

# Indicadores de desarrollo tecnológico para un país en desarrollo

FELIX MORENO P.

Así como hay distintos indicadores y variables para medir el desarrollo económico de un país, el autor plantea la necesidad y la posibilidad de establecer algunos indicadores para evaluar el desarrollo tecnológico. La conveniencia de medir el progreso tecnológico en países en desarrollo radica en la necesidad de establecer políticas reales para la óptima asignación de los escasos recursos de que disponen para la ciencia y la tecnología. Estos países son los más necesitados de metodologías e indicadores que orienten los gastos en investigación y desarrollo. Sin embargo, es preciso decir que apenas se está avanzando en este tipo de evaluaciones y aún no se cuenta con herramientas metodológicas suficientes. Por ejemplo, todavía no se ha llegado a establecer una función de producción para el desarrollo tecnológico. En este artículo se sugieren 10 indicadores de los cuales llama la atención el valor agregado sectorial como instrumento para diagnosticar la mayor o menor dependencia externa en cada uno de los sectores.

Este trabajo fue presentado en el Primer Seminario sobre Métodos Cuantitativos en Política de las Ciencias y en Prospección Tecnológica, celebrado en San José de Costa Rica del 7 al 9 de Febrero de 1983.

## 1. Introducción.

Hace 14 años Colombia inició su política científico-tecnológica explícita, con la creación del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas (COLCIENCIAS). Desde antes otros organismos estatales y privados invertían en investigación y desarrollo. Qué tanto ha avanzado el país en estos años en tales campos? Qué tan productivos han sido los esfuerzos de COLCIENCIAS y de otras entidades en promover el desarrollo tecnológico? Es necesario seguir haciendo lo mismo o debe corregirse parcialmente el rumbo? Preguntas como las anteriores muestran la conveniencia de tener un mecanismo de evaluación de programas, adaptado a las necesidades de nuestro país.

Además, es necesario saber si el país ha progresado tecnológicamente en los últimos años, cuáles son las causas más probables de este progreso, etc., lo que permitiría, en parte, conocer qué actividades deben ser fortalecidas.

La teoría de indicadores, sea en desarrollo, tecnología, lenguaje o cualquier otro campo, incorpora un conjunto de relaciones semióticas entre el símbolo o signo (el indicador) y su referente (lo indicado).

Las relaciones entre indicadores y referentes pueden tomar una de las siguientes cuatro formas:

- a. Indicadores **precisos** de referentes **relevantes**.
- b. Indicadores **precisos** de referentes **irrelevantes**.
- c. Indicadores **imprecisos** de referentes **relevantes**.
- d. Indicadores **imprecisos** de referentes **irrelevantes**.

Obviamente la óptima es la situación a. y la pésima la d. La posibilidad b. representa la seudocuantificación: exceso preciosismo matemático para conceptos no relevantes; hay más preocupación por el indicador y la forma de calcularlo que por ver si realmente **indica** algo significativo.

Es preferible tener indicadores imprecisos (cualitativos) sobre variables relevantes, que indicadores precisos (cuantitativos) sobre variables irrelevantes. Desafortunadamente atraen más los primeros que los segundos. Tal preferencia metodológica es muy popular en ciencias sociales. En el campo de los indicadores sociales tomemos como ejemplo aquel del número de camas por cada 1000 habitantes. Es fácil contar las camas que hay en los hospitales. Mucho más difícil es saber qué tan saludable es una población. Aquí la cuantificación (precisa) es tan irrelevante frente al tema de la salud, que una población con mejor salud necesitaría menos camas por cada 1000 habitantes.

La caricatura de la tendencia cuantificadora la da la anécdota del ebrio que

estaba buscando sus llaves debajo de una lámpara de la calle. Al preguntársele por qué las buscaba allí, respondió: "porque hay más luz debajo de la lámpara" (Valaskakis, pág. 7).

Es necesario formular una teoría del desarrollo tecnológico en países subdesarrollados para lograr encontrar las variables relevantes, cuya medición se busca. Hasta ahora dicha teoría no ha sido elaborada. Se ha supuesto, como en otras áreas del desarrollo, que el nuestro será mayor mientras más nos asemejemos a los países desarrollados.

La presentación que sigue sobre indicadores tecnológicos aunque creemos que está libre de la manía cuantificadora, sigue siendo tributaria de la teoría del desarrollo tecnológico generado en los centros. De ahí que todavía propongamos mantener algunos indicadores que se usan en los países centrales, como por ejemplo "los gastos en investigación y desarrollo", aunque desde ahora los consideramos como poco confiables y se mantienen por razones de comparación internacional.

No obstante que en nuestro país no hay interés en este momento en evaluar el progreso tecnológico, consideramos necesaria la discusión metodológica sobre los más adecuados indicadores para un país en desarrollo. Esta discusión debería estar plenamente decantada para ofrecer a los organismos de gobierno en el futuro inmediato unos indicadores pertinentes y basados en la realidad del subdesarrollo.

## **2. Es posible la medición del desarrollo tecnológico?**

Una de las características novedosas de la economía mundial después de la

segunda guerra son los gastos en investigación y desarrollo de las potencias y de sus empresas grandes. Son muchos los miles de millones de dólares que se gastan en producir nuevas tecnologías.

De otro lado, cada día aparecen nuevos productos en el mercado y nuevos procesos. Hay sectores, como el de electrónica en los cuales las nuevas generaciones de estos productos se lanzan al mercado aún sin que hayan llegado a los países subdesarrollados las generaciones anteriores.

Si hay producto y hay insumos, debe entonces existir alguna función de producción que convierta los segundos en el primero. Pero dicha función es de tal complejidad que hasta ahora no ha podido ser formulada y algunos opinan que nunca lo será.

Al no existir función de producción para el desarrollo tecnológico no es posible predecir cuánto se va a obtener al dedicar determinados insumos en la creación de nuevas tecnologías. Es aún factible que no se obtenga nada, por lo menos en el plazo fijado. Esta ausencia de función de producción es la causa principal de dificultad para la política tecnológica, especialmente para los países subdesarrollados, que no se pueden dar el lujo de gastar en investigación y desarrollo (ID) sin propósitos muy definidos de crecimiento económico y mejoramiento social. Estos países serían los más necesitados de un método que les ayudara a la óptima asignación de los escasos recursos que pueden destinar al desarrollo científico-tecnológico. De ahí la urgente necesidad de indicadores que les orienten para reajustar sus gastos en tales áreas.

La respuesta a la pregunta formulada en el título de esta sección es que **parcialmente** es posible medir el desarrollo tecnológico. Hay muchas manifestaciones del mismo que no son cuantificables, como el proceso de calificación de ingenieros e investigadores, a través del "learning by doing". Hay otros aspectos, como la importación de tecnología, que pueden aparecer con cifras bastante alejadas de la realidad, por los ocultamientos que se producen como consecuencia de la política tributaria.

Los indicadores que expondremos más adelante son una primera aproximación para la medición del desarrollo tecnológico, pero éstos, u otros que se diseñen, son necesarios para reducir al mínimo el inevitable despilfarro de recursos gastados en este campo.

Aunque el desarrollo tecnológico es menos cuantificable que el desarrollo económico, éste también presenta serios problemas de medición. Son conocidas las críticas que se hacen a la forma como se calcula el producto interno bruto y, sin embargo, nadie ha propuesto que tal **indicador** deje de calcularse.

A pesar de la pobreza de los indicadores de desarrollo tecnológico que puedan proponerse, es preferible a no hacer nada y a seguir gastando en tecnología con la ilusión de que algún día y en alguna forma se verán los resultados.

Un grupo de indicadores de desarrollo tecnológico, diseñados y calculados con continuidad por las autoridades estadísticas podría, en un futuro cercano, constituir una excelente ayuda para hacer reajustes a las políticas económicas que tengan incidencia en lo tecnológico

(políticas implícitas) y especialmente a las políticas explícitas (científicas y tecnológicas).

### 3. Posibles clases de indicadores de desarrollo tecnológico.

Los indicadores podrían clasificarse según las siguientes categorías:

- a) Indicadores de oferta o de demanda
- b) Indicadores macros o micros
- c) Indicadores del resultado o de los insumos

Llamamos oferta de tecnología al volumen de recursos científico-tecnológicos (tanto nacionales como importados) que están a disposición de un país en un momento determinado. Incluye a los profesionales disponibles, las investigaciones terminadas, ya sea en la etapa de investigación aplicada o desarrollo experimental, etc.

Demanda de tecnología, por el contrario, sería el volumen de recursos científico-tecnológicos **realmente utilizados por el sector productivo** (primario, secundario o terciario).

Es claro que en los países subdesarrollados, donde la oferta de estos recursos no encuentra su propia demanda, ya que ésta se orienta preferentemente hacia el exterior, sería equivocado utilizar los indicadores de oferta como medida del desarrollo tecnológico, el cual está ligado a los recursos realmente utilizados.

Sin embargo, sería muy útil calcular algunos indicadores de exceso de oferta y de exceso de demanda, los cuales servirían para ver cuánto se están alejando los gastos en ID y educación de las

necesidades del sector productivo (exceso de oferta) o en qué áreas la infraestructura científico-tecnológica podría atender demandas efectivas de las empresas (exceso de demanda).

Los indicadores micros (a nivel de empresa o de sector) se pueden construir más fácil y frecuentemente que los macro o de nivel nacional. Sería deseable que los indicadores fueran macro. En el caso de que esto no sea fácil o factible por la imposibilidad de agregar, habría que apoyarse en los sectoriales.

En la sección 1 ya nos referimos a la medición del producto del desarrollo tecnológico o a la de los insumos que lo causan. Es preferible utilizar indicadores de producto. Con los indicadores de insumo no tenemos medida de la eficiencia. No todo gasto en ID se convierte en innovaciones. Sin embargo, las medidas del producto están en fase experimental y no hay ninguna posibilidad de que éstas reemplacen a las medidas de insumo actualmente usadas.

En adelante no seguiremos mencionando indicadores de oferta. Todos los que se listan en el Cuadro No. 1 son de demanda. Con esta introducción entramos a comentarlos uno por uno y su posible aplicación en Colombia.

### 3.1 Indicadores de resultado (Output)

#### a) Incrementos en la productividad

Este ha sido el indicador más utilizado para el desarrollo tecnológico. Como tal tiene su origen en la teoría del crecimiento económico, en los conceptos de **progreso técnico**, asociados a las funciones de producción por los econo-

mistas neoclásicos. Los primeros cálculos (Abramowitz, Deninson, Solow, etc.) se orientaron a medir qué parte del crecimiento económico no era explicado por los factores de producción (capital y trabajo) en la economía norteamericana; llegaban a concluir que más de la mitad de la tasa de crecimiento no podía ser explicada por el incremento de los factores.

El cálculo del ya famoso **factor residual** ha dado lugar a una aguda controversia no resuelta hasta el presente; está basado en funciones neoclásicas de producción: la Cobb-Douglas, la CES (función de elasticidad de sustitución constante) y más recientemente la trascendental logarítmica. Al respecto Freeman opina que:

"...las dificultades que tienen las funciones de producción para estimar la contribución de los insumos al aumento de productividad es notoria. Muchos economistas rechazan la validez de todas estas técnicas. Mansfield (Industrial Research and Technological Innovation) enfatiza las graves limitaciones de sus resultados y expresa que no pueden extraerse de ellas muchas conclusiones significativas de política tecnológica" (Freeman, Pag. 373).

La productividad de la investigación y desarrollo es una variable extremadamente importante, pero plagada de difíciles problemas de medición, especialmente en países subdesarrollados.

En Colombia Sandoval hizo un estudio econométrico en donde trató de explicar la productividad del trabajo por medio de: 1) aumentos en la escala de producción, 2) experiencia acumulada,

Cuadro No. 1

**CLASIFICACION DE POSIBLES INDICADORES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Indicadores	Nivel del Indicador		
	Macro	Sector	Empresa o Proyecto
<b>1. INDICADORES DE RESULTADO (OUTPUT)</b>			
1.1. Incrementos de la productividad (cambio tecnológico)		X	X
1.2. Valor agregado nacional		X	
1.3. Substitución de importaciones de nuevos productos con aporte tecnológico.			
		Por producto.	
1.4. Innovaciones nacionales		X	
1.5. Publicaciones técnicas	X	X	X
1.6. Patentes nacionales	X	X	X
<b>2. INDICADORES DE INSUMOS (INPUT)</b>			
De origen nacional.			
2.1. Gastos en investigación y desarrollo	X	X	X
2.2. Gastos en otras actividades técnicas	X	X	X
2.3. Incorporación de profesionales, investigadores y técnicos	X	X	X
De origen importado			
2.4. Importación de bienes de capital	X	X	X
2.5. Importación de asistencia técnica (incluye contratos de ingeniería y consultoría).	X	X	X
2.6. Contratos de licencias con empresas extranjeras.	X	X	X

3) incorporación de nuevos equipos con mayor capacidad productiva, 4) gastos de investigación y desarrollo. Finalmente estimó la siguiente ecuación:

$$\lambda_t = \lambda_0 + \alpha_1 K_t + \alpha_2 Q_t + E_t$$

donde:

$\lambda_t$  = cambios en producción per capita

$\lambda_0$  = cambio constante, no incorporado

$K_t$  = aumento en la relación capital-trabajo.

$Q_t$  = aumento en el nivel del producto

$E_t$  = factor residual

$\lambda$  lo calculó como  $\lambda_1$  = producto per capita y  $\lambda_2$  = valor agregado per capita.

“Resumiendo los resultados debe señalarse la permanente significancia de los estimadores  $\alpha_2$ , lo cual sugiere la presencia de rendimientos crecientes a la escala en todos los sectores estudiados (textiles, fibras sintéticas, papel, químicos, plásticos, asbestos, metalmecánico, productos eléctricos, y material de transporte). Esta conclusión es especialmente válida en Colombia, donde las escalas de producción son relativamente pequeñas y nuevas. Por otra parte el coeficiente de incremento del capital per capita,  $\alpha_1$ , también muestra consistentemente valores positivos y significativos, con lo cual se indicaría la importancia de la inversión en nuevos equipos (sean importados o nacionales), de mayor eficiencia que los correspondientes en uso como parte del aumento de la productividad. Este coeficiente también captura los efectos de otras formas de inversión, tales como gastos en ID, mejoras en construcción, mercadeo, licencias y compras de proceso,

entrenamiento, etc.” (Sandoval Pág. 139).

Sandoval también usó como variables explicativas:

$\frac{R \& D}{Q}$  = relación entre gastos en investigación y desarrollo y producto.

A = edad de la empresa, como una aproximación para medir el proceso de aprendizaje.

$\frac{L R}{L}$  = proporción del personal técnico de la firma sobre personal total.

Ninguna de esta tres variables mostraron coeficientes significativos en la mayoría de los sectores estudiados (Sandoval, Pág. 132-140). Sin embargo, L. Dudley (The Effects of Learning on Employment and Labor Productivity in the Colombian Metal Products Sector, Yale University, Ph.D. Dissertation, New Haven, 1973) encuentra que el efecto del aprendizaje es significativo estadísticamente; explica la mitad de los cambios en productividad y **es más importante para explicar éstos que los aumentos en capital por trabajador o que los efectos de una mayor escala**; el aprendizaje está asociado tanto con tiempo transcurrido como con producción acumulada (citado en Ramírez y Sandoval, Pág. 45).

Este resultado es aparentemente contrario, por lo menos para el sector metalmecánico, al obtenido por Sandoval. La mayoría de los estudios que han hecho los econométricos colombianos llegan a resultados no concluyentes; con frecuencia las asociaciones entre variables han resultado muy pobres, debido principalmente a ausencia de datos,

escasa colaboración de las empresas encuestadas, problemas de medición o de definición de las variables y uso de funciones de producción, especialmente la Cobb-Douglas que exige supuestos muy fuertes, difícilmente dables en un país en desarrollo.

En resumen, puede decirse que con el nivel actual de conocimientos no es posible formular recomendaciones de política tecnológica encaminada a incrementar conscientemente la productividad.

### **b) Valor agregado nacional (VAN)**

El valor agregado nacional no se propone como indicador macro, ya que a este nivel no es otra cosa que el producto nacional bruto. La tasa de crecimiento de éste no es enteramente de orden tecnológico, como vimos en el punto a). Tampoco se propone el indicador para la empresa, ya que ésta no necesariamente es más desarrollada tecnológicamente mientras más verticalmente integrada esté.

Proponemos el indicador para el sector, con el propósito de diagnosticar qué tan dependiente de las importaciones es determinada actividad; mientras menos sea el VAN en dicho sector, más dependiente es de las importaciones, más superficiales son sus procesos productivos y menor desarrollo tecnológico existe. Esta hipótesis queda claramente ilustrada en las industrias automotriz y farmacéutica, en las cuales el grueso de la tecnología viene incorporado en las partes o materias primas importadas, respectivamente. Tales industrias son reconocidamente de incipiente desarrollo tecnológico en Colombia: la automotriz importa los CKD, con más del 75% de las partes totales, la

farmacéutica importa todas las sustancias activas y solo produce en el país los componentes inertes o escipientes. Es claro que si en la automotriz fuéramos capaces de integrar hasta el 80 ó 90% de las partes o la farmacéutica llegara a ser farmoquímica, tendríamos un enorme adelanto tecnológico.

Se podría argumentar que en un país pequeño como Colombia no es económicamente rentable alcanzar niveles de integración nacional del 100% en todos los sectores. Se diría que es ineficiente desconocer la división internacional del trabajo y el comercio internacional; se propondría como más eficiente participar en redes internacionales de subcontratación que den lugar a una mayor especialización.

La anterior objeción se puede responder así: como el indicador es exclusivamente sectorial, el país podría darse unas metas de VAN para cada sector, siendo más altas para aquellos en los que el país quiere tener especialización y más bajas para los sectores en los que no se quiere hacer un esfuerzo importante de desarrollo tecnológico y sólo se conforma con utilizar su mano de obra barata, ya sea para el mercado interno o para exportar. El tener el VAN sectorial como indicador de desarrollo tecnológico no implica procurar la autarquía.

En segundo lugar es muy difícil tener un VAN bajo y un alto nivel de desarrollo tecnológico en el mismo sector. Tomemos el caso de la industria de confecciones por subcontratación, como opera en Colombia. Un avión procedente de Estados Unidos llega con las piezas cortadas, los hilos, los botones y de regreso se lleva el lote anterior de piezas ya cosidas. Los obreros colombianos,

como robots, cosen tales piezas miles de veces en una labor rutinaria, monótona, que después de dominada no exige mayor esfuerzo intelectual.

Es posible que este trabajo sea muy rentable para el patrón de estos obreros, que éstos estén muy bien pagados, que tal sector sea muy adecuado para exportar mano de obra barata, pero no es menos cierto que tal actividad es de bajísimo desarrollo tecnológico, aunque los cosedores por subcontratación sean más expertos operarios que los de las otras empresas.

En tercer lugar el ejemplo de Suecia con el acero o las maderas, o de Dinamarca con los productos lácteos, muestra cómo países de alto desarrollo tecnológico en sectores escogidos tienen altos coeficientes de integración nacional.

Hasta donde llega nuestro conocimiento, el VAN sectorial no ha sido utilizado como indicador de desarrollo tecnológico. Sería interesante discutirlo más a fondo, para encontrar sus limitaciones, ya que en principio no depende de supuestos heroicos, como las funciones de producción. Su cálculo ya se hace, pues es etapa indispensable en la construcción de las cuentas nacionales y de la matriz insumo producto.

### **c) Nuevos productos con aporte tecnológico.**

Este indicador cualitativo responde a la misma visión del desarrollo tecnológico implícita en el anterior y en cierto modo es complementario con aquél. Se podría, por ejemplo, listar todos los productos que comenzaron a producirse en el año escogido como base, acompa-

ñados de su VAN promedio. Cada año se incorporan los que se produjeron en ese período y se puede ver la evolución anual de su VAN. Igualmente se puede ver su contribución porcentual al PBN o al producto bruto industrial.

El indicador tendría mayor utilidad en comparaciones internacionales, especialmente frente a países de semejante tamaño y nivel de desarrollo. Igualmente mostraría, en el cotejo con otros países más desarrollados, cuáles son los productos que posiblemente comenzará a producir nuestro país en los próximos años.

Este indicador es tributario, parcialmente, de la teoría del ciclo de vida del producto, pero su validez no depende de dicha teoría. De hecho se podría construir retrospectivamente hasta el siglo pasado, por lo menos con el año en que se inició la producción en nuestro país del respectivo artículo, o sea antes de que la economía mundial estuviera tan interconectada como para facilitar los ciclos de vida de los productos.

Su limitación principal es que al no ser cuantificable no se puede adicionar para llegar a indicadores sectoriales y es de orden estrictamente complementario al de otros indicadores cuantitativos.

### **d) Innovaciones nacionales.**

A semejanza del anterior sería un indicador cualitativo de las innovaciones, generalmente menores, que logró establecer el sector productivo en un año, ya sean de origen extranjero o nacional, pero separadas. Su construcción solo es interesante para el sector. No entrarían aquí los inventos de origen nacional, creados por la infraestructura científico-

tecnológica, pero que no han llegado a tener utilización en el sector productivo. Para construirlo sería necesario incorporar alguna pregunta a las encuestas del Departamento Nacional de Estadística, ya que sólo las empresas saben qué innovaciones han introducido en el año anterior. Evidentemente muchas de las innovaciones para la empresa no lo son a escala nacional, pues es posible que ya hayan sido introducidas en alguna otra empresa, anteriormente. Esta aparente inutilidad, por información repetida, serviría para detectar la intensidad de la transferencia interna de tecnología, si la innovación tuvo como fuente otra empresa nacional. Igualmente nos muestra qué tan dependiente de las fuentes extranjeras es el proceso de innovación en la empresa.

#### **e) Publicaciones técnicas.**

Derek de Sola Price insistía en aquello de que mientras los científicos buscan publicar, los tecnólogos tratan de evitarlo, o por lo menos las empresas que emplean a los tecnólogos. Aunque esta regla tiene sus excepciones en el mundo desarrollado (electrónica, ciencia de la computación, etc.) se aplica mucho menos en los países subdesarrollados, donde las publicaciones técnicas son escasas y de muy poco valor. Por tanto creemos que es equívoco tratar de usar las reducidas publicaciones técnicas, en las que predominan las revistas de los gremios de profesionales y de los universidades, como indicador de desarrollo tecnológico. Mucha de la tecnología que aparece en estas publicaciones pertenece a lo que anteriormente llamamos tecnología de oferta, o sea la que aún no ha probado sus virtudes al ser implantada por el sector productivo. En

nuestra opinión este indicador debería descartarse para el caso colombiano.

#### **f) Patentes nacionales.**

Las patentes han proporcionado, en el mundo desarrollado, el indicador de resultados más frecuente para la actividad tecnológica. Aún en esos países las patentes tienen serias limitaciones para convertirse en un buen indicador.

Algunas invenciones no son patentadas debido a que:

- 1) Los inventores las creen sin valor comercial.
- 2) Son guardadas en secreto; los inventores creen más en el secreto que en la patente.
- 3) Los inventores creen que el liderazgo tecnológico es más importante que la protección de la patente.
- 4) La ley de patentes puede afectar ciertas invenciones.
- 5) Demora, costo o dificultad para patentar.
- 6) Factores legales que impiden patentar.
- 7) La dificultad para copiarlas, por lo cual no necesitan la protección de la patente (Freeman, Pág. 360).

Lo anterior muestra que a pesar de la correlación positiva entre patentes y gastos en ID, las primeras no pueden ser tomadas como una medida para los segundos, ni mucho menos como un indicador de resultados.

Schmoekler encontró en su estudio sobre patentes en Estados Unidos (1937-1957) que el no patentamiento de invenciones comenzó en 1940 y era más frecuente entre empresas grandes que pequeñas, y que las estadísticas subva-

loraban la contribución del sector público (citado por Freeman, Pág. 361).

Además, el registro de patentes en un país depende de patrones culturales, desarrollo del sistema capitalista, demora en otorgar patentes por parte del gobierno, prueba de novedad, etc.

En Colombia las patentes son extranjeras. La proporción de patentes nacionales era inferior al 5% en 1968 y según las últimas cifras en 1982 serían del orden del 2% (\*). También estas patentes nacionales son lo que hemos llamado tecnología de oferta. La mayoría de ellas no ha llegado ni llegará a ser utilizada por las empresas. De acuerdo con esto y dado que en Colombia hay mucha menor propensión a patentar que en los Estados Unidos, no tiene razón de ser el intentar construir con base en patentes nacionales un indicador de desarrollo tecnológico.

### 3.2 Indicadores de insumos (Input)

#### Insumos nacionales.

##### a) Gastos en investigación y desarrollo

Hablamos aquí de los gastos de ID, como los definen el Manual Frascati y los organismos internacionales interesados en estadísticas científicas y tecnológicas. Aunque este indicador es muy limitado y deja por fuera la mayor parte del esfuerzo innovativo latinoamericano, es útil mantenerlo para facilitar comparaciones internacionales.

---

(\*) No se sabe la cifra exacta por la postración en que se encuentra la División de Propiedad Industrial, la cual no proporciona en forma periódica las estadísticas sobre patentamiento.

##### b) Gastos en otras actividades técnicas.

Jorge Katz ha sido, en América Latina, el principal crítico de la definición internacional de ID, cuando se pretende incluir dentro de ella todo el esfuerzo innovativo de nuestros países. Katz propone que a las definiciones tradicionales de Investigación Básica, Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental se agreguen las siguientes categorías excluidas de las anteriores:

##### i) Mejoras de proceso y/o producto.

Se entenderá por tal toda actividad que haciendo uso sistemático de resultados de la investigación básica y aplicada, así como de los conocimientos empíricos, se lleva a cabo con el propósito de modificar el proceso instalado y/o el producto fabricado, de modo tal que la capacidad de producción y/o el costo unitario y/o la calidad cambien significativamente.

##### ii) Asistencia técnica a producción.

Se entenderá por tal actividad que haciendo uso sistemático de los resultados de la investigación básica o aplicada, así como de los conocimientos empíricos, se lleva a cabo con el propósito de permitir que las unidades de producción operen de acuerdo con fórmulas y normas previamente establecidas y de práctica normal.

##### iii) Otras actividades técnicas.

Se entenderá por tales las actividades del Departamento de Ingeniería, Producción (Asistencia Técnica a ventas, Control de Calidad, etc; Katz, Pág. V. 22).

La propuesta de Katz tiene el peligro de incluir demasiado; pero esto es

preferible a la estrecha definición de la OECD. Con tal definición ampliada operó el Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de Ciencia y Tecnología en Argentina, México, Brasil, Colombia y Perú.

Este es uno de los indicadores que el Departamento Nacional de Estadística debería comenzar a diseñar para incluirlo en sus encuestas a empresas.

### c) Incorporación de profesionales, investigadores y técnicos.

Este indicador no es tan preciso como el anterior, pero lo complementa. Hay varias alternativas de selección. La más estrecha sería incluir sólo a los profesionales y técnicos dedicados a labores técnicas. Esto excluiría abogados, sociólogos, buena parte de los economistas y aún los ingenieros que trabajan únicamente en la administración e incluiría todos los técnicos con educación secundaria o superior. Una definición menos estrecha y más fácil de calcular es incluir a todos los profesionales y técnicos graduados, cualquiera que sea su oficio. Es claro que la primera definición es más precisa que la segunda.

Debe notarse que aquí no estamos hablando del inventario de ingenieros con que cuenta el país. Por importante que sea ese inventario está descartado de nuestros indicadores, por ser un indicador de oferta. Si muchos ingenieros emigran al exterior y otros tienen que cambiar de profesión por falta de oportunidades de empleo (fuga interna de cerebros), tales inventarios están lejos de estimar con verosimilitud la colaboración de la educación universitaria al desarrollo tecnológico del país.

## Insumos Importados.

### i) Importación de bienes de capital.

La importación de bienes de capital es el indicador de la importación de la tecnología incorporada en máquinas. Además es un dato que ya entregan las estadísticas de comercio exterior. Tiene una falla evidente: esta importación de bienes de capital se ha dado en Colombia por ciclos; cuando hay abundancia de divisas, se abren las puertas y se rebajan los aranceles para importar equipos. Cuando hay escasez de divisas disminuyen substancialmente las entradas de bienes de capital. Este fenómeno va acompañado de altos índices de capacidad ociosa cuando se abren las puertas, los cuales disminuyen cuando éstas se cierran.

Por tanto sería necesario corregir la cifra de importación de equipo con el porcentaje promedio de capacidad utilizada en el respectivo sector en dicho año. De no contarse con estimaciones de capacidad utilizada el indicador todavía puede usarse, pero con muchas limitaciones y reservas.

### ii) Importación de asistencia técnica.

En este rubro se cuantifica toda la ingeniería y consultoría importadas, o sea la mayor parte de la tecnología incorporada en personas. Aquí se incluyen contratos para estudios de factibilidad, diseño, construcción, montaje, mantenimiento, compras por delegación, etc. De estos contratos habría que descontar el valor de los equipos, de los materiales de construcción en las obras civiles, los combustibles, los servicios públicos y los salarios de la mano de obra no calificada. Lo que

queda se acerca mucho al valor de la ingeniería importada.

Tal indicador no se calcula actualmente. No tenemos idea de cuánta ingeniería y consultoría, definidas en esta forma, importa el país anualmente. La Oficina de Cambios del Banco de la República estima que la importación por servicios técnicos es del orden de 20 a 30 millones de dólares por año, pero los contratos de construcción, en su componente de ingeniería, no entran en ese cálculo.

### iii) Contratos de licencia con empresas extranjeras.

Este indicador se ha venido calculando desde 1968. Actualmente se dice que los contratos de licencia le cuestan al país entre 10 y 20 millones anualmente. En un trabajo anterior hemos mostrado la posibilidad de que esta cifra también esté subvaluada debido al régimen fiscal colombiano que le coloca un impuesto neto de 48.5% a los contratos de licencia (tecnología desincorporada) mientras que los bienes de capital (tecnología incorporada en máquinas) paga solamente un arancel de 5%. En esa ocasión mostramos cómo los contratos de licencia podían estar disfrazándose de bienes de capital, para reducir la tributación. Esto sin contar los contratos celebrados como pactos de caballeros y apoyados en un dólar libre, que ha sido en los últimos años más barato que el oficial. Mientras el tratamiento tributario a los bienes de capital sea tan diferente del de los contratos de licencia, este indicador tenderá a subvaluar el fenómeno que trata de medir.

## 4. Conclusiones.

a. Este trabajo se ha elaborado en forma teórica, ya que no creemos en la utilidad de recoger datos existentes de muy dudosa verosimilitud, como serían la productividad imputada al cambio tecnológico y las patentes nacionales en el campo de los indicadores de resultado; la importación de bienes de capital no ajustada por la capacidad utilizada, los contratos de servicios técnicos y los de licencia en el área de los indicadores de insumo.

b. Los indicadores nuevos que se proponen para discusión son: VAN sectorial, nuevos productos con aporte tecnológico y listado de innovaciones en el sector productivo, para los indicadores de producto; gastos en otras actividades técnicas y porcentaje del personal técnico sobre el total entre los indicadores de insumo.

c. Se recomienda descartar el uso de publicaciones técnicas y de patentes nacionales como indicadores de desarrollo tecnológico. Igualmente es necesario seguir experimentando con los modelos de cálculo para la productividad, antes de emprender algún esfuerzo estadístico nacional para construir las series que permitan su elaboración.

d. De los 10 indicadores que recomendamos mantener (todos excepto patentes y publicaciones técnicas), los prioritarios serían el VAN sectorial como indicador de resultados y la suma de los gastos en investigación y desarrollo más otras actividades técnicas como indicador de insumo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Freeman, Cristopher. **The economics of Industrial Innovation**, Middle Sex, Pinguin books, 1974.
2. Katz, Jorge. **Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente**, Washington, mimeo OEA, 1972.
3. Ramírez, Manuel y Sandoval, Diego. **Tecnología en el sector manufacturero colombiano**, Buenos Aires, Programa BID/CEPAL sobre Investigación en temas de ciencia y tecnología, 1978.
4. Sandoval, Diego. **Fuentes de crecimiento en la productividad de la industria manufacturera colombiana 1966-1975**, en **Desarrollo y Sociedad**, No. 7, Bogotá, Enero de 1982.
5. Valaskakis, Kimon. **The designing technology based the development strategies with out appropriate indicators: the problem and its consecuencias**, Documento presentado al primer seminario panamericano de Cienciometría, San José de Costa Rica, Febrero de 1983.