el siguiente estudio de caso.

### Desarrollo e investigación en Estados Unidos

En Estados Unidos el D+I fue un recurso muy importante después de la segunda guerra mundial, sobre todo por sus contribuciones al crecimiento de la productividad y el capital (Diwan y Chakraborty, 1991). A principios de la década de los cincuenta fue posible hacer la transición de una economía de guerra a una economía de consumo sin mucho problema debido, en gran parte, a la tecnología para fabricar armas, la cual se aplicó a la organización industrial en el sector privado (Scherer, 1995: 51). Aun después de la segunda guerra mundial, la innovación militar fue una externalidad positiva, sobre todo en investigación básica y aplicada con uso de prototipos y modelos. Estados Unidos contó con gran número de Premios Nobel y científicos muy dinámicos. Las patentes estadounidenses proliferaron y el gasto en D+I era enorme y generoso.

Hoy en día, a pesar de que Estados Unidos aún domina el D+I a nivel mundial, la actividad está en decadencia. El gasto en D+I privado ha disminuido por las siguientes razones: 1) La tecnología militar se aleja cada vez más del sector privado. Las nuevas invenciones militares son tan complejas y sofisticadas, que el empresario no puede aplicarlas ni producirlas a bajo costo. 2) El gobierno es cada vez más apático hacia el D+I. Durante la administración de Ronald Reagan el gobierno adoptó una postura antiintervencionista a todo nivel. 3) Problemas de deuda y menos recursos. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Salud ya no alimenta el D+I como lo hacía antes porque, según sus administradores, los investigadores sólo aumentan el costo de los pacientes y critican a éstos por ser despilfarradores. La verdad es que las finanzas están muy mal en Estados Unidos y quieren bajar costos disminuyendo el D+I, lo que es un verdadero suicidio (*The Economist*, 23 de septiembre de 1995). 4) Existe un alto nivel de

burocracia. La investigación básica ha sido muy afectada porque la burocracia es más exigente. Esto se debe, sobre todo, a que la investigación básica no se patenta generalmente y se publica para ventilar ideas, que son las que producen invenciones. La interpretación errónea que tiene la administración gubernamental de la investigación básica –y en cierta medida la empresarial– es la siguiente: si va a ser publicada, de qué sirve financiarla. Durante los años sesenta casi la mitad de los proyectos de investigación eran aceptados, y ahora se acepta sólo uno de cada diez. El resultado es que el investigador se la pasa llenando papeles y negociando con las administraciones, lo que ha desincentivado a muchos futuros científicos. El problema es muy grave porque si Estados Unidos pierde su capacidad de mantener su D+I no la va a recuperar en los próximos veinte años (Diwan y Chakraborty, 1991: 194-198).

### Desarrollo e investigación en Japón

La flexibilidad, modernidad y disciplina de la organización industrial japonesa ha sido un factor muy importante para su crecimiento económico, y mucho se debe al D+I. A principios de la década de los sesenta las grandes empresas japonesas manejaban su propio D+I en forma competitiva para poder alcanzar el nivel de las empresas europeas y estadounidenses, sobre todo en la industria química. De ese modo Japón pudo “acumular” innovaciones y experiencias para asumir el siguiente reto económico: entrar a nivel mundial en el sector electrónico-mecánico.

En Japón hubo dos *shocks* tecnológicos, uno a mediados de los sesenta y otro a principios de los ochenta, cuyos enfoques fueron diferentes pero muy relacionados. Las raíces del segundo *shock*, mucho mayor que el primero, tuvieron que ver con innovaciones que crecían pero que estaban muy dispersas, lo que creaba desequilibrios en las industrias. Esa situación llevó a Japón a desarrollar tecnologías de información avanzadas y una amplia automatización (robots). Resultado: la organización industrial se hizo más dinámica porque esos dos ingredientes son clave para ligar todas las piezas individuales en un mejor sistema de producción.

Como se mencionó, durante los años ochenta el gasto en D+I –básico y aplicado– fue enorme en comparación

con el de los años sesenta, y se concentró en maquinaria, electrónica, química y automotriz, en ese orden. Pero gastar en D+I es sólo un punto de vista cuantitativo que por sí solo no explica su impacto sobre la economía. Japón pudo aprovechar esas inversiones porque se concentraron las instituciones de D+I en los suburbios de Tokio. De ese modo se pudo propiciar que los elementos y recursos de la investigación interactuaran más fácilmente a través de *networks* (armazones) y ligar tecnologías a nivel micro y macro. Lo anterior fue facilitado por el gobierno, que mantenía contacto con las principales élites de la tecnología japonesa (Rosenberg, 1992: 234-240).

¿Cuál es el siguiente paso de Japón? Como todo en economía tiene su límite, ello también se aplica al D+I. La proporción de científicos en Japón es constante, por lo tanto para seguir adelante la D+I tiene que crecer más que proporcionalmente para mantener la delantera en el mundo. La solución a ese problema es internacionalizar el D+I estableciendo puntos de investigación básica en todo el mundo.

Existen *pockets of innovation* (sitios de innovación) en todo el mundo, sobre todo en las universidades, que pueden ser aprovechados. Sin embargo, es más fácil decirlo que hacerlo. Se deben enviar *scouts* –equipos de búsqueda– para encontrar esa materia gris; después se tienen que incorporar al sistema japonés de D+I y, finalmente, hay que guiarlos hasta cumplir los objetivos.

### Desarrollo e investigación en Francia

Como se vio al principio, Francia fue el primer país que usó el D+I; pero hoy en día ocupa el séptimo lugar mundial y gasta un promedio de 2.25 por ciento de su producto interno bruto en ella. Francia concentra su D+I –y compite bien con Alemania y Estados Unidos– en los ámbitos espacial, electrónica, farmacéutica y energía nuclear. La tecnología láser, de cohetes –con el proyecto Ariane–, transporte –TGV y el Concorde– y tarjetas electrónicas es reconocida mundialmente. Sin embargo, muchos se quejan de que el gobierno no es un guía eficiente (Bezbakh, 1993: 235). Francia, por lo tanto, tiene el mismo problema que Estados Unidos, porque mucho de su D+I está ligado al desarrollo militar, lo que tal vez no va ya de acuerdo con el desarrollo e investigación del sector privado.

## Desarrollo e investigación en Alemania

Después de la segunda guerra mundial, Alemania empezó tardíamente a preocuparse por invertir en D+I. Antes, su gasto en ese rubro era menor de 0.39 por ciento del producto interno bruto, por lo que Francia y Gran Bretaña tenían respecto a los germanos una ventaja casi absoluta. En los años setenta el Ministerio de la Ciencia formuló nuevas políticas más agresivas: controló y coordinó proyectos de investigación extensiva en ciertas industrias clave conjuntamente con universidades y la Asociación de Investigación Alemana (Sandholtz, 1990: 65).

Hoy Alemania gasta el 2.9 por ciento de su producto interno bruto en D+I diversificadamente: investigación básica, militar e investigación climática. Las pequeñas y medianas empresas participan en D+I; por ejemplo, un tercio de los pequeños y medianos fabricantes están ligados a programas de D+I. Existe también una cooperación sorprendente con las universidades y comunicación con los consumidores, lo cual permite guiar el desarrollo más fácilmente para crear nuevos mercados (Scherer, 1995: 89-96).

## Desarrollo e investigación para resolver problemas de la humanidad

Lo ideal es que el D+I sea más utilizado para resolver problemas globales y sociales, ya que el mundo está en peligro por la contaminación, el crimen, las enfermedades y otros elementos relacionados con el bienestar social y ecológico.

Un ejemplo es el Public Works Research Institute, que trabaja con el ministerio de construcción en Japón con el objetivo de ayudar a la humanidad. Ahí no hay incentivos para patentes ni secretos, la información es libre y todos pueden participar. Investiga cómo prevenir desastres y aliviar problemas ambientales. El instituto es muy activo en todo el mundo y tiene a su disposición 250 especialistas en diferentes ramas para ayudar a los países en desarrollo.

¿Cuál es el futuro del D+I a nivel mundial? Existen nuevas investigaciones que han encontrado un aumento en el residuo de Solow -mencionado al principio- pero a nivel internacional; es decir, existen externalidades positivas de D+I entre países por medio de un comercio internacional más amplio que beneficie sobre todo

el stock de capital de países pequeños (Coe y Helpman, 1995). Esta es una buena noticia porque va de acuerdo con las teorías que dicen que habrá una convergencia del D+I a nivel mundial en el futuro.

Sin embargo, los gobiernos no pueden esperar que ello ocurra por sí solo. De hecho, el gobierno desempeña un papel estratégico para el D+I. Una política de *laissez faire*, es decir, sin intervención gubernamental, es un suicidio; como lo está haciendo Estados Unidos. El problema es promoverlo eficazmente. Eso depende del país en cuestión, pero una buena política es invertir en investigación básica e incentivar al empresario de manera planeada y organizada para que participe cada vez más en D+I.

No es necesario ser un país desarrollado para hacerlo: India, un país pobre, invierte relativamente mucho en tecnología de punta, sobre todo en el ámbito de las computadoras. Lo anterior puede ser visto como un dilema para un buen gobernante: dar de comer a miles de desamparados o invertir en D+I. Pero no debe haber confusión, invertir en D+I debe ser prioridad a pesar de los gastos y los riesgos porque puede resultar en avances que aseguren miles de empleos y en un mejor estándar de vida en el futuro próximo. Más vale darle a la economía un anzuelo que una sarta de pescados, que se consumirán en poco tiempo.

## Bibliografía

- Bezbakh, Pierre, *Histoire de la France contemporaine*, Bordas, París, 1993.
- Coe y Helpman, "International R&D spillovers", *European Economic Review*, vol. 39, mayo de 1995.
- Diwan, R. Y C. Chakraborty, *High technology and international competitiveness*, Praeger, 1991.
- Encyclopedia Britannica*, "Macropedia", 1986.
- Public Works Institute, *What is new*, Internet, 16 de diciembre de 1996.
- Rosenberg, Nathan, *Technology and the wealth of nations*, Stanford California Press, 1992.
- Sandholtz, Wayne, *The politics of international cooperation, high-tech Europe*, University of California, 1990.
- Scherer, Frederic, *Entrepreneurship, technological innovation, and economic growth*, University of Michigan, 1995.
- Shim y Siegel, *Dictionary of economics*, John Wiley and Sons, Nueva York, 1995.
- The Economist*, "Unthinking shrinking", septiembre 9 de 1995.
- The Economist*, "Pollution control car wash", julio 8 de 1995.
- The Economist*, "Managing the cave", septiembre 23 de 1995.
- Tirol, Jean, *The theory of industrial organization*, The MIT Press, Cambridge, Mass., Londres, 1995.