

La vinculación tecnológica: problemas, soluciones y discusiones

Por el Dr. Gabriel Norberto Barceló



Gabriel Norberto Barceló

La historia de la vinculación tecnológica es esencialmente la misma que la de la tecnología.

Es razonable decir que la tecnología nace, no cuando el primer hombre talla una piedra para hacer con ella una herramienta más funcional que la piedra sin tallar, sino cuando ese hombre le enseña la técnica a otro hombre, posibilitando así la acumulación de conocimiento. Allí nace también el paleolítico superior, y el camino que diferencia al hombre de los otros mamíferos superiores.

Desde entonces, desde siempre, el sentido de la palabra "tecnología" está inseparablemente ligado a la aplicación del conocimiento para modificar la naturaleza en beneficio del hombre, y esto sólo tiene un impacto mensurable sobre el bienestar humano cuando las tecnologías adquieren un carácter social, es decir, son transmitidas.

La tecnología es, así, anterior a la ciencia. Con la agricultura aparecen las primeras especulaciones abstractas, en particular las matemáticas y la geometría, que permiten delimitar terrenos de cultivo y predecir, aplicadas a la astronomía, períodos de siembra y cosecha. Siempre con fines prácticos.

Posiblemente son los griegos los que primero incursionan en la especulación abstracta por ella misma: nace la filosofía. Y luego Galileo introduce la evidencia experimental como sustento de las teorías explicativas de la naturaleza, estructura fundamental de la ciencia moderna.

Desde entonces la ciencia y la tecnología prosiguen caminos en los que las aplicaciones de los conocimientos son ocasionales, esto es, el conocimiento científico se separa de la tecnología y adquiere una dinámica propia.

Es luego de la Primera Guerra Mundial, y

presumiblemente por razones estratégicas, cuando los países empiezan a analizar vigorosamente la relación entre ciencia y tecnología y encaran políticas gubernamentales para incentivar el flujo de conocimiento científico en beneficio de la economía.

Se crean institutos especializados en Alemania, Inglaterra, Francia y Estados Unidos para, desde el Estado o desde las empresas privadas (muchas veces con ayuda estatal) apoyar la creación de conocimiento tecnológico. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, resulta dificultoso hasta el presente, y con algunas excepciones, organizar métodos eficaces de vinculación entre el conocimiento científico y la economía. Este trabajo pretende ser un resumen de la situación del tema en el mundo (en donde se está transformando en un cuerpo de conocimiento integrado a la ciencia económica, pero con relaciones con el ámbito científico y con la sociología) y en nuestro país.

LA TECNOLOGÍA EN LA ECONOMÍA LA TEORÍA NEOCLÁSICA

La ciencia económica nace procurando analizar las variables que determinan la distribución de la riqueza y la relación entre ellas, con el objetivo de optimizar un sistema económico.

Como planteo teórico, involucra una serie de suposiciones simplificadoras. En particular, la tecnología, tanto para los clásicos como para los neoclásicos (esta última teoría todavía en vigencia) es considerada una variable exógena del modelo, esto es, no participa en las ecuaciones explicativas del comportamiento del sistema.

"Para los neoclásicos, la tecnología se asimila al conocimiento, siendo éste genérico (básico), codificado (es decir, se asimila conocimiento a información), accesible sin costo alguno para la empresa y adaptable, en todo caso, con costo cuasi-nulo a las necesidades

de la empresa. Estas hipótesis, altamente restrictivas, se encuentran claramente alejadas de la realidad. El conocimiento, lejos de ser público y accesible sin costo, constituye uno de los bienes más importantes del proceso productivo de la empresa y más difíciles de adquirir y adaptar."⁽¹⁾

La historia de la vinculación tecnológica es esencialmente la misma que la de la tecnología. Luego de la Primera Guerra Mundial, presumiblemente por razones estratégicas, los países empiezan a analizar vigorosamente la relación entre ciencia y tecnología y encaran políticas gubernamentales para incentivar el flujo de conocimiento científico en beneficio de la economía. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, resulta dificultoso hasta el presente, y con algunas excepciones, organizar métodos eficaces de vinculación entre el conocimiento científico y la economía. Este trabajo pretende ser un resumen de la situación del tema en el mundo y en nuestro país. Se analizará la tecnología en la economía, la situación en la Argentina, los problemas y las soluciones y los nuevos problemas y discusiones.

de la empresa. Estas hipótesis, altamente restrictivas, se encuentran claramente alejadas de la realidad. El conocimiento, lejos de ser público y accesible sin costo, constituye uno de los bienes más importantes del proceso productivo de la empresa y más difíciles de adquirir y adaptar."⁽¹⁾

Una consecuencia de esta suposición es el modelo lineal de transferencia de tecnología: desde que el conocimiento es público, éste debiera canalizarse naturalmente desde su fuente hacia sus aplicaciones. Si alguna intervención de los estados nacionales se justifica, sería que los países deberán apoyar la investigación básica. La medida de las capacidades tecnológicas de una economía sería, así, una función del gasto en investigación básica.

LAS PRIMERAS CRÍTICAS A LA TEORÍA NEOCLÁSICA: SCHUMPETER

En la década de los 30, Schumpeter explica la evolución de la industria en función de las distintas capacidades y oportunidades de las empresas que innovan. Aquellas que innovan, ven aumentar su cuota de mercado, mientras que las más rezagadas en adoptar una determinada tecnología van perdiendo peso en el mercado pudiendo llegar incluso a desaparecer.

LOS '60 Y LOS '70, EL MODELO EVOLUTIVO

A partir de descubrimientos empíricos de finales de la década del 50, entre los cuales resaltan los que demuestran que el crecimiento económico de los países no tiende a converger —como predice la teoría neoclásica— sino que tiende a diverger, se produce durante las décadas de los 60 y los 70 una profusión de trabajos sobre el cambio tecnológico

y los factores determinantes del mismo y, muy especialmente, sobre la difusión de tecnología.

Al mismo tiempo se comienza a discutir la existencia e importancia de otros tipos de conocimiento diferentes a los que supone la teoría neoclásica, definidos por la forma de aprendizaje, como *learning by doing* y *learning by using*.

El modelo resultante de estos trabajos se denomina "evolutivo", procura explicar el crecimiento de los países de modo coherente con la evidencia empírica, y fija sus diferencias con el modelo neoclásico (Cuadro 1).

FORMAS DE APRENDIZAJE Y FORMAS DE CONOCIMIENTO

Junto con las formas explícitas de aprendizaje, a través de textos, es fundamental reconocer otras formas, no sólo posibles sino también casi siempre necesarias, que están involucradas en la adquisición de tecnologías por parte de las empresas.

"Aprender haciendo" es la forma por la cual algunas empresas y sectores de determinadas economías nacionales adquieren el conocimiento de determinadas tecnologías a partir de una actividad rutinaria en la que los métodos de fabricación o del servicio les son informados de manera puramente mecánica, sin involucrar un análisis técnico por parte de las empresas adquirentes. Este mecanismo permite reproducir el proceso, pero rara vez permite mejorarlo. Es, sin embargo, un complemento necesario, y muchas veces menospreciado, para una correcta aplicación de los desarrollos tecnológicos.

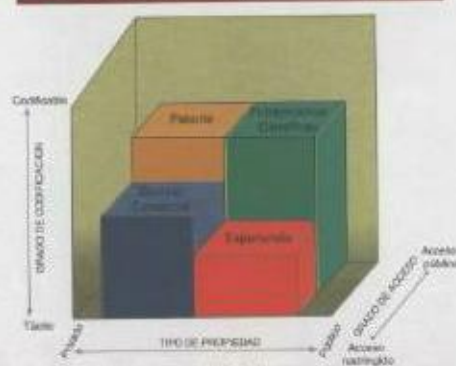
"Aprender usando" es la capacidad que ad-

quiere una empresa por el uso de sistemas o maquinarias, lo que le permite adquirir el conocimiento de la existencia de nuevos sistemas, equipos y procedimientos que pueden ser de aplicación en otras áreas de la actividad de la empresa, o bien ayudan a la utilización de sistemas, equipos o procedimientos semejantes pero mejor adaptados a las necesidades específicas de la empresa.

Estas formas involucran también el denominado "conocimiento implícito" o "conocimiento tácito", es decir, las formas de conocimiento no codificables, no expresables en textos (que transmiten el conocimiento explícito), que se adquieren sólo por la práctica reiterada de una técnica.

Esta diferenciación da lugar a la definición de un "espacio de conocimiento-producto" donde los tres ejes fundamentales son el "grado de codificación" (de tácito a totalmente codificable), el "tipo de propiedad" (privado o público), y el "grado de acceso" (de acceso restringido a completamente público).

Fig. 1 Espacio de conocimiento-producto



Fuente: David y Foray (1994)

LOS SECTORES Y LOS ESTILOS INNOVADORES

La teoría evolutiva toma su nombre de la teoría de la evolución de Charles Darwin. En ella son las empresas las que luchan por su supervivencia, y vencen las que mejor se adaptan al cambio. Y, por supuesto, las mejor adaptadas son las que producen el cambio. Las que están más capacitadas para innovar. Se han detectado tres campos en los que las empresas presentan diferencias en cuanto a su capacidad de innovar⁽¹⁾:

1. Asimetrías tecnológicas: diferentes capacidades para innovar o para adaptar tecnología.
2. Variedad tecnológica: diferencias en el proceso de búsqueda e investigación de nuevas tecnologías.
3. Diferencias de comportamiento: diferencias en las estrategias de gestión de la innovación con relación al nivel de inversión, precio, I + D, etc.

Como estos campos suelen estar ligados a los diversos sectores de la economía, esto ha llevado a definir cuatro tipos de sectores⁽²⁾:

1. Sectores dependientes de la oferta: las innovaciones son principalmente de procesos. Se trata normalmente de innovaciones incrementales sobre tecnología incorporada adquirida de otros sectores. (Textiles, madera, imprenta.)
2. Sectores intensivos en economía de escala: las innovaciones pueden ser tanto de productos como de procesos. Las economías de escala de estos sectores son importantes (en la producción, el diseño, el

Cuadro 1 Principales diferencias entre la Teoría Neoclásica y la Teoría Evolutiva

Concepto	Teoría Neoclásica	Teoría Evolutiva
Objetivo de la Teoría	Explicar el crecimiento.	Explicar el crecimiento.
Hipótesis del modelo	Equilibrio general. A nivel micro se supone que ninguna empresa puede mejorar su posición en el sector. Todas las empresas poseen la misma información, siendo el coste de acceso a la misma nulo. A nivel agregado, el cambio tecnológico es el residuo del modelo.	A nivel micro, existen empresas innovadoras líderes que tiran del resto del sector. Las empresas poseen distintas habilidades para innovar y distinta información. A nivel macro, el cambio tecnológico es la variable explicativa del crecimiento.
Explicación del crecimiento	El crecimiento (o desequilibrio temporal) se produce por cambios en la oferta, la demanda o la técnica. Los neoclásicos no explican por qué se producen esos cambios, sino que los toman como dados. Defienden una convergencia en tasas de crecimiento.	El cambio se produce por la adopción de nuevas reglas de decisión en la empresa o por la adopción temprana de un nuevo producto o proceso (visión más micro). A nivel agregado, evidencian empíricamente la divergencia de tasas de crecimiento.
Equilibrio	Existe equilibrio en el corto y en el largo plazo. El crecimiento es una sucesión de equilibrios.	Existe equilibrio en el corto plazo cuando las reglas de decisión establecidas por la empresa no varían. A largo plazo, las reglas cambian. Es un modelo dinámico, en constante cambio a largo plazo.

gasto en I + D, etc.), y requieren normalmente de maquinaria compleja en el proceso productivo. Las empresas tienden a ser grandes, con una dedicación de recursos a las actividades innovadoras, y producen generalmente una gran parte de sus innovaciones de procesos. (Equipos de transporte, algunos bienes de consumo duradero, manufacturas de metal, etc.)

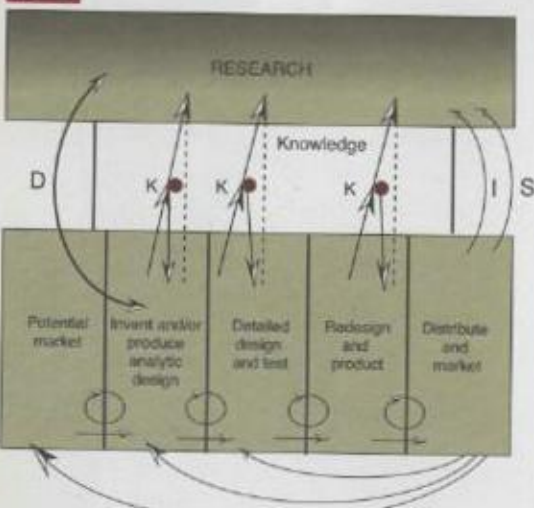
3. Sectores proveedores especializados: sus actividades de innovación están normalmente relacionadas con nuevos productos que se incorporan como *inputs* en los otros sectores. El tamaño medio de las empresas es pequeño, y los vínculos con los usuarios son muy fuertes. (Empresas dedicadas a la mecánica y al diseño de instrumental para otras industrias.)

4. Sectores basados en la ciencia: sus principales características son su tamaño (relativamente grande), su amplio espectro (sus *outputs* son *inputs* para una gran mayoría de empresas), la innovación surge de nuevos paradigmas tecnológicos fuertemente apoyados en el avance del conocimiento, las actividades de innovación se encuentran formalizadas en laboratorios de I+D. (Fundamentalmente la industria electrónica y gran parte de la química)

EL MODELO INTERACTIVO DE KLINE Y ROSENBERG (1986)

Los teóricos evolutivistas defienden (avalados por diversas experiencias nacionales recientes, como la japonesa y la coreana) una continua interacción entre los distintos agentes que intervienen en el proceso innovador. Esta aproximación se basa en el modelo interactivo de Kline y Rosenberg.

Fig. 2



D: Direct link to and from research from problems in invention and design.
I: Support of scientific research by instruments, machines, tools.
S: Support of research in sciences underlying product area.

Fuente: Kline y Rosenberg (1986)

Kline y Rosenberg distinguen tres grandes bloques: la investigación, el stock de conocimientos y la "cadena central de innovación", compuesta a su vez por diversas etapas. Entre cada una de las etapas de la cadena, existen continuos flujos de conocimiento. Cuando en cualquier etapa la empresa encuentra algún problema acude, en primer lugar, al stock de conocimientos existente, y sólo en el caso en que la empresa no pueda encontrar la respuesta en el mismo, pondrá en marcha sus mecanismos de investigación. De este modo, la investigación se convierte en una etapa más del modelo, su función aparece en cualquier momento en el desarrollo de la innovación, y no en la primera, como defendían los neoclásicos.

EL CASO JAPONÉS²³

En las décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, Japón pasó de ser un país que importaba tecnología a una nación de orientación tecnológica. La raíz de las actividades de I + D y de la tecnología actuales radica en las tecnologías importadas del extranjero luego de la SGM -náilon, transistores, televisión y otras-. A diferencia de muchos otros países, sin embargo, Japón analizó, adoptó y adaptó cuidadosamente las tecnologías que importó.

En 1964, el MITI condujo un estudio que mostró el porcentaje de gastos en I + D usados para digerir tecnología importada en cada sector industrial (Tabla 1). El estudio involucró a 2.080 empresas con gastos de I + D superiores a 100 millones de Y. Las ventas de estas empresas componían el 72% de los sectores de manufactura, minería y servicios.

En la Tabla 1 pueden verse algunos casos extremos, como el de la industria de las fibras químicas que gastó el 72% de su inversión en I + D en estas actividades. En general, la industria de los materiales gastó más en el rubro que otras industrias, como el 69% en el sector del caucho, y 47% en el de la industria textil. Pero también los de comunicaciones y electrónica y maquinaria eléctrica gastaron 21% y el de maquinaria común el 17%. En promedio, las empresas manufactureras gastaron 28% de su inversión en I+D en digerir tecnologías importadas en 1964. Este porcentaje muestra que la industria japonesa tenía un plan de largo plazo para desarrollar potencial de I+D aun en los primeros años del período de posguerra.

Una de las características distin-

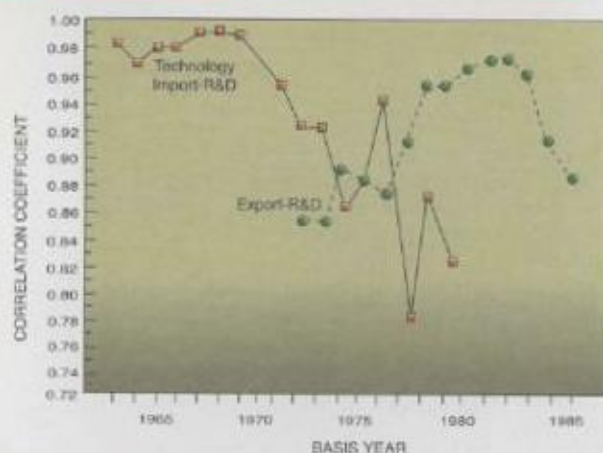
Tabla. 1 Percentage of R&D expenditure for technology digestion to the total R&D expenditure in each industrial sector

	%
Food Manufacturing	1
Textile	47
Lumber and Wood Products	29
Pulp and Paper	8
Chemicals	33
Chemical Fiber	72
Paint	5
Pharmaceuticals	7
Other Chemical Products	4
Petroleum Products and Coal	15
Rubber	69
Glass	15
Cement and Ceramics	7
Iron and Steel	18
Nonferrous Metals	16
Metal Products	15
Ordinary Machinery	17
Electric Machinery	21
Communication/Electronics	41
Automobile	15
Shipbuilding	4
Other Transportation Machinery	16
Precision Machinery	7
Other Manufacturing	1
Average	28

tivas del proceso japonés fue la participación que tuvo en el mismo el control del gobierno. El Acta de Inversiones Extranjeras de 1950 requería la aprobación del gobierno para todas las transacciones que involucraran envíos de dinero extranjero, y casi todas las importaciones de tecnología involucraban tales envíos. Las solicitudes eran revisadas individualmente y con cierto cuidado. Aunque las razones formales del gobierno tenían que ver con proteger la balanza de pagos, los controles afectaron la estructura industrial y la composición de la tecnología importada, así como el precio de la tecnología.

Los controles daban prioridad a la tecnología de bienes intermedios, como químicos, y suprimía la demanda de tecnología de bienes de consumo. La fijación de prioridades del gobierno fue especialmente visible en la lista del MITI de 1950, de treinta y tres tecnologías deseables, la mayoría de las cuales eran tecnologías de industrias químicas y pesadas. En la lista aparecían solamente tres productos de consumo final y correspondían a productos electrónicos farmacéuticos.

El efecto de largo plazo de esta política puede seguirse en la Tabla 2 y la Figura 3. Estas tablas se basan en la suposición que si un país es altamente dependiente en tecnologías importadas y la principal actividad de

Fig. 3 Change in moving correlation coefficients

The structure of the metamorphosis

Tabla. 2 Time series of moving correlation coefficient

Basis year	Time Period	Moving Correlation with Technology Import	Moving Correlation with Commodity Export
1963	1960-1966	0.98	—
1964	1961-1967	0.97	—
1965	1962-1968	0.98	—
1966	1963-1969	0.98	—
1967	1964-1970	0.99	—
1968	1965-1971	0.99	—
1969	1966-1972	0.99	—
1970	1967-1973	0.97	—
1971	1968-1974	0.95	—
1972	1969-1975	0.92	0.85
1973	1970-1976	0.92	0.85
1974	1971-1977	0.86	0.89
1975	1972-1978	0.88	0.88
1976	1973-1979	0.84	0.87
1977	1974-1980	0.78	0.91
1978	1975-1981	0.87	0.95
1979	1976-1982	0.82	0.95
1980	1977-1983	—	0.96
1981	1978-1984	—	0.97
1982	1979-1985	—	0.97
1983	1980-1986	—	0.96
1984	1981-1987	—	0.91
1985	1982-1988	—	0.88

I + D es digerir esas tecnologías importadas, entonces debiera haber una alta correlación entre el gasto de I + D y los importes de pago por tecnologías extranjeras.

Como los tiempos de digestión o desarrollo de las tecnologías son relativamente largos, se toman períodos de 7 años y se los refiere por el año central del período (p. ej. 1960-1966 se refiere como 1963). El parámetro analizado es el cociente entre gasto de I + D y el costo de los derechos de uso de tecnologías extranjeras. Por otro lado se analiza la evolución del cociente entre los gastos de I + D y las ventas de derechos de uso de tecnologías japonesas.

Muchas de estas organizaciones han recurrido y recurren a la CNEA como proveedora de la tecnología necesaria para mejorar sus productos o procesos, o solucionar problemas puntuales.

Desde CONUAR hasta algunas fábricas de cerveza de Bariloche, pasando por INVAP, hay un gran número de casos que sirven para ejemplificar esto.

IMPORTANCIA DE LAS "USINAS DE INNOVACIÓN"

"Quizá quisiéramos que fuera de otra manera, pero es como es, y qué le vamos a hacer" es más o menos la frase con que Felipe González, el político y ex primer ministro espa-

ñol, se refirió a la globalización de los mercados y su influencia sobre las economías nacionales.

Lo que diferencia a esta época es que los procesos tecnológicos que mueven la economía cambian con una velocidad y una diversificación tan vertiginosas que hacen que los productos y procesos, en el momento en que llegan al mercado, ya resulten obsoletos en relación con los que están en etapa de desarrollo avanzado para reemplazarlos; y esto es verdad en mayor o menor grado tanto para las computadoras como para las técnicas de construcción de grandes edificios. Este fenómeno, que se ha incorporado a la filosofía empresarial moderna bajo el título "mejora continua" muy probablemente se acentúe en el futuro. Esto exige un esfuerzo adicional de los trabajadores: hoy en día se acepta que en una sociedad de mercado un porcentaje importante del tiempo de trabajo deba dedicarse a la capacitación de los empleados y que el ciudadano promedio deberá cambiar de trabajo entre cinco y diez veces a lo largo de su vida laboral, sea por quiebra de su empresa o por obsolescencia de la especialización que haya adquirido.

LA SITUACIÓN EN LA ARGENTINA

LA CNEA, ROL DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR Y LAS EMPRESAS ASOCIADAS

En cierto modo, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha actuado en la Argentina como incentivo de las empresas innovadoras líderes que "tiran" del resto, las que se caracterizan en el Cuadro 1. Sólo que debido al carácter multidisciplinario de la tecnología nuclear este efecto se proyectó sobre un número importante de sectores. Las tecnologías de soldadura, las técnicas de calidad, los ensayos no destructivos y muchos otros sectores y disciplinas fueron empujados por los requerimientos de la industria nuclear.

Las empresas y entes asociados a la CNEA o creadas y/o gerenciadas por personal con antecedentes en la CNEA o en otros entes o empresas asociados fueron y son líderes en la aplicación de nuevas tecnolo-

gías. Muchas de estas organizaciones han recurrido y recurren a la CNEA como proveedora de la tecnología necesaria para mejorar sus productos o procesos, o solucionar problemas puntuales.

Desde CONUAR hasta algunas fábricas de cerveza de Bariloche, pasando por INVAP, hay un gran número de casos que sirven para ejemplificar esto.

Para llevar adelante este proceso, se ha visto (como se indica en el modelo interactivo) que es de fundamental importancia la vinculación entre laboratorios y empresas. Esto se da de manera natural solamente cuando existe una proximidad física entre las empresas y los laboratorios. Para un correcto funcionamiento del fenómeno de mejora continua es posiblemente imprescindible esta proximidad.

EL ROL DE LOS EMPRESARIOS Y EL ROL DE LOS LABORATORIOS

Por otra parte no es cierto que necesariamente la tecnología termine siendo expulsora neta de mano de obra cuando se mira el total de



La economía nacional si

los puestos de trabajo de los procesos automatizados se reemplazan por puestos de trabajo, mejor remunerados, en la fabricación de productos y procesos que incorporan la tecnología avanzada. El constante incremento del número y la diversificación de productos en el mercado permite plantearse este objetivo.

Pero para ello se hace menester un trabajo planificado que permita incorporar conocimiento a la producción. El conocimiento existente en las universidades nacionales y los laboratorios estatales de la Argentina configura una riqueza potencial extraordinaria. La creatividad de los argentinos es también reconocida quizá más en el exterior que en nuestro país y, puesta a trabajar para la economía nacional, hace perfectamente posible competir —por ejemplo— con Alemania en tecnología, ya que competir con China en costos de mano de obra es posiblemente imposible aun desde el punto de vista de la estabilidad social. Es indispensable que se incentive en esas instituciones el vuelco de los profesionales hacia actividades de transferencia de tecnología.

También los empresarios nacionales deben participar en este proceso, aprendiendo a entenderse con los tecnólogos y a asumir un cierto riesgo tecnológico como uno de los riesgos empresarios, a cambio de disponer de una fuente propia de tecnología por contratos o convenios con universidades y laboratorios. Todo esto constituye un cambio cultural y eso, el cambio cultural, es precisamente lo que es necesario incentivar y apoyar.

LOS PROBLEMAS

ENTES PÚBLICOS TRABAJANDO PARA ENTES PRIVADOS

El aprovechamiento de los laboratorios nacionales para la transferencia de tecnología tiene un problema fundamental: se trata de entidades estatales, es decir, organizaciones financiadas mayoritariamente por el presupuesto nacional. Debido a eso, no es sencilla la realización de vinculaciones contractuales para desarrollos o servicios puntuales. En principio, lo que es de todos no puede poner-

se al servicio de un privado de no mediar la autorización de los altos niveles del gobierno, incluso en algunos casos del Poder Legislativo de la Nación.

Pero esperar que el Congreso, o inclusive un Ministro, participe en cada uno de los contratos necesarios para que esta vinculación tenga algún efecto mensurable sobre la economía es imposible. Los empresarios (el mercado) tienen tiempos cortos para decidir, desarrollar e implementar un nuevo proceso o producto, o recibir un servicio de alta tecnología. Por ello resulta necesario poner en práctica un sistema ágil manteniendo el encuadramiento legal del sistema.

MANEJO DE FONDOS EN ENTES PÚBLICOS

Por otro lado, los crónicos problemas económicos de los organismos nacionales, especialmente en los tiempos que corren, hacen que los ingresos de esos Entes terminen siendo destinados a cubrir las urgencias administrativas (servicios esenciales, pago de proveedores, etc.). En estas condiciones se hace dificultoso canalizar fondos hacia los mismos laboratorios que los producen. Aun cuando esto fuera posible, los tiempos involucrados suelen ser incompatibles con los plazos necesarios para satisfacer a los empresarios.

El caso típico es el del laboratorio de análisis químicos que no puede comprar los reactivos que necesita para realizar el análisis que está contratado y pagado.

CULTURA CIENTÍFICA NACIONAL Y CULTURA EMPRESARIA NACIONAL

La cultura de la vinculación tecnológica no está totalmente incorporada a las culturas empresarial y científica de la Argentina. Han existido y existen casos importantes, pero están, a mi juicio, muy lejos de representar un aprovechamiento eficiente de las capacidades nacionales.

En el ámbito científico el modelo lineal tiene todavía un importante peso en la ideología predominante. La manifestación más clara de ello es que el sistema de premios y castigos no sólo no premia sino que a menudo castiga los emprendimientos tecnológicos. Esto está en tren de ser revertido, pese a que el fenómeno despierta grandes resistencias especialmente en algunos sectores, incluso (y quizá sobre todo) en sectores muy prestigiados de la Ciencia Nacional.

Por su lado, el sector empresario ha sufrido un proceso de selección natural negativa respecto de la asunción del riesgo; en particular del riesgo tecnológico: las reglas de juego cambiantes de la economía en donde lo único estable fue un sistema de barreras arancelarias generó un empresariado no acostum-

brado a innovar en procesos y productos. Algunos intentos terminaron poco menos que en catástrofes (Fate electrónica). La falta de eco que solían encontrar esos empresarios en el sistema de C y T no hizo más que alejarlos cada vez más de la innovación.

NECESIDAD DE EMPRESAS INNOVADORAS Y DE LABORATORIOS COMPROMETIDOS

Parece evidente que se hace necesaria la incentivación de una cultura innovadora en el empresariado nacional. Existen algunos viejos empresarios con esa vocación y muchos de nosotros conocemos nuevos empresarios que comprenden el problema y se acercan al sistema procurando soluciones.

Sin una clase empresaria con vocación innovadora es imposible el desarrollo que proponemos y creemos necesario.

Pero esos empresarios deben encontrar un eco favorable en el sistema. Debiera procurarse satisfacer las necesidades de todos los empresarios que se acercan al sistema, derivándolos hacia quien puede atenderlos correctamente cuando la atención no se corresponda con la especialidad o los tiempos de la persona con la que el empresario hace el contacto.

LAS SOLUCIONES

LEY DE INNOVACIÓN

En octubre de 2000 se cumplieron 10 años de la sanción de la Ley 23.877 denominada "Ley de Innovación". Esta ley y sus decretos reglamentarios procuran, con cierto éxito, acercar algunas soluciones a los problemas que planteamos más arriba.

Ley de Innovación vs. Ley de Contabilidad

La reglamentación que rige la administración económica del Estado se llamó durante muchos años la Ley de Contabilidad, por lo que sigue denominándose de esa manera.

Lo que la Ley de Innovación aporta es, en los hechos, una salvedad a determinadas regulaciones de la Ley de Contabilidad, o sus sucedáneas, en lo referido al uso de los fondos y a otros temas que veremos más adelante.

Estas salvedades son solamente legales cuando la transacción comercial se establece a los efectos de alguna forma de transferencia de conocimiento, o si involucra una actividad de alto contenido tecnológico. Dice la Ley en su artículo 1:

"La presente ley tiene por objeto mejorar la actividad productiva y comercial, a través de la promoción y fomento de la investigación y desarrollo, la transmisión de tecnología, la asistencia técnica y todos aquellos hechos innovadores que redunden en lograr un mayor bienestar del pueblo y la grandeza de la

Nación, jerarquizando socialmente la tarea del científico, del tecnólogo y del empresario innovador".

Fundamentalmente, la ley permite a las "instituciones oficiales de investigación y desarrollo que adhieran a la presente ley, establecer y/o contratar unidades de vinculación (ver más adelante) con la finalidad de que dispongan de una estructura jurídica que les permita una relación más ágil y contractual con el sector productivo de bienes y/o servicios". Esto implica que las administraciones de esas instituciones pueden firmar contratos con esas unidades de vinculación, que a su vez funcionan como intermediarios con las empresas, para facilitar la relación comercial.

Adicionalmente la Ley de Innovación autoriza a que parte de los fondos obtenidos por estas actividades sea destinada a incentivar directamente al personal involucrado.

Unidad de Vinculación

La Unidad de Vinculación es una figura jurídica (puede ser desde una fundación hasta una sociedad anónima) que cumple varias funciones:

- Funciona como intermediaria entre la Institución y la Empresa. Esto generalmente se concreta con un contrato entre la Unidad de Vinculación (UV) y la Empresa y un acuerdo o contrato entre la UV y la Institución.
- Realiza la promoción de las capacidades de desarrollo y servicios de la Institución.
- Tramita los subsidios y beneficios económicos que crea la ley y los que se crearon antes y después de la ley.
- Deposita los fondos obtenidos y los gasta por indicación de la Institución, o de quien la Institución indique. Normalmente esta facultad se usa para manejar los fondos de los proyectos específicos por parte de los jefes de proyecto.

Fondos de Incentivo a la Vinculación

La ley crea fondos específicos para incentivar la innovación tecnológica por medio de créditos o subsidios, incluidos beneficios fiscales.

Posteriormente estos fondos y otros creados anterior o posteriormente fueron unificados en el FONTAR o el FONCYT, que se manejan desde la Agencia de Promoción de la Ciencia y la Tecnología, dependiente de la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva.

LA AGENCIA NACIONAL PARA LA INNOVACIÓN

En la Agencia se han concentrado un número importante de líneas de crédito destinadas

a la investigación científica y tecnológica. Tiene dos Sub-Agencias fundamentales: el FOCYT y el FONTAR. El primero orientado fundamentalmente a la investigación básica y el segundo fundamentalmente a la investigación y desarrollo tecnológicos.

Ambas Sub-Agencias dispusieron de fondos que se adjudicaron en forma de subsidios o créditos (estos últimos para el caso del FONTAR) o bien exenciones impositivas (también el FONTAR). En general, los beneficios del FONCYT se dan a instituciones de I + D y los del FONTAR a empresas.

Debido a problemas de implementación, desde el año 2000 las líneas del FONTAR pasaron a ser fundamentalmente ARN, es decir, Aportes No Reembolsables, esto es, subsidios.

INCUBADORAS Y PARQUES TECNOLÓGICOS

El hecho de que la innovación tecnológica sea favorecida por un determinado estado cultural, justifica la agrupación física de las empresas innovadoras. Esto da lugar, entre otras, a dos tipos de organizaciones:

Las **incubadoras tecnológicas** suman a los proyectos de incubadoras de empresas, no siempre relacionadas con empresas de base tecnológica, la proximidad física o, al menos, una vinculación rápida con algún centro de investigación.

Una incubadora de empresas es una organización que provee, para los empresarios que se inician algunos servicios centralizados y, al agruparse las empresas, baratos; típicamente: servicios de secretaría, comunicaciones, asesoramiento en tecnologías blandas (marketing, exportaciones, asesoramiento contable e impositivo, manejo de personal), casi siempre en un ámbito físico determinado destinado al efecto. Las empresas incubadas acceden al beneficio pagando un cierto importe anual o mensual o una cierta proporción de sus beneficios.

Las incubadoras de base tecnológica adjuntan a estas facilidades la proximidad a un laboratorio, o una vía rápida de acceso a un laboratorio.

Los **parques tecnológicos** suelen ser utilizados por empresas más grandes, ya pasado su período de incubación. En muchos casos incorporan laboratorios de servicios de tecnologías complicadas o incluso para algunos desarrollos.

En las dos organizaciones la relación entre todas las personas involucradas —empresarios, gerentes, tecnólogos y trabajadores de los laboratorios y las empresas— es considerada como esencial para el buen éxito de las empresas innovadoras, al contribuir a la construcción del estado cultural necesario. Por ello se suelen hacer comedores de uso común para las instituciones involucradas, y favorecer las

actividades recreativas en conjunto.

LA ETAPA DE PROTOTIPO/PLANTA PILOTO Y LOS CAPITALES DE RIESGO

Si los subsidios y créditos blandos podrían solucionar los aspectos económicos de la etapa de laboratorio de un desarrollo tecnológico tipo, el paso siguiente —la construcción de la planta piloto o del prototipo— involucra niveles de inversión mucho mayores, que ya son muy difíciles de afrontar desde los fondos estatales.

En los países desarrollados esta etapa se cubre con fondos de capital especiales, asociados a un alto riesgo financiero pero con perspectivas de grandes ganancias. En el Congreso de la Nación de nuestro país se está discutiendo desde hace algunos meses un proyecto de ley de creación de fondos de capital de riesgo con facilidades impositivas.

De todos modos, en algunos países europeos, como Holanda, se ha detectado que no es suficiente recurrir a los fondos de capitales de riesgo genéricos, porque estos suelen orientarse hacia inversiones de riesgo no tecnológico. De modo que se han creado fondos de capitales de riesgo específicamente tecnológicos.

LOS NUEVOS PROBLEMAS Y LAS DISCUSIONES

Los fenómenos relacionados con la vinculación tecnológica se están transformando en un cuerpo de conocimiento, en principio integrado a las teorías económicas, pero relacionado de manera cada vez más explícita con las ciencias duras (que proveen la tecnología) e, inclusive, con la sociología. En estos ámbitos se discuten las políticas tecnológicas de los países, sus ideas fuerza, su funcionamiento y sus resultados. Algunos de los temas en discusión actualmente tienen vigencia también en nuestro país.

ROL DE LAS UNIVERSIDADES

Un especialista dijo hace algunos años en Bariloche: "Mucha gente dice que las universidades están para formar profesionales y hacer investigación. Están equivocados. Eso



es lo que la universidad hace. Pero para lo que la universidad está es para funcionar de enlace entre la gente y el conocimiento".

Una de las formas de este enlace es la generación de tecnología y la vinculación tecnológica con las empresas.

El problema es que, existiendo ingresos adicionales asociados a los desarrollos tecnológicos, se corre el peligro de que tanto el personal, como el equipamiento de la universidad se vuelquen hacia esta actividad, dejando de lado precisamente la formación de profesionales y la investigación básica, que son funciones también fundamentales.

Se discuten controles o incentivos paralelos para solucionar este asunto.

ROL DE LOS LABORATORIOS "CON MISIÓN"

Una cuestión totalmente ligada a la anterior.

El desarrollo de una investigación suele llevar a generar conocimiento útil en campos lejanos e inclusive muy lejanos del tema que le dio origen. Es así como los laboratorios de centros de investigación "con misión" como la CNEA pueden generar conocimiento de aplicación en muchos otros campos. Si estos desarrollos tienen posibilidades de comercialización inmediata, por un lado no favorece a nadie que tal comercialización no se haga, pero por otro la multiplicación de este fenómeno puede terminar por hacer desaparecer la capacidad de la Institución de cumplir con su rol fundamental. En este caso, sin embargo, es más concebible aplicar un sistema de incentivos compensatorios.

¿CÓMO SE DISTRIBUYE Y ADMINISTRA LA PROPIEDAD INTELECTUAL MIXTA?

Un desarrollo tecnológico privado tiene un dueño natural. Pero: ¿de quién es un desarrollo realizado en un laboratorio estatal? Aun cuando un privado haya aportado todos los fondos para hacer el desarrollo, incluidos las amortizaciones de los equipos, los sueldos del personal y los consumibles, ¿cómo se valoriza el acervo intelectual acumulado por la institución que hizo el desarrollo a lo largo del tiempo y a expensas de todos los contribuyentes? ¿quién tiene derecho a de-

cir quién tiene más derechos sobre el desarrollo?

RIESGO ECONÓMICO VS. RIESGO TECNOLÓGICO

Este tema, asociado a la creación de capitales de riesgo, es también motivo de discusión en los foros especializados. La idea que parece prosperar es la de la creación de fondos de capitales de riesgo tecnológico.

LA EFICIENCIA DE LOS INCENTIVOS Y LOS FACTORES CULTURALES

Al menos en los países europeos, la eficiencia del gasto que los estados nacionales y la comunidad realizan en incentivar la creación de empresas de base tecnológica es dispar. En algunos países el resultado ha sido extraordinario. En otros de mediocre a malo. Si bien en algunos casos los incentivos han sido otorgados sin que el tema lo justifique demasiado, en muchos casos el motivo es el fracaso de los emprendimientos empresariales que tiene que ver con problemas de management, y éstos con actitudes de los aspirantes a empresarios y de los ciudadanos en general ante la actividad empresarial. Es razonable pensar que en la Federación Rusa, luego de 80 años de economía centralizada y estatal, las vocaciones empresariales todavía tengan una pátina de rechazo implícito y en general involuntario por parte sobre todo de las generaciones más antiguas. Del mismo modo, en aquellas culturas en las que las actividades comerciales no resultan del todo bien vistas, el éxito de los programas de incentivos para la creación de empresas de base tecnológica puede ser escaso.

En este contexto las incubadoras, por ejemplo, o los parques tecnológicos pueden pasar a transformarse en un emprendimiento meramente inmobiliario. O una incubadora de base tecnológica terminar siendo una incubadora de empresas de base no tecnológica. Otro factor a tener en cuenta es la orientación del sistema de CyT de los países. En aquellos países con un sistema científico asentado y con alto prestigio previo, suele suceder que, aun cuando se detecte voluntad de vinculación tecnológica, la misma esté extremadamente centrada en la oferta: (¿Cómo no van a querer comprar esta maquinita que desarrollé y es una maravilla!!!)

LOS PROYECTOS EN LA CNEA

En la CNEA nos hemos propuesto aumentar significativamente la actividad de venta de desarrollos tecnológicos.

Para ello estamos proponiendo la modificación de la reglamentación que se ha dado la Institución para el uso de la Ley de Innovación. Las líneas fundamentales de esa propuesta son:

- Simplificación del trámite de venta y de la firma del contrato.
- Descenso de los niveles de responsabilidad (Los gerentes del Centro Atómico pueden firmar contratos).
- Simplificación de los sistemas de gestión de los proyectos.
- Autorización de distribuir parte de los ingresos entre los participantes, incluidos beneficios, premios y bonificaciones especiales.
- Distribución simplificada de los ingresos.
- Un nuevo sistema contable.

Por otra parte hemos iniciado un relevamiento de las capacidades de desarrollo tecnológico de la CNEA y esperamos volcar esa información en folletos en papel y en un folleto electrónico en la Web durante el primer trimestre de 2001.

Estamos reactivando convenios con otras instituciones para multiplicar las posibilidades de trabajos interdisciplinarios. Trabajamos también en la implementación de incubadoras de base tecnológica, reales (con edificio propio) o virtuales (en los laboratorios o instalaciones en donde se están realizando los desarrollos originales).

Estamos trabajando con la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva en proyectos de prospectiva tecnológica y mantenemos la actividad de prospectiva energética, analizando la inserción de la nucleoelectricidad y otros temas del sector energético, donde podemos realizar contribuciones tecnológicas. ●

Referencias:

- (1) Cheminade, C. (Universidad Autónoma de Madrid); Comunicación personal
- (2) Kodama, Fumio: "Emerging Patterns of Innovation", Harvard Business School Press, 1991-1995

El Dr. Gabriel Norberto Barceló comenzó su actuación profesional en YPF en 1971 como Ingeniero Ayudante Reparación del Jefe Reparación y Terminación de Pozos en el Yacimiento Comodoro Rivadavia y en 1973 como Jefe Extracción Yacimiento Río Grande, Tierra del Fuego.

En 1985 ingresa a la CNEA como Jefe División Metalurgia, Dto. Inv. Aplicada en el Centro Atómico Bariloche. Luego fue miembro (por CNEA) del directorio de ALTEC S.A.; a cargo de Planificación y Gestión Tecnológica y Económica en el Grupo de Área Ciclo de Combustible; miembro (por CNEA) del directorio de Fábrica de Aleaciones Especiales S.A.; Jefe de la Unidad Transferencia de Tecnología del Centro Atómico Bariloche y Vice Director de Ingeniería Nuclear del Instituto Balseiro. Actualmente es miembro del Gabinete de Directorio y Gerente de Cooperación y Transferencia de Tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica.