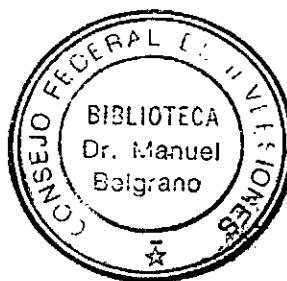


37 082

U
F 331.10
S 19
I



BASES PARA UN PROGRAMA
DE
INNOVACION TECNOLOGICA

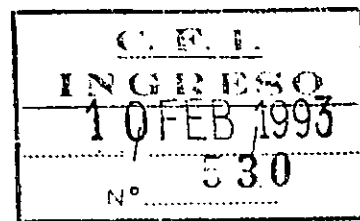
INFORME PARCIAL

0/F331.10
S19
01232
7263

Fecha: 10 de Febrero de 1993

Febrero 10, 1993

Sr, Secretario General del
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Ing. Juan J. Ciácerá
S / D



Ref.: Bases para un Programa de
Innovación Tecnológica

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de adjuntar el Informe Parcial correspondiente al trabajo sobre el tema de la Referencia, encargado por el C.F.I.

A la espera de la aprobación pertinente, hago propicia la oportunidad para saludarle muy atentamente.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Victor P. Gilher", written over a horizontal line.

Reconocimiento:

Los autores agradecen la significativa colaboración del Lic. Ariel M. Silber en el desarrollo y elaboración del presente trabajo.

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA. ENFOQUE CONCEPTUAL

En las últimas décadas y en forma muy particular en los últimos diez años, el mundo ha asistido a una verdadera explosión de conocimientos científicos en prácticamente todas las áreas. Como es evidente, el vuelco de estos conocimientos hacia desarrollos tecnológicos y su consecuente impacto social, no se han hecho esperar. Se podría decir que fueron casi simultáneos, y en la mayoría de los casos el proceso se vio fuertemente acelerado por la interacción de estos fenómenos.

La mención de los últimos diez años no fue hecha al azar: a fines del año 1982 fue aprobada por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos la salida al mercado para uso en medicina del primer producto de gran impacto en la biotecnología moderna: se comenzó a comercializar por primera vez en la historia una molécula humana producida por ingeniería genética: la insulina humana; por otro lado, aproximadamente para la misma fecha, salió a la venta la primera generación de computadoras de uso personal. La elección de estos dos ejemplos no es arbitraria ya que por razones que serán analizadas más adelante, ambos logros pueden ser considerados como hitos a partir de los cuales comienzan a surgir los nuevos paradigmas sobre los cuales se discuten actualmente no sólo problemas relativos al desarrollo de tecnologías innovadoras, si no también a nuevas concepciones jurídicas, filosóficas, económicas, etc.

La innovación tecnológica se ha convertido en la nueva palanca de crecimiento industrial en los países desarrollados y en una oportunidad única de acortar la brecha existente entre estos últimos y los países en desarrollo.

Generalmente los productos (procesos, bienes y servicios) concebidos y concretados mediante tecnologías innovadoras son completamente novedosos y se caracterizan por introducir cambios cualitativos en las áreas de impacto. Estos productos novedosos, en muchos casos no existentes previamente (en gran medida no son versiones mejoradas de otros, si no concepciones completamente nuevas) pueden llegar a modificar de manera

revolucionaria un conjunto de actividades cambiando los hábitos de trabajo, las velocidades de respuesta, los costos y los márgenes de riesgo característicos de dicha actividad. Esto hace que los productos de las tecnologías innovadoras, junto con la capacidad de comprenderlos y manipularlos lleguen a tener rápidamente una importancia que puede ser calificada, sin exagerar, de estratégica y que por esto mismo su disponibilidad se convierta rápidamente en una necesidad.

Para demostrar esto se puede recurrir a dos ejemplos genéricos que son claros: en computación, es sencillo verificar cómo el surgimiento de computadoras personales impulsó la necesidad de incorporarlas a actividades que antes no las requerían; en biotecnología, se puede observar cómo los nuevos métodos de diagnóstico han generado requerimientos de control sanitario que antes no eran imaginables.

En general hay coincidencia en que las áreas en las que la innovación tecnológica se manifiesta con mayor fuerza son básicamente:

- * Biotecnología
- * Microelectrónica y computación
- * Industria aeroespacial
- * Microquímica y química fina
- * Nuevos materiales
- * Comunicaciones
- * Tecnología de packaging
- * Tecnología de alimentos
- * Industria textil
- * Energía

- × El Impacto de la innovación acelerada en las áreas mencionadas, ha producido ya - y es esperable que esto se incremente - un fascinante efecto multiplicador en todas las ramas de la producción, la construcción y los servicios, sin excepción.

Sólo basta considerar a manera de ejemplo los cambios generados en el manejo empresario por la incorporación masiva del telefax (inexistente hace 15 años) para tener una mínima aproximación al fenómeno global.

Hay un área en la que todavía faltan concretar etapas de desarrollo tecnológico, pero que promete influir en forma drástica en prácticamente todas las disciplinas antes mencionadas: superconductores.

La innovación tecnológica, permite cambiar las relaciones de fuerza incorporando nuevos conceptos e ideas, que modifican las pautas de producción, e incluso las pautas de vida del entorno social sobre el cual impacta. Esto implica que a menudo, para sus productos se crean mercados que antes no existían, y de aquí se deriva una de las consecuencias sociales de la innovación tecnológica que deberá ser tomada en cuenta: la creación de nuevas necesidades de consumo.

Por otra parte, para que en un determinado ámbito se incorporen los conceptos provenientes de las nuevas tecnologías hace falta un contexto cultural apropiado. Es difícil (y probablemente inútil) incorporar la computación como concepto en un ámbito donde la comunicación escrita ya presenta problemas serios. Este es probablemente uno de los aspectos prioritarios a resolver en los países en desarrollo, donde los índices de analfabetismo son altos, y los problemas estructurales de la educación no son sencillos ni de solución rápida. Además de la cuestión obvia del analfabetismo, en determinados contextos sociales se pueden generar barreras de otro tipo, por ejemplo éticas como ocurrió en Estados Unidos cuando se patentó la primera bacteria recombinante. Esta situación fue debatida no sólo por la comunidad científica o los legisladores; fue un debate de toda la sociedad que finalmente aceptó la aplicación del concepto de propiedad intelectual sobre un organismo vivo modificado por el Hombre. Luego de un debate de estas características, no cabe duda de que esa sociedad está preparada para "absorber" e incorporar a su standard de vida los nuevos conceptos que la innovación tecnológica ofrece.

4

En nuestro país, aún entre los sectores de alto nivel social no se comprende de manera integral cuál es el papel que debe jugar el desarrollo tecnológico (y por lo tanto de la Investigación científica) como factor de desarrollo económico, cultural y social. Este punto es crítico ya que para desarrollar tecnologías innovadoras hace falta generar un entorno de "consenso social" hacia las actividades de Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología, que permita volcar recursos hacia institutos, centros de Investigación y universidades, que serían los núcleos naturales junto con los empresarios emprendedores para este tipo de actividad.

En los países desarrollados hace algo más de una década han comenzado a surgir, con el fin de unir a estos empresarios con los Investigadores, los llamados "Polos tecnológicos", lugares donde junto a importantes centros de investigación se asientan empresas generalmente pequeñas (al menos en sus orígenes), creandose un ámbito de interacción entre las actividades de los Investigadores y los empresarios, que es física e intelectualmente estimulante. Esto, como podrá suponerse, implica un esfuerzo económico enorme aún para países como Francia, Estados Unidos o Japón. Sin embargo, este esfuerzo no ha sido inútil: desde los Polos tecnológicos han nacido una enorme cantidad de empresas de alta tecnología que han crecido y se han desarrollado en base a ideas innovadoras. Estas empresas se pueden caracterizar en general como empresas de innovación tecnológicas, y el hecho de que los Polos sean el lugar apropiado para cultivarlas, se debe a que las actividades a las que se dedican estas empresas son conocimiento-intensivas. La innovación tecnológica es conocimiento-intensiva.

De lo dicho en el párrafo precedente no se debe interpretar que la única forma de acceder a tecnologías innovadoras es a través de la creación de Polos tecnológicos. Hay alternativas más accesibles que vale la pena detenerse a considerar, tales como las incubadoras de empresas, que también han

4

demostrado ser altamente exitosas. En este tipo de emprendimiento, en general se trata de aprovechar al máximo los conocimientos y recursos disponibles para generar productos o servicios no convencionales. Se pueden incluso estudiar proyectos de baja inversión de capital, tecnología intensivos, en los que se aprovechen incluso conocimientos provenientes de las tradiciones de la zona a implementarse, conjugado con desarrollos puestos a punto por equipos de expertos. Por último, vale la pena mencionar que un proyecto de innovación tecnológica no es incompatible con las técnicas de producción artesanal, lo cual hace que este tipo de proyectos sean de particular interés para desarrollos regionales. Un caso interesante se da en la Isla de Chiloé, en el centro-sur de Chile. Allí se ha desarrollado una importantísima industria de procesamiento de peces y mariscos, para la cual se ha combinado un desarrollo tecnológico de punta en el procesamiento de las materias primas, un instituto de investigación y desarrollo en microbiología marina, en donde se estudia en forma prioritaria cómo evitar enfermedades en cultivos masivos de peces y mariscos, y el conocimiento tradicional de los pobladores de la zona sobre manejo de peces: fecha de desove, reconocimiento de zonas que presenten las condiciones apropiadas para el cultivo según la época del año, etc.

Para concluir, conviene entonces hacer un breve listado de las características sobresalientes de la innovación tecnológica, que se desprenden de lo dicho anteriormente:

- * La innovación tecnológica es un tipo de actividad conocimiento-intensiva, por lo tanto requiere vínculos sólidos entre las empresas interesadas en estos emprendimientos, y las instituciones generadoras de conocimientos. Por este motivo, para que un emprendimiento de estas características sea exitoso, también se requiere un ámbito intelectualmente rico y estimulante.

- * No requiere, comparativamente, grandes inversiones de capital (salvo excepciones). Muchas empresas que se dedican hoy a innovación tecnológica, han comenzado como emprendimientos comunitarios, o pequeñas empresas familiares.

- * En general requiere poca mano de obra, altamente calificada.
- * No descarta los procedimientos de producción artesanal, ya que sus productos tienen un alto valor agregado por el conocimiento aportado en la transformación de las materias primas. No se requiere trabajar a gran escala para que un proyecto sea rentable.
- * Sus productos son procesos, productos o servicios especiales y novedosos.
- * No descarta la incorporación a los métodos de producción de conocimientos tradicionales, si no por el contrario trata de aprovecharlos e incorporarlos para obtener resultados originales.
- * Generalmente requiere un contexto cultural apropiado para el aprovechamiento de los productos y servicios que genera.
- * Generalmente las tecnologías utilizadas son flexibles, y se pueden aprovechar al menos parcialmente para la elaboración de otros productos en caso de que el mercado así lo requiera.
- * Las tecnologías innovadoras son casi siempre de bajo impacto ambiental y bajos requerimientos energéticos.

DIFERENCIAS CONCEPTUALES CON LAS TECNOLOGIAS CONVENCIONALES Y LAS "TECNOLOGIAS APROPIADAS"

Para poder establecer diferencias entre las tecnologías innovadoras respecto de las tecnologías convencionales y las llamadas tecnologías apropiadas, es necesario tener en claro cuáles son los aspectos característicos en cada caso.

Las tecnologías innovadoras, en general son aquellas en las que de alguna manera se aplican conceptos e ideas originales provenientes de conocimientos científicos o tecnológicos novedosos tanto en el proceso de obtención del producto, como en el producto mismo.

Las tecnologías clásicas, en cambio, no se nutren generalmente de ideas novedosas, ni generan bienes o servicios originales. Satisfacen necesidades de mercado ya existentes por métodos más o menos convencionales. A menudo incorporan tecnologías innovadoras para mejorar la calidad de sus productos o servicios, o el rendimiento de sus procesos.

Por lo anterior, se puede decir que un tipo de actividad que genera productos clásicos, puede ser considerada innovadora si incorpora a sus métodos de producción una tecnología innovadora. Puede resultar útil para aclarar esto y para apreciar las diferencias entre las tecnologías convencionales y las innovadoras analizar un ejemplo que nuclea elementos de ambas: la producción de etanol en Brasil como combustible. Brasil es el único caso en el mundo en que un país que ha logrado sustituir para uso en automóviles los combustibles convencionales (naftas y gasoil) por un combustible alternativo renovable: etanol. El etanol es indudablemente un producto químico clásico, y es considerado un "commodity" en todo el mundo. Sin embargo, el hecho de que la industria productora de alcohol en Brasil, haya incorporado tecnologías biológicas innovadoras y de punta (que han sido combinadas con conceptos clásicos de la ingeniería química), establece la necesidad de hablar de innovación tecnológica. La incorporación de estas tecnologías, que incluyó ítems tales como caracterización de cepas especiales de microorganismos, desarrollos en genética microbiana, en tecnología de la fermentación etc., implicó una interacción sumamente fluida entre

las empresas interesadas en estos proyectos y equipos de investigación y desarrollo en distintas áreas de la biotecnología.

El ejemplo anterior demuestra que no se puede establecer un corte preciso entre tecnologías innovadoras y convencionales. El producto sobre el cual se está ejemplificando es clásico como ya se dijo, su producción responde a las reglas de la economía de escala, es una industria mano de obra intensiva, capital intensiva y la mano de obra requerida en la mayoría de sus sectores es de baja calificación. El hecho de que reúna todas estas características, atribuibles por lo general a las tecnologías convencionales no hace que esta tecnología deje de ser innovadora. La característica más importante que comparte con la mayoría de las tecnologías innovadoras, es el hecho innegable de ser una industria conocimiento-intensiva, que incorpora permanentemente conceptos originales, y que interactúa estrechamente con las instituciones generadoras de ese conocimiento.

Este caso es particularmente interesante, ya que además implicó la apertura de un mercado novedoso para un producto que no lo era.

Establecer las diferencias entre tecnologías innovadoras y tecnologías apropiadas, es probablemente más complejo, dado que la superposición entre ambos conceptos es mayor.

En general las tecnologías apropiadas están diseñadas con un criterio económico distinto que las demás opciones. Los objetivos del desarrollo de tecnologías apropiadas, no suelen ser procesos, productos o servicios novedosos con una rentabilidad económica alta, si no la disponibilidad de procesos, productos o servicios esenciales en regiones en las que la disponibilidad de estos a través de las tecnologías convencionales es difícil.

Generalmente no requieren las estrechas relaciones con instituciones de investigación y desarrollo que se mencionaron más arriba, ya que no son tecnologías conocimiento-intensivas. A menudo el objetivo es generar productos que sustituyan a los productos convencionales o que se adapten en sus requerimientos de utilización a las necesidades de la zona y sus habitantes, por lo tanto, las tecnologías apropiadas se caracterizan por el máximo aprovechamiento de los recursos naturales, energéticos y humanos de la región

en la cual el proyecto será implementado, prestando especial atención al entorno cultural de la zona: el proyecto debe estar adaptado a dicho entorno. En proyectos a implementarse en áreas rurales, por ejemplo, donde la mano de obra es por lo general poco calificada, se intenta captar la mayor cantidad posible de la misma e incorporarla a un sistema productivo alternativo a las ofertas de la zona.

En general, estas tecnologías deben ser de inversión excepcionalmente reducida.

Se cree que hay básicamente tres formas de desarrollar tecnologías apropiadas:

- * Adaptar tecnologías clásicas para la producción comunitaria. En algunos casos, incluso modernización de algunas tecnologías tradicionales. Esto no necesariamente significa que estas tecnologías se vuelvan conocimiento-intensivas.
- * Simplificación y adaptación de tecnologías sofisticadas.
- * Diseños de procesos de producción "ad hoc".

El concepto de tecnología apropiada responde a una definición funcional, que no se contrapone de ninguna manera a los de tecnologías convencionales o innovadoras. De hecho un desafío interesante para la aplicación de programas de innovación tecnológica es investigar la posibilidad de desarrollar tecnologías **innovadoras** que al mismo tiempo resulten **apropiadas** para que se puedan incorporar a programas de desarrollos regionales

CAPITULO 2

BREVE EXPOSICION DEL DESARROLLO DE LAS TECNOLOGIAS INNOVADORAS EN LA ULTIMA DECADA, EN NUESTRO PAIS Y EN EL MUNDO

Como ya se ha manifestado en el capítulo anterior, esta es una época caracterizada por la velocidad con que se generan nuevos conocimientos, con que estos se transforman en desarrollos tecnológicos innovadores y son incorporados a la vida cotidiana de las personas en amplios sectores de la sociedad. Probablemente en las últimas tres décadas se hayan registrado casi tantas innovaciones tecnológicas como en toda la historia previa de la humanidad.

Por supuesto que la distribución geográfica de los descubrimientos de valor tecnológico y sus aplicaciones se superpone con los países de mayor desarrollo económico, si bien hay ciertas excepciones de países en desarrollo que han accedido y mantenido un liderazgo en tecnologías de punta. Un ejemplo notable es el de Israel, que es un país líder en tecnologías relacionadas con el aprovechamiento de suelos desérticos para cultivos. También Argentina llegó a esa situación en energía nuclear a partir de la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

La frecuencia de aparición de tecnologías innovadoras, tampoco sigue un patrón al azar en el tiempo: hay una fuerte dependencia respecto del contexto histórico.

En estudios sobre este tema, Robert U. Ayres compiló de diversas fuentes una lista de diversas innovaciones tecnológicas (aproximadamente 800) desarrolladas entre 1730 y 1980. De los análisis de estos datos, surgió que:

* Los Estados Unidos han producido aproximadamente la mitad de las innovaciones tecnológicas entre 1730 y 1980.

* Los Estados Unidos han tenido una prevalencia sin precedentes en la producción de tecnologías innovadoras durante el período abarcado entre mediados de la década del '45 y la del '60, durante la post-guerra. Las tasas de innovación tecnológica para los países de Europa se vio seriamente afectada, especialmente en Alemania. Esta tendencia se revirtió durante la década del '70, en donde la participación de los Estados Unidos cayó del 67% al 48% y la de los países de Europa (excepto Alemania) mejoraron sustancialmente.

* Japón ha aumentado sustancialmente su participación en innovación tecnológica a partir de los '70.

* La tasa de innovación tecnológica para el mundo en su conjunto durante los sesenta fue menor que en cualquier década desde los veinte, y significativamente menor que la tasa durante los treinta y los cincuenta.

En la última década, la "guerra" por el dominio de las nuevas tecnologías entre los países desarrollados ha sido de una extraordinaria intensidad. Para incentivar inversiones en investigación y desarrollo hubo que fortalecer y en algunos casos armar "de novo" estructuras legales de protección de la propiedad intelectual para ser aplicadas a los nuevos conceptos que las tecnologías innovadoras iban incorporando. Los organismos responsables de hacer cumplir esas leyes han acumulado una enorme importancia y poder. Por ejemplo entre 1978 y 1985 los Estados Unidos han ampliado la protección legal sobre los derechos de propiedad de proyectos de investigación y desarrollo, y la defensa de estos derechos le fue encomendada a la International Trade Commission (ITC). La ITC no ha ahorrado esfuerzos en la defensa de la propiedad intelectual de la industria americana: este tema ha pasado a formar parte de los "temas centrales" en las negociaciones comerciales multilaterales de los Estados Unidos.

Por otro lado, los esfuerzos fiscales realizados por los gobierno de los distintos países han sido gigantes. En Estados Unidos por ejemplo, se abrió una línea de créditos para inversiones de investigación y desarrollo que llegó a disponer para este tipo de proyectos, de fondos por 1900 millones de dólares en 1985. A esto hay que sumar las leyes de promoción industrial, que contemplan otro tipo de ayudas financieras tales como exenciones impositivas o premios a la liberación de capitales de riesgo.

Hacia principios de 1987 las inversiones de capitales de riesgo en proyectos de alta tecnología llegaban a 16000 millones de dólares para Estados Unidos y el doble para el resto del mundo. Se calcula que en total, la industria norteamericana ha invertido en investigación y desarrollo alrededor de 92000 millones de dólares, tres veces más que Japón y el doble que la Comunidad Económica Europea (CEE).

En relación con los respectivos Productos Brutos, los gastos correspondientes al rubro I & D han sido del 2.7 % en los EEUU, 3 % para Japón, 2.9 % en Alemania, 2,4 % en Francia y 1.9 % para el Reino Unido, según datos de la National Science Foundation para el año 1989, último en que se encuentran elaborados. Salvo el caso del Reino Unido, que viene mostrando una declinación persistente desde 1981, los demás países mencionados han incrementado en forma constante su gasto en I & D a partir del mismo año.

Dejando de lado el caso mencionado del Reino Unido, país en el que está teniendo lugar un amplio y profundo debate nacional sobre el tema, podemos decir que el esfuerzo nacional dedicado a I & D en los países altamente industrializados oscila entre el 2.5 y el 3 % de su Producto Bruto. Las disparidades en los respectivos PBI de los países involucrados dan cuenta de las enormes diferencias en los dólares invertidos por c/u.

A pesar de las cifras mencionadas, que muestran la disparidad de aporte financiero efectuado por los Estados Unidos en relación con Japón y los países de la CEE, es significativo que los efectos sobre la competitividad industrial y sobre las balanzas de pagos no ha seguido una trayectoria paralela. Para considerar sólo los resultados más destacables, reproducimos a continuación, en forma parcial, una estadística publicada en 1990 por el US Department of Commerce, Bureau of the Census, donde se refleja la evolución de la balanza comercial de EEUU en función de su contenido tecnológico:

Balanza Comercial de Estados Unidos, 1978-1988
(en billones de dólares corrientes)

Año	Productos Manufacturados			Servicios
	Total	Alta Tecnol.	Otros	
1980	22.0	(26.7)	(4.7)	4.6
1981	(15.4)	26.6	(11.2)	8.3
1982	(2.8)	23.6	(26.4)	8.1
1983	(30.0)	18.8	(48.8)	5.4
1984	(78.2)	6.0	(84.2)	(0.7)
1985	(101.6)	3.6	(105.2)	(4.4)
1986	(128.9)	2.6	(126.3)	(2.2)
1987	(137.9)	0.6	(138.5)	(2.5)
1988	(101.0)	4.6	(105.6)	(2.0)

Cabe mencionar que los saldos industriales son difícilmente excedentarios en los países altamente industrializados. En 1987, por ejemplo, dicho excedente no superó los 500 millones de dólares considerando un conjunto de los 8 mayores.

En segundo término, debe tenerse en cuenta que los saldos correspondientes a productos de media y baja tecnología han sido deficitarios desde 1962 hasta la fecha, con la sola excepción de 1975. Esto incluye tanto a los países más importantes de la OCDE como a los países en desarrollo. A la inversa, el saldo excedentario en el comercio de productos de alta tecnología se debe a los efectos de dominación tecnológica ejercido sobre una cantidad restringida de productos. Los dos tercios de estos excedentes son atribuibles a las industrias informáticas y aeroespaciales.

Si consideramos cifras comparativas elaboradas entre 1970 y 1984, los Estados Unidos cedió en ese lapso 6.2 puntos del mercado mundial en los productos de alta tecnología, contra una ganancia de Japón en el mismo rubro de 15.5 puntos. Esto se compara con pérdidas de 7.2 y 2.2 puntos, respectivamente, en los productos de tecnologías medianas y bajas, contra el aumento japonés de 15.1 en el primer caso y pérdida de 0.3 en el segundo. Es significativo que la declinación haya sido menos pronunciada en la última categoría mencionada. En algunos sectores clave, la reducción de la participación americana en el mercado mundial ha sido particularmente pronunciada. Por ejemplo, en la industria de máquinas-herramienta las exportaciones cayeron del 23 % al 5 %.

Estas evoluciones no pueden explicarse solamente por causas coyunturales o por factores monetarios, y los especialistas han realizado numerosos análisis sobre las causas profundas que las provocan. En lo que a este trabajo concierne, hay evidencias que muestran una relación con la estructura y la dirección del esfuerzo realizado en Investigación y Desarrollo, así como en las aún jóvenes raíces históricas que marcaron su inicio para esta nueva Revolución Industrial.

El impresionante esfuerzo aplicado a la investigación y desarrollo no se basa en criterios ideológicos ni en la mera búsqueda de prestigio que, sin duda, se asocia con los éxitos obtenidos. Por el contrario, tiene como fundamentos explícitos la comprensión del poder -económico y político- que brindan las tecnologías innovadoras a quienes se apropian de las mismas, y los beneficios directos en rentabilidad que otorgan a las Empresas que las utilizan.

Como ya vimos, los países (y esto se puede hacer extensivo a las instituciones y empresas que no tienen meridiana claridad sobre este concepto, utilizan enormes esfuerzos y recursos, sin acceder a los frutos deseados.

Consideramos que hay un criterio poco difundido que merece plantearse para su reflexión y elaboración, y es el que se refiere no ya a la definición sino a la caracterización de la innovación tecnológica con un criterio que resulte operativo.

Hemos mencionado en el Capítulo I una serie de áreas que constituyen el "corazón" del conjunto de conocimientos innovativos que están transformando la sociedad y el mundo. Pero a los efectos prácticos, cabe preguntarse si otras actividades productivas y en las áreas de los servicios no resultan igualmente innovadoras, en virtud de las transformaciones visibles que las mismas están experimentando. Ejemplos tales como la industria de máquinas-herramientas, metalúrgica, electrónicos y electrodomésticos, alimenticia, servicios como los bancarios, las comunicaciones y el transporte, para mencionar los que están más cerca de nuestra vida cotidiana, muestran cambios asombrosos que no pueden excluirse del concepto de innovación.

Qué relación guardan con los que hemos mencionado en primer término, y qué nivel de categorización establecer entre ambos grupos, son preguntas que no han sido suficientemente contestadas en la bibliografía -copiosa por otra parte- disponible sobre el tema.

Evidentemente, el nivel de fluidez en la evolución de lo nuevo que está surgiendo impone dificultades objetivas para dar respuestas definitivas. No pretendemos contar con una. Sin embargo, consideramos necesario dejar establecida una hipótesis flexible de trabajo. Si consideramos, a guisa de ejemplo, la Biotecnología, veremos que las aplicaciones de las investigaciones y desarrollos realizados en esta área del conocimiento se aplican de manera intensiva en: Industria farmacéutica, veterinaria, alimentación, agricultura, frutihorticultura, ecología y tratamiento de efluentes, minería, desarrollo de nuevos materiales, nuevas formas de energía, medicina y salud en general, y una miríada de actividades en que sus productos, procesos y/o conceptos son utilizados, total o parcialmente, para modificarlas y revolucionarlas.

Prácticamente no existe rama de la producción y los servicios que no hayan sentido el impacto de las nuevas tecnologías. Su universo es, a los fines prácticos, infinito. Sin embargo, vale la pena realizar una mención, necesariamente parcial, de algunos ejemplos que se incorporaron en la última década y que ya se han integrado a la práctica habitual:

- Industria automotriz:** Robotización de la producción; Incorporación de microprocesadores para las funciones de los automotores; Nuevas fuentes de energía para las plantas motrices; Escapes gaseosos no contaminantes.
- Industria Alimenticia:** Aplicación de enzimas para fermentación y para clarificación de jugos de frutas; Incorporación de tecnología de membranas en los procesos de concentración y purificación; Valorización de residuos; nuevas tecnologías de conservación; Nuevas tecnologías de envasado; Nuevas técnicas de control de calidad; Desarrollo de nuevos productos (bebidas, alimentos comunes y dietéticos, alimentos especiales para bebés y ancianos); Modificación cualitativa de bases alimentarias (Surimi, alimentos a base de Soja).
- Industria Química:** Aplicación de nuevas tecnologías en Plantas batch para especialidades (Química Fina); Reducción sustancial de escalas mínimas económicas. Desarrollo de productos nuevos (aditivos, catalizadores, modificadores de viscosidad, aceleradores de fraguado, mejoradores); Nuevos sistemas de control de proceso y control de calidad; Incorporación de materiales "exóticos" y de materiales nuevos; Nuevos diseños para Plantas, procesos y productos "limpios".
- Agricultura y Frutihorticultura:** Aumento de los rendimientos por hectárea, incorporación al cultivo de tierras consideradas no aptas, sustitución de pesticidas químicos por pesticidas biológicos, desarrollo de variedades de productos resistentes a plagas, transporte y condiciones ambientales, de mayor contenido proteico, de más fácil siembra y cosecha, de menor coeficiente de estacionalidad.

Salud:	Desarrollo de moléculas especializadas para crecimiento, tratamiento de diabetes (hormonas), Interferón biogénico, kits de diagnóstico, Instrumental sofisticado de alta complejidad para análisis, diagnóstico y tratamiento.
Servicios:	Red mundial de comunicaciones, correo electrónico, transmisión instantánea de dinero y valores, sistemas de comunicación digital, sistemas de supervisión y control de personal, bienes y/o procesos de producción, sistemas de seguridad empresarios y domiciliarios. Nuevas herramientas y sistemas de gestión y evaluación gerencial y empresarial.

Este pequeño muestreo de aplicaciones de nuevas tecnologías muestra algo que consideramos una característica unificadora: Todas las industrias y servicios utilizan en alguna etapa de su proceso de elaboración alguno o varios de los desarrollos generados en las áreas del primer nivel mencionadas en el Capítulo I, y, significativamente, es casi imposible hallar ejemplos en los cuales esté ausente la microelectrónica.

A su vez, c/u de las áreas de dicho primer nivel incorpora elementos y/o conceptos desarrollados en las otras. La microelectrónica y la computación son omnipresentes, participando tanto en la industria aeroespacial cuanto en el desarrollo biotecnológico o de nuevos materiales. A su vez, la biotecnología, cuyo espectacular desarrollo no hubiera sido posible sin los perfeccionamientos modernos en computación, alimenta a éste área en dos aspectos significativos: Por una parte en los desarrollos en curso para obtener bio-chips. Por la otra, en el marco conceptual para los desarrollos de sistemas "inteligentes" que, previsiblemente, generarán sistemas automatizados de "pensamiento creativo" a similitud del pensamiento humano.

3

Teniendo en cuenta lo anterior, se podría concluir que cualquier actividad - producción primaria, industria o servicio- es innovadora en la medida en que incorpora dichos desarrollos. Sin embargo, una tal caracterización sería escasamente operativa, y eludiría las diferencias entre las actividades de tecnología realmente innovativa y aquellas que no lo son.

El láser es "per se" un desarrollo innovador, bien que su concepción es muy anterior al período que analizamos. También lo es la biología molecular. Pero la producción de insulina sólo se convirtió en un fruto real de innovación tecnológica no cuando se aplicó intensivamente la computación al control de proceso y de calidad, sino cuando la utilización de los desarrollos en Ingeniería Genética cambió drásticamente los criterios para producirla y la calidad intrínseca del producto.

Yendo más al fondo de la cuestión conceptual, podemos a nuestro juicio establecer que una determinada actividad es tecnológicamente innovativa cuando la incorporación de desarrollos innovativos a la misma se realiza de tal manera que modifica cualitativamente su estructura de producción.

Este enfoque lleva a considerar a las tecnologías innovativas como el fruto de la articulación inteligente de diversos desarrollos obtenidos en las áreas del primer nivel antes mencionad. En términos cotidianos, dicho primer nivel es elaborador de "hardware" innovador. con el cual los Investigadores, Técnicos, Empresarios, desarrollan el "software" que convierte en tecnología innovadora su particular ramo de actividad.

Desde esta óptica resulta de interés efectuar una breve comparación de la evolución de la innovación tecnológica entre los países industrializados y Argentina.

Si tomamos las cifras mencionadas precedentemente para Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, vemos que la década del '80 fue negativa para EEUU en comparación con Japón, mientras los países de la CEE, con excepción de Gran Bretaña, sufrieron un menor decrecimiento de su participación en el mercado mundial de tecnologías avanzadas. En los principios de la década presente, Europa re-ordenó sus esfuerzos de Investigación y Desarrollo con vistas a recuperar su tradicional alto nivel de competitividad, motorizando a través de sus Gobiernos los esfuerzos cooperativos entre Empresas, y de las mismas con los respectivos Estados. A este esfuerzo reordenado se le dió un marco estructural comunitario, que tiene su elaboración más acabada en el Plan Eureka. En este Plan de desarrollo científico, tecnológico, productivo y comercial, propuesto en 1985, se han incluido hasta mediados de 1987, 108 Proyectos que se ubican en las siguientes áreas:

-	Biotecnología y Biomedicina:	12 Proyectos
-	Comunicaciones:	12 Proyectos
-	Medio Ambiente y Tecnología Marina:	6 Proyectos
-	Informática y Electrónica:	36 Proyectos
-	Nuevos Materiales:	11 Proyectos
-	Robótica:	21 Proyectos
-	Transportes y Urbanismo:	10 Proyectos

Algunos analistas europeos consideran que en este conjunto aún se encuentran insuficientemente representados sectores de alto dinamismo como las tecnologías biológicas y de la salud, la energía y los materiales, con un predominio excesivo -respecto de su potencial real- de la electrónica, informática y robótica. Singularmente, se encuentra ausente la poderosa industria química europea.

De estos proyectos, algunos ya han cumplimentado sus etapas de desarrollo tecnológico y comercial, habiéndose convertido en unidades en operación comercial. Otros tienen más largos tiempos de maduración y su estado de evolución actual no ha sido publicada.

América Latina en general, y Argentina en ese mismo contexto, han permanecido casi ausentes en lo sustancial de este proceso mundial, con algunas excepciones.

En el marco Latinoamericano, pueden citarse como ejemplos las actividades de innovación tecnológica exitosa de Brasil en tecnología de producción de etanol y productos químicos derivados del mismo (combustible, alcoquímica), y Cuba en el área de las Biotecnologías aplicadas a la salud humana, particularmente en el campo del diagnóstico.

Ambos países han seguido caminos divergentes a este respecto en la última década: Brasil conserva su industria productora de etanol sustancialmente con las innovaciones que pudo concretar en las décadas del 60 y 70, sin nuevos aportes significativos, mientras que Cuba, que cuenta con un capital acumulado de conocimiento derivado de un esfuerzo previo de investigación y formación de especialistas, continúa generando tecnología en el área Salud, aunque no ha sabido hasta el momento encarar exitosamente su comercialización en el mercado mundial.

Este último comentario merece una consideración adicional: La falta de desarrollo y aplicación de tecnología innovadora en servicios (en este caso en la comercialización internacional), puede poner en serias dificultades y aún hacer fracasar desarrollos tecnológicos innovadores exitosos como tales. Según comunicaciones de expertos de la OPS Cuba, enfrentada con sus dificultades en materia de divisas, está iniciando un esfuerzo especial para intentar resolver este problema.

En lo que respecta a nuestro país podemos citar ejemplos de distinta dirección y significación, en diferentes sectores:

- Tecnología nuclear

Durante varias décadas el país fue pionero en América Latina con desarrollos exitosos. En la década del 80 llegó a competir fuertemente en el mercado internacional como proveedor de Ingeniería especializada para terceros países, y de reactores de demostración. Hacia fines de dicha década fuertes presiones internacionales hicieron que el país, a través de la CNEA y un prestigiado Instituto especializado, el INVAP, quedaran fuera de carrera en este campo.

- Industria Aeroespacial

Este es un caso similar al anterior. En este campo Argentina destacó en el marco Latinoamericano con desarrollos exitosos, como los aviones Pucará (que tuvieron un razonable éxito comercial) y el Proyecto Cóndor, que debió ser desactivado recientemente en función de presiones internacionales.

- Biotecnología

Las perspectivas de desarrollo argentino en este terreno, si bien comprometidas por la debilidad estructural de la economía del país, continúan siendo promisorias. Existió actividad significativa en la explotación de las que actualmente se llaman "las antiguas biotecnologías", esencialmente producción de antibióticos y ácidos orgánicos por vías fermentativas convencionales. La realidad económica las hizo desaparecer, pero dió lugar a la aparición de laboratorios como Polychaco y Bio-Sidus que implantaron unidades de producción de kits de diagnóstico de alta tecnología e Interferón, respectivamente, generando un nuevo impulso a la actividad. Desde mediados a fines de la década del 80 han surgido algunas pequeñas Empresas en el interior del país que, por sí solas, o mediante acuerdos de cooperación tecnológica con Empresas e Institutos y Universidades del país y del exterior, están realizando un valioso esfuerzo para transformar los conocimientos de la Ingeniería Genética y la Biología Molecular en productos de la innovación tecnológica.

- Servicios

Es en las áreas de los servicios donde la aplicación de las innovaciones ha sido más notorio. Desde los sistemas de comunicaciones, al comercio exterior, pasando por el procesamiento electrónico de datos y la aplicación de técnicas de diseño de Ingeniería (sistemas CAD), hasta la modernización de los sistemas de operatoria bancaria, han hecho utilización intensiva de las tecnologías existentes en los países altamente industrializados. Esto no ha generado aún tecnologías innovadoras locales, pero es de señalar que ha convertido al conjunto de la sociedad Argentina en un ámbito receptivo y comprensivo de sus potencialidades, y dispuesto a incorporarlas sin las resistencias que encuentran en sociedades menos desarrolladas.

CONDICIONES DE CONTORNO QUE FACILITAN U OBSTACULIZAN EL DESARROLLO DE LAS TECNOLOGIAS INNOVADORAS

Como ya se ha esbozado en el primer capítulo, el éxito en la innovación tecnológica requiere que se den ciertas características de contexto. Ya se mencionó por ejemplo, que generalmente la actividad innovadora "exige" (para su implantación) un determinado nivel educativo medio, y un determinado entorno cultural. En ese caso se ejemplificaba con la hipotética implantación de un proyecto o de un tema específico que requería manejo de computadoras por parte de los operarios. Sin embargo, cuando se habla de desarrollo (en referencia a un desarrollo tecnológico innovador), las condiciones de contorno (o ambiente), aumentan en nivel de complejidad. Ya no se trata de un pequeño grupo de personas de una población rural a la que es prácticamente imposible enseñarles conceptos de computación porque no saben leer. Se trata de crear a nivel de grandes regiones un sistema apropiado que no sólo permita si no que, fundamentalmente, estimule la actividad de innovación tecnológica.

Se intentará hacer una síntesis de los factores que afectan esta actividad. Se propone que estos factores sean estudiados más en detalle en trabajos posteriores, ya que según la experiencia de otros países, han resultado ser de importancia clave en el desarrollo innovador.

En Estados Unidos, hacia principios de la década del '80 se lanzó un paquete de medidas jurídicas y financieras para estimular las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico. El éxito fue casi inmediato.

En el aspecto jurídico, estas medidas apuntaban básicamente a dos ejes:

* Medidas firmes de protección de la propiedad intelectual. Consistieron, a grandes rasgos, en renovar y adaptar a las necesidades de los nuevos conceptos incorporados a través de los nuevos desarrollos las leyes de protección de patentes. Ya se dio el ejemplo de la posibilidad de patentar formas de vida creadas en el laboratorio. Estas medidas comenzaron a ser activamente defendidas por la International Trade Commission (ITC). Este organismo no ha

escatimado esfuerzos en la defensa de los derechos de propiedad intelectual de la industria americana.

- * Flexibilidad para generar nuevas figuras jurídicas que puedan tener acceso a los variados planes de promoción que ofrecían y ofrecen los distintos estamentos gubernamentales. En Estados Unidos fue particularmente exitosa la creación de las "Research & Development Limited Partnership" (RDLP), que son un instrumento de financiamiento para actividades de investigación y desarrollo con orientación industrial y comercial.

El hecho de carecer de un sistema apropiado de protección de la propiedad intelectual es un factor negativo en el incentivo al desarrollo de nuevas ideas. La generación de conocimientos, es un proceso sumamente largo, que por lo general demanda un gran esfuerzo no sólo de tipo económico (tanto a instituciones públicas como privadas), si no también intelectual. En los lugares donde falta una legislación apropiada en este sentido, es frecuente en el entorno de los laboratorios que se observe con recelo el interés de empresarios sobre determinados resultados de sus investigaciones.

En el aspecto económico financiero, las medidas adoptadas en general puede decirse que se situaban sobre tres líneas:

- * Créditos "blandos" y subsidios para las empresas e instituciones que demostraran tener un proyecto técnicamente viable.
- * Sistemas de promoción a través de la liberación de impuestos y tarifas promocionales en ciertos servicios.
- * Estímulo a la liberación de capitales de riesgo.

Estas medidas de alguna manera resultaron pioneras y prácticamente todos los países industrializados buscaron mecanismos para lograr estimular fuertemente la actividad innovadora. A través de ellas, se creó un ambiente jurídico y económico de protección del capital a invertirse en este tipo de proyectos.

Las inversiones en innovación tecnológica por definición son inversiones de riesgo, ya que nadie puede garantizar el período de tiempo en que un éxito técnico puede ser alcanzado e incluso en algunos proyectos no se puede garantizar ni siquiera el éxito técnico, pero tienen el incentivo económico de que en caso de que el proyecto resulte ser técnicamente exitoso, el dominio de una tecnología innovadora puede convertirse en el dominio de un mercado o directamente su monopolización.

En los países en vías de desarrollo es frecuente que haya interferencias de tipo administrativas con la actividad de desarrollo tecnológico. Esto puede ocurrir debido a la rigidez de determinadas estructuras y sus reglamentaciones, que no generan respuestas rápidas frente a situaciones "conflictivas" generadas por ejemplo por la aparición de determinados nuevos productos para los cuales debería garantizarse el cumplimiento de determinados requerimientos que no están contemplados en ninguna reglamentación.

Es importante destacar que las medidas antes mencionadas no son condición suficiente para estimular un desarrollo tecnológico activo. Hay una gran cantidad de factores fuera de la esfera jurídico-financiera que constituyen las bases sobre las cuales se ha sostenido la innovación tecnológica en los países desarrollados y que posiblemente a través de cambios culturales y educativos fortalezcan la actividad innovadora a través de su percepción como una necesidad social.

Es imperioso que la sociedad sienta la necesidad de que se generen este tipo de actividades. Es necesario que haya un reconocimiento social de la actividad innovadora, no sólo expresado a través de buenas remuneraciones para los científicos y tecnólogos y de un buen flujo de fondos hacia los laboratorios de investigación. Este interés también debe manifestarse a través de la comprensión de las nuevas tecnologías, a través de las discusiones sobre sus implicancias éticas, económicas y en la vida cotidiana de la gente. La sociedad debe incorporar los nuevos conocimientos a su cultura y esto debe hacerse a través del sistema educativo.

La educación es un factor importantísimo para crear una "conciencia social" del valor de la investigación científica y tecnológica. En los países desarrollados, los alumnos de una escuela secundaria tienen una idea bastante clara sobre qué es y cómo se obtiene una proteína recombinante. En general no les es ajeno el uso de bases de datos informáticas y manejan algún lenguaje de programación de computadoras.

La incapacidad de acceder a este tipo de herramientas por falta de conocimiento implica perjuicios difíciles de medir. Es imposible hoy procesar sin ayuda de un banco de datos una cantidad representativa de información sobre un tema cualquiera en un tiempo razonable. Nunca antes el flujo de información había sido tan intenso como ahora. Hoy por hoy hacer una buena búsqueda de bibliográfica "a mano" es prácticamente imposible. Una vez terminada, la información sería vieja, no sólo por el tiempo que llevaría la búsqueda, si no porque el tiempo de obsolescencia de la información es cada vez menor.

Por otro lado, como ya fue dicho en el capítulo 1, las industrias innovadoras requieren mano de obra con una calificación mínima media mucho más exigente que las industrias tradicionales. Esto generalmente no se resuelve con secciones de entrenamiento de personal ya que no se trata simplemente de aprender a utilizar una máquina, herramienta o equipo nuevo, si no de adquirir la capacidad de aprehender principios y normas de trabajo en muchos casos completamente distintos de los tradicionales. Es el caso de las industrias biológicas: cualquier operario de planta debe saber qué implica hablar de "esterilidad" y "bioseguridad", y debe ser capaz de incorporar a su forma de trabajo estos conceptos.

Esto por supuesto agrega un punto de controversia: la actitud de los sectores afectados por la incorporación al sistema de producción de tecnologías innovadoras. La actitud positiva o negativa frente a la introducción de cambios tecnológicos por parte de obreros, sindicatos, ingenieros y planificadores, ejecutivos y empresarios condicionan fuertemente los programas de innovación tecnológica.

Hay otro factor que está relacionado con el aspecto educativo, pero que afecta al motor del desarrollo tecnológico: el sistema científico-tecnológico. La generación de conocimientos de la cual se nutre la industria innovadora depende dramáticamente de la capacidad de formar profesionales de primer nivel, de excelencia técnica y con capacidad creativa. Este aspecto es tal vez uno de los más importantes: el conocimiento y la imaginación son la materia prima de la innovación tecnológica. Es imposible pensar en el desarrollo de tecnologías innovadoras si no hay un sistema generador de conocimientos e ideas nuevas.

Como se puede observar, las condiciones de contorno que de alguna manera afectan al desarrollo de nuevas tecnologías son muy variadas y en algunos casos el proceso de adaptación dista de ser fácil. Sin embargo es necesario identificar en cada caso los puntos clave sobre los cuales hacer mayor hincapié para tomar medidas efectivas que estimulen dicho desarrollo.

CAPITULO 3

IMPACTO SOCIAL, ECONOMICO Y POLITICO DE LA INNOVACION TECNOLOGICA. "DEMOCRATIZACION" DE LA PRODUCCION

Algunos datos que ya hemos mencionado en los Capítulos anteriores dan idea de que las nuevas tecnologías se reflejan en la sociedad con cambios en costumbres, modelos sociales, formas nuevas de relación entre los agentes de la producción, así como en las mismas estructuras de la producción de bienes y servicios, su distribución y las pautas de consumo.

No es menos significativa la incidencia sobre los comportamientos y expectativas en aquellos sectores de la sociedad que, sin estar directamente involucrados en la cadena producción - comercialización - distribución, se enfrentan con realidades sustancialmente modificadas respecto de las que constituyeron su modelo individual o corporativo de evolución, consumo y movilidad.

Uno de los temas que merece mención es el impacto que las nuevas tecnologías ejercieron y ejercen sobre sus actores principales: Investigadores, técnicos, Ingenieros, administradores, directivos y, en lo institucional, academias, universidades, centros de investigación, y empresas.

Al respecto, y en primer término, no podemos dejar de mencionar que el panorama excesivamente optimista en cuanto al éxito de las investigaciones y desarrollos que se derivaban de los nuevos conocimientos en Biotecnología, Microelectrónica, Informática, etc., no fue inicialmente de la magnitud ni velocidad de concreción que visualizaban los investigadores y empresarios. En virtud de esas expectativas, se formaron, principalmente en Estados Unidos (también en nuestro país) Empresas ad-hoc, constituidas o motorizadas por profesionales y técnicos, con el objetivo explícito de completar y transformar en productos comerciales concretos aquéllos desarrollos.

El fracaso empresario de muchas de ellas, debido fundamentalmente a la subestimación de los tiempos y recursos financieros necesarios para concretar los desarrollos y emprendimientos, particularmente en el campo de la

Biotecnología, marcó dolorosamente una etapa que, a grandes rasgos, puede identificarse con la década del 70.

Hacia finales de dicha década, y comienzos de los 80, se produjo una depuración, juntamente con una mayor comprensión de las dificultades y problemas implicados en las etapas finales de desarrollo, en la superación de los ensayos y controles sobre los productos, en la transformación de procesos y productos de laboratorio en bienes comercializables, y en la trabajosa etapa de penetración de los mercados.

Muchos analistas atribuyen estas falencias - que fueron numerosas especialmente en Estados Unidos- a que una característica predominante de las Empresas innovadoras fue la de estar constituídas por académicos y profesionales de la Ingeniería, sin experiencia anterior en el campo empresarial. Las reducidas inversiones que estos emprendimientos requerían inicialmente entusiasmaron a personas provenientes del sector académico-científico y aún a investigadores y técnicos de grandes Empresas.

En una proporción importante, éstos consideraban que las Empresas no eran suficientemente receptivas a las iniciativas tecnológicamente innovadoras, y creyeron encontrar en el desarrollo independiente de las mismas el éxito profesional y económico que aquéllas aparentemente les negaban.

Es preciso aclarar que estos casos representaron la situación general, pero no la única. Casos como el de Genentech, que obtuvo con éxito la Hormona de Crecimiento bio-sintética para uso humano, y también formada por investigadores e Ingenieros, integra el reducido grupo de pequeñas Empresas que superaron las vallas mencionadas y actualmente ha crecido hasta ser una de las importantes cotizantes en la Bolsa de N. York.

Una dirección algo diferente tomó la multitud de pequeñas Empresas que orientaron su acción a la microelectrónica, informática y computación. Es conocida la concentración de emprendimientos en estas ramas en el Estado de California, que dieron a la región el nombre de "Silicon Valley". Esta zona se convirtió en la década del 70 en un polo de desarrollo tecnológico exitoso para dicho tipo de tecnología, iniciándose con pequeñas Empresas de investigadores e Ingenieros en Electrónica e Informática, que generaron desarrollos importantes en "hardware" y, principalmente, en "software", revolucionando la industria americana con sus productos. La presencia de tal concentración de empresas de "materia gris" en un campo del conocimiento, con idoneidad para la prestación eficiente de servicios, actuó como incentivo para la radicación en la región, de grandes Empresas del sector.

Esto no es inusual en el mundo, y en Estados Unidos tiende a reforzar una tradición industrial consolidada desde mediados de los años 60, por la cual las grandes Empresas se diversifican nutriéndose de desarrollos de pequeñas y medianas empresas periféricas. En muchos casos, las mismas grandes Empresas descentralizan sus actividades en alta tecnología, ayudando a la creación y desarrollo de las pequeñas especializadas, inclusive con sus propios investigadores e ingenieros. Una excepción destacable es la de las Empresas que actúan en investigación vinculada con la defensa o el campo militar, que se conservan altamente concentradas.

El tipo de relación Empresa grande - empresas pequeñas periféricas constituye a la vez una fuerza y una debilidad para estas últimas. La fuerza radica en contar desde su inicio con un mercado casi cautivo que absorbe un alto porcentaje de la producción. Esto resulta particularmente importante en la etapa de acumulación inicial de capital y, de hecho, un alto porcentaje de las Empresas de alta tecnología así constituídas han podido subsistir y progresar.

La debilidad fundamental de este tipo de asociación ad-hoc radica en la dependencia de un Cliente cuasi monopolístico de gran poder, lo que establece una relación fuertemente asimétrica. Esto puede derivar -y la experiencia demuestra que de hecho sucede- en que la falencia de alguna de las empresas centrales es frecuentemente acompañada por la de las periféricas.

De no menor importancia es el hecho que el esfuerzo de investigación y producción de estas Empresas periféricas se programan y desarrollan en forma fuertemente signada por las exigencias de un Cliente determinado, frecuentemente orientado a producciones importantes de piezas, partes y componentes, o modificaciones y adaptaciones de sistemas pre-existentes. Esto ha derivado en una caída del potencial creativo, contaminando a las empresas innovadoras con la mentalidad de "línea de montaje", con lo cual pierden parcial o totalmente sus ventajas comparativas.

En virtud de lo expresado podríamos decir, entonces que, en relación con los investigadores y profesionales que han participado activamente en el desarrollo de tecnologías innovativas, se ha producido un alto porcentaje de fracasos económicos, generando desilusión y frustraciones, y que ésta situación ha afectado particularmente a quienes se orientaron a la Biotecnología. Aquéllos que han permanecido en las Empresas tradicionales en general han mantenido o acrecentado sus posiciones y sus poderes de decisión, convirtiéndose en muchos casos en administradores de proyectos de innovación tecnológica, "in house" y/o subcontratando Empresas o investigadores especializados.

En el próximo Capítulo, que hace referencia a la participación del sistema científico-académico, se comentará el impacto sobre dicho sector en forma específica.

En estudios preparados por CEPAL sobre las nuevas tecnologías -las que se refieren tanto a los nuevos instrumentos como a la organización y gestión- "se insiste en que no está aún definida la orientación que las caracterizará; ésta puede ser la superación de los aspectos negativos de la división del trabajo o, por el contrario, su profundización.

El nuevo modelo de desarrollo, uno de cuyos componentes es la transformación tecnológica, estaría profundamente influido por el papel que desempeñan el Estado, los empresarios, los ingenieros y técnicos, los obreros y los sindicatos y, obviamente, por el tipo de relaciones recíprocas que logran establecer, sean éstas de conflicto, de cooperación o de redefinición de áreas específicas de incidencia."

Algunos de los temas más complejos de estudio en relación con el impacto de las nuevas tecnologías están referidos a las relaciones productores - consumidores, a las relaciones inter e intra-empresarias, y a la incidencia del dominio de las nuevas técnicas de producción en la relación entre países.

Esta complejidad deriva, entre múltiples causas, de lo novedoso del proceso en evolución, de la velocidad de su desarrollo, de la diversidad de campos en que las nuevas técnicas se aplican, de la inserción en gran escala de empresarios-científicos, con criterios y concepciones heterodoxas respecto de la función empresarial, de la ausencia de herramientas idóneas para predecir la evolución económico-financiera de proyectos de innovación, y medir a priori sus beneficios probables.

Nuevamente nos vemos obligados a remarcar el carácter transitorio de cualquier análisis sobre este tema, realizado en el transcurso del confuso proceso de transformación, así como la necesaria disparidad de opiniones de distintos expertos y organismos. No obstante, la importancia del tema amerita el esfuerzo de trazar algunas de las características que se manifiestan.

La relación entre productores y consumidores está llamada a sufrir una transformación profunda, basada en la "personalización" de los productos de la innovación. En las áreas de servicios ésta característica ya resulta obvia para el público general. El acceso computarizado personal a bancos de datos de las características más diversas, desde el Automóvil Club para obtener información sobre el estado de carreteras en cualquier parte del país, hasta el acceso a documentación científico - técnica recién generada en cualquier centro internacional, son herramientas que cualquiera de los muchos usuarios de PC puede obtener directamente desde su escritorio o su domicilio. Lo mismo está sucediendo con resúmenes de cuenta bancarios, información bursátil, compra computarizada de pasajes o entradas para espectáculos, etc.

Esto ha reducido y en algunos casos eliminado circuitos de intermediación, permitiendo contacto directo entre quienes generan la información y quienes la requieren. En la misma línea, aunque con diferentes características, se implantan los modernos centros de comercialización (Hipermercados, Shopping centers).

Pero aún es de esperar una próxima etapa, en que se diluyen de una manera más dramática las diferencias entre productores / comercializadores / usuarios, y que ya está presente en algunos ámbitos en los países de más alto grado de industrialización. Esta consiste en la producción "a medida" de bienes que, desde la generalización del taylorismo y el fordismo, fueron tradicionales productos de unidades industriales de gran escala.

Un campo en el que se están verificando avances sustanciales es el de la industria de la vestimenta, cuyo símbolo de producción eficiente y económica fue el "pret-a-porter", es decir la producción en tallas standardizadas, con telas standardizadas, en grandes partidas de muchas unidades cada una. El primer paso en el cambio de este concepto fue el de la impresión de los diseños. Si consideramos la fabricación de remeras, ejemplo bien conocido en nuestro país y en Brasil, nos encontramos que la tradicional producción en grandes cantidades de remeras con dibujos iguales desde la fábrica, dió lugar a las mismas grandes producciones con una gran variedad de diseños, impresos en otro sector de la fábrica posteriormente al corte de la tela y su costura, tratándo de adaptarse a una mayor variedad de gustos del consumidor.

Un segundo paso lo constituyó la impresión de los diseños en talleres externos, en pequenas partidas de c/u. La tendencia que se comienza a visualizar, particularmente en Europa, incide más profundamente en la matriz productiva de la industria: consiste en fabricar todas las prendas "a pedido" de cada cliente, con la más alta y eficiente tecnología, a costos competitivos con los de la producción en serie.

Ya existen talleres experimentales que, mediante información ingresada desde la computadora del solicitante, seleccionan las telas, modelos, colores y demás detalles del diseño, hacen los cortes con láser adaptándolos a las medidas exactas, y la entregan en tiempos extremadamente cortos a domicilio. Este sistema revive las ventajas de la producción artesanal, sumándole la de la tecnología más sofisticada, reemplazando los standard de producto por nuevos standard de proceso de producción, y estableciendo una relación directa entre miles de compradores con un amplio conjunto de productores.

Una situación asimilable a la anterior se produce en la industria japonesa de máquinas-herramienta, pudiendo considerarse como típico el caso de los tornos de control numérico. En este campo Japón alcanzó -fundamentalmente a expensas de Estados Unidos- un liderazgo indiscutido, merced a la concepción del desarrollo tecnológico del Japón, que establece una relación directa productor-cliente.

Es así que los tornos producidos en dicho país se desarrollan conjuntamente con los potenciales compradores, adaptando sus características a la ubicación física del equipo en la fábrica del Cliente, a las funciones específicas que c/cliente pretende utilizar del mismo, y aún a la altura y tamaño de los operarios o técnicos que utilizarán la máquina! Esto implica que cada usuario recibe un equipo adaptado a sus necesidades individuales, ensamblado al mismo precio y con la misma rapidez con los que su contraparte americana recibe un equipo standard.

La industria electrónica ha avanzado profundamente en una dirección parecida en ciertos aspectos: Ha unido la gran escala de fabricación de productos finales con una gran diversidad de formas y usos. Pléñese en la enorme gama de aparatos de TV entre los cuales un usuario puede elegir actualmente, tanto en formatos, tamaños, colores, etc., como en las diferentes funciones accesibles en cada modelo.

En este caso, los fabricantes han reconocido la variedad de requerimientos de los consumidores, y el volumen de la demanda les permitió diversificar en partidas de gran escala. Sin embargo Japón, junto con otros países de Oriente, ya están elaborando estrategias de producción de pequeñas series adaptadas a las preferencias de pequeños grupos de clientes, previendo la futura saturación de los grandes mercados.

Estos ejemplos, si bien aún escasos, no parecen aislados. Diversos analistas consideran que marcan una tendencia que se hará creciente aún en industrias tan tradicionalmente unidas a la gran escala de producción como la automovilística, la aeronáutica y la naval.

Si esto es así, de alguna manera, que aún no puede visualizarse con claridad, los consumidores irán paulatinamente formando parte de la estructura de producción definiendo los productos y sus características. Ello no representa una transformación menor. Toda la trama social se verá modificada por este nuevo esquema de interacción.

En el ámbito de las relaciones inter empresarias, los conceptos más significativos han sido volcados al principio de este Capítulo, así como su incidencia en la actividad de investigadores y técnicos.

En cuanto a las relaciones intra-empresarias, los cambios ya producidos parecerían identificar por lo menos una de las líneas directrices: la horizontalización creciente de las relaciones entre los estamentos directivos y los ejecutores y, en algunos sectores, la progresiva indiferenciación de tareas y jerarquías. Como lo expresa Pérez (CEPAL, 1986) 'En la empresa, la tendencia es a interconectar todas las áreas y funciones; la idea de la fábrica es la de una red informativa integrada.

A menudo se logra una reducción importante de las necesidades de insumo de energía y de fuerza de trabajo por unidad de producto. Pero lo que debe subrayarse es el surgimiento de un nuevo tipo de empresa, en donde todas las actividades administrativas y productivas, de oficina o planta, de diseño o mercadeo, económicas o técnicas, se conectan en un sólo sistema interactivo." Montero (CEPAL, 1989 a) resume: "En gran parte, la nueva tecnología implica un interés primordial por la integración del equipo, aún por encima del rendimiento individual; se utiliza incluso el concepto de "obrero colectivo" y se programan formas alternativas de cálculo de la productividad."

Las nuevas modalidades de relación entre los integrantes de la empresa, signada por nuevas condiciones tecnológicas, no se desarrollan sin fricciones y conflictos. El "ensayo y error" en materia laboral continúa siendo una forma del proceso de aprendizaje. Los nuevos procesos y equipos requieren un re-aprendizaje de todo el conjunto humano de la empresa, obreros, técnicos, directivos, administradores, empleados, que deben incorporar nueva información -generalmente de mayor nivel- y modificar estilos, horarios, responsabilidades.

Los nuevos requerimientos pueden adoptar diferentes direcciones, y no resulta claro aún cual o cuáles predominarán; un escenario es aquél en el cual la maquinaria altamente automatizada e "inteligente" sólo requiere un operario no calificado que la atienda. En este caso la nueva tecnología, y aún el proceso, están incorporados a los bienes de capital, y el operario sólo se requiere para ponerla en marcha, detenerla, e informar de su funcionamiento.

Otro escenario alternativo al anterior, es el de los procesos y tecnologías en los que la innovación está incorporada a la inteligencia de los hombres, que definen en cada situación las opciones y modalidades operativas. En este caso la calificación de quienes ejercen las tareas productivas requiere un nivel superior, frecuentemente de categoría terciaria o universitaria.

Las consecuencias sociales de c/u de estos modelos son bien diferenciadas. El escenario que mencionamos en primer término generará operarios con sólo conocimientos superficiales de sus tareas, y fácilmente "descartables"; en algunos casos ésto ha motivado, en fábricas que han transformado su tecnología, a un cambio sustancial en la proporción operarios mensualizados/operarios jornalizados, reduciéndola sustantivamente. Asimismo, se consolida la configuración empresarial piramidal, reforzando las estructuras jerárquicas, frecuentemente incrementando las diferencias salariales entre los estamentos de dirección y supervisión frente a los de ejecución directa de tareas fabriles.

En el segundo escenario, los requerimientos no serán ya de mano de obra convencional, sino de mano de obra inteligente y con profundos conocimientos de los procesos y tecnologías bajo su responsabilidad. Se convierte en habitual que quienes desarrollan tareas productivas profundicen su experiencia y generen a su vez innovaciones adicionales, que sus responsabilidades se acrecienten involucrando aspectos de calidad, presentación y marketing de los bienes elaborados, y que en virtud de estas responsabilidades incrementadas asuman ciertos márgenes de participación en la evaluación económica y en la conducción empresarial.

Hay una consecuencia social que resulta común a ambos escenarios: La reducción de personal, lo que no siempre representa menor costo de mano de obra. En efecto, en el primer modelo comentado, la reducción en el número de operarios se realiza con disminución de su calificación y menores egresos empresarios en concepto de sueldos y jornales. En el segundo, en cambio, la reducción se realiza con un aumento sustancial de la calificación y, comúnmente, el egreso de la empresa en retribuciones al personal se incrementa, no sólo en concepto de sueldos y jornales, sino en otras formas de remuneración: participación en utilidades, premios, beneficios marginales de importancia variada.

La preocupación que estas situaciones genera en los trabajadores ha sido documentada por la Organización Internacional del Trabajo que estableció, en 1985, una lista de las reivindicaciones más frecuentemente planteadas en relación con las nuevas tecnologías:

- Acceso a la información económica y su divulgación; planificación y aplicación de nuevas tecnologías.
- Negociación previa a la introducción de nuevas tecnologías.
- Garantía de ocupación o compensaciones por despido o traslado.
- Formación adecuada y readaptación para quienes son transferidos.
- Reducción del horario de trabajo como resultado del aumento de la productividad.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo, seguridad e higiene.

Indudablemente, las posiciones sindicales respecto de las nuevas tecnologías a las que, por otra parte, visualizan como inevitables, establece condiciones limitantes a su manera de implantación.

La incidencia de la revolución científico-técnica sobre las relaciones entre países constituye otro punto de contacto entre partes disímiles y, por lo tanto de posibilidades de cooperación o de conflicto.

La "revolución verde" de fines de los 50 y los 60, fue percibida por muchos economistas y sociólogos como una brillante oportunidad para que los países poco desarrollados estrechen la brecha con los más industrializados. La realidad demostró que esta percepción no tuvo suficientemente en cuenta que, en el marco de la "guerra fría", el incremento sustancial de la productividad agrícola y el dominio de los medios tecnológicos para obtenerla, constituyeron piezas sustanciales en los juegos de poder de las potencias grandes y medianas. Éstas, que fueron las generadoras de dichas tecnologías, no estaban dispuestas a resignar el poder económico y político que las mismas les permitían alcanzar o afianzar.

De esta manera, los países menos industrializados no sólo quedaron fuera del escenario de desarrollo tecnológico sino que, como consecuencia, debieron comenzar a competir en condiciones más desventajosas con muchos de los que habían formado parte de sus mercados tradicionales.

Las nuevas tecnologías ofrecen una nueva posibilidad de acortar camino saltando varios escalones en el difícil tránsito al pleno desarrollo industrial, y productivo en general. Los requerimientos de capital, comparativamente menores que los correspondientes a las tecnologías tradicionales, la presencia de estructuras de investigación nutridas de científicos, ingenieros, y técnicos de buen nivel de

capacitación profesional, en algunos países como Brasil, Argentina, Chile y México, da pie para sustentar algunas expectativas positivas en este sentido. Sin embargo, no podemos nuevamente dar lugar al optimismo ingenuo. Las experiencias que antes hemos mencionado respecto de múltiples falencias en emprendimientos iniciados en Estados Unidos y Europa deben ser suficientemente aleccionadoras.

No surge del contexto actual si la evolución de las nuevas tecnologías abrirán paso a relaciones de mayor equidad entre países industrializados y en desarrollo, o por el contrario, reafirmarán la relación de dependencia tecnológica con sus resultados políticos y económicos. Sin duda, estas relaciones no serán sólo fruto de la voluntad de los actores. Pero también debe ponerse sobre el tablero el hecho que dicha voluntad tiene un rol para jugar en el escenario internacional que sobrevendrá.

En este aspecto, no pueden desdenarse las herramientas de que disponemos. La debilidad estructural de los países en desarrollo no ha impedido que algunos, como Argentina, Brasil, Chile y México hayan concretado estructuras de investigación y desarrollo nutridas de científicos, ingenieros, técnicos de buena formación profesional y alta capacidad creativa.

Los mercados de dichos países, como resultado de la revolución informática, están ampliamente enterados de los productos visibles del desarrollo tecnológico innovativo en el mundo, y ávidos de aprovechar sus frutos. Una amplia capa de empresarios es conciente de ésto y de los negocios que pueden representar este tipo de emprendimientos. Esto constituye la materia prima básica para el desarrollo innovativo, y deberíamos ser capaces de obtener de ella el máximo provecho.

Un aspecto que no está desligado del anterior, es el que se ha dado en llamar la "democratización de la producción". En efecto, algunas de las tecnologías nuevas requieren una concentración de capital y equipamiento comparable con las de las industrias convencionales (petroquímica, Siderúrgica, etc.). Sin embargo, otras tecnologías innovadoras permiten (y aconsejan) la producción en unidades medianas o pequeñas obteniendo, con muy bajas inversiones de capital, retornos significativos. Se ha mencionado antes el caso de la industria electrónica en el "Silicon Valley". Industrias químicas de especialidades, e industrias biotecnológicas, especialmente dedicadas al área de la salud humana, participan frecuentemente de esta característica.

El autor ha tenido oportunidad de visitar recientemente en Europa algunas empresas dedicadas a esta actividad que, con una superficie ocupada menor a los 200 m², operadas, administradas y dirigidas por no más de 6 personas (todas de altísima calificación científica), obtienen productos de alto valor con facturaciones anuales superiores a los 5 millones de dólares.

Estos emprendimientos de baja inversión y alta rentabilidad no son fáciles de identificar ni de llevar a cabo. Sin embargo, Francia y, en menor medida Alemania, ya cuentan con más de 1000 empresas de estas características. La novedad del proceso radica en que los condicionantes son básicamente endógenos a los emprendedores, más que exógenos. Ello permite que personas con calificación científica-técnica, con capacidad creativa y vocación empresaria pero con reducida disponibilidad de capital, puedan llegar a conformar una capa especial de empresarios innovativos y exitosos, transformando en parte la estructura social.

**SECTORES MAS AFECTADOS POR LA BRECHA TECNOLÓGICA, EN
FUNCION DE AUMENTOS EN LA PRODUCTIVIDAD, MODIFICACIONES EN
LAS ESCALAS ECONÓMICAS, MODIFICACIONES EN LAS
CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS, ETC. POSIBILIDADES DE
ACCESO A LAS TECNOLOGÍAS INNOVADORAS POR PARTE DE LOS
AGENTES DE LA PRODUCCIÓN**

Absolutamente todos los sectores de la producción han sentido de una u otra manera la incidencia de las nuevas tecnologías, como hemos mencionado en el Capítulo I. El impacto ha sido positivo o negativo, según el ramo de actividad, la capacidad de adaptación de las Empresas, y las condiciones del mercado local y mundial.

Cabe diferenciar las causas principales por las que las nuevas tecnologías afectan a los distintos sectores de la economía. En tal sentido, podemos mencionar como más significativas:

Calidad de Productos

En muchos casos los productos son de calidad netamente superior a los obtenidos por las tecnologías convencionales. Hay situaciones en que ésta diferencia de calidad desplaza sin alternativas a los procesos anteriores de producción. Esto se da muy marcadamente en el campo de la salud donde, por ejemplo, las hormonas bio-sintéticas resultan altamente purificadas sin los indeseables efectos secundarios de las obtenidas por vía extractiva de seres vivos. En la industria de las comunicaciones, es conocido el reemplazo de los conductores de cobre para telefonía por la fibra óptica, con múltiples ventajas de calidad y costo. Industrias enteras basadas en los viejos procesos se encuentran en vías de desaparecer.

En lo que respecta a producción primaria, son verificables modificaciones importantes en calidad de productos. Trigos con alto contenido de proteínas, productos fruti-hortícolas de mejor color, sabor, libres de plagas, y de tamaño uniforme, ya forman parte de la oferta cotidiana en supermercados.

Costo de Productos

Es frecuente que el costo de los productos finales obtenidos por nuevos procesos de elaboración resulten marcadamente menores que los convencionales, eliminando de la competencia a las empresas que no se modernizaron profundamente. Un ejemplo típico lo proporciona la industria de aparatos de electrónica para uso doméstico o industrial, cuyos precios muestran una permanente línea decreciente a lo largo de muchos años en virtud de la reducción de costos.

Productos "Individualizados"

Como señalamos anteriormente, la fabricación en pequeñas series de productos adaptados a las exigencias y necesidades de cada consumidor introduce una variante en la relación productor-consumidor que genera sensibles ventajas de mercado para el productor, deteriorando la posición de los competidores que operan con los procedimientos antiguos. Al ejemplo ya mencionado de las máquinas-herramienta de control numérico en Japón, podemos agregar el "anti-ejemplo" en el mismo sector de la industria americana, que fue casi totalmente desplazada del mercado japonés por no aceptar adaptar su equipamiento a la menor talla de los operarios japoneses.

Menores dimensiones de Productos

Los procesos innovadores han permitido realizar una reducción sustancial en el tamaño y peso de muchos productos, significativamente en electrónica y en la industria automotriz. En el primero de estos sectores, la reducción a tamaños portátiles ha modificado sustancialmente no sólo la industria productora, sino también la demanda, haciendo accesibles equipos de alta complejidad al mercado profesional y de pequeñas empresas, lo que permitió generar una gran variedad de nuevos servicios. La reducción de peso de los automóviles, por su parte, sumada a otras innovaciones, hizo posible una significativa reducción en el consumo de combustibles, e incidió -proceso aún en franca evolución- en las industrias metalúrgicas (reducción de la demanda) y plástica (incremento).

Mejor Control en el Proceso de Fabricación

Aún para aquellos productos que se han mantenido invariables, tanto en formato como en calidad, las nuevas tecnologías han introducido cambios sustanciales en el proceso productivo que resultan en importantes reducciones de costos. La industria metalmecánica, al introducir las máquinas polifuncionales de control numérico, y los sistemas CAD/CAM (Diseño y fabricación asistidos por computadora), ha conseguido piezas con límites de tolerancia antes insospechados, reduciendo a límites ínfimos los errores de fabricación y los porcentajes de rechazos. Esto se deriva en mayor aprovechamiento de materiales, menores costos de control, expedición y tratamiento de reclamos, menor volumen de material de desbaste para desechar como efluente sólido, menor consumo de aceites y aditivos, menor desgaste de herramientas de corte y pulido, etc.

Incrementos en la Productividad

Ya hemos visto en capítulos anteriores que las modificaciones en la productividad, medida en términos de bienes producidos por hora-hombre, son fuertemente dispares entre distintas ramas de la industria y entre distintos países. Ha tenido trascendencia pública el enfrentamiento reciente entre funcionarios de primer nivel de Estados Unidos y Japón a este respecto, en función de la ventaja que este país ganó en ese sentido. Estados Unidos y los países de la CEE están realizando ingentes esfuerzos para acortar las diferencias con Japón en este aspecto, y estadísticas recientes muestran una ligera recuperación global. No obstante, se puede afirmar que existen sectores de la producción en los que, aún con diferencias entre países y entre empresas dentro de un mismo país, la productividad ha superado ampliamente las marcas obtenidas con las tecnologías tradicionales. En el nivel de grandes empresas, la reestructuración realizada a mediados de los años 80 por IBM en Estados Unidos, con reducción y re-entrenamiento del personal y modificación de las prácticas fabriles, permitió en aproximadamente 6 años lograr un aumento de productividad del orden del 30 % respecto de sus standards anteriores.

Ahorro energético

Las nuevas tecnologías son básicamente ahorrativas desde el punto de vista energético. De hecho, ésto constituye una de las características definitorias de las mismas. Procesos fuertemente enrgo-intensivos como las industrias de la Celulosa y la del Cloro, han cambiado su matriz energética a partir de la incorporación de los nuevos procesos (CTMP en el primer caso, electrolizadores de membranas perm-selectivas en el segundo). Esta condición, que apareja indudables beneficios al ecosistema, tiene efectos inmediatos en la competitividad empresarial. En la última década se han instalado en el mundo alrededor de 60 plantas celulósicas de tamanos pequenos y grandes con el proceso CTMP, con el que aún compiten algunos de los procesos tradicionales. En el caso del Cloro, en el mismo período se ha presenciado la desaparición práctica de las tecnologías anteriores de mercurio y diafragma.

Cambios en la matriz de Insumos

Las nuevas tecnologías merced a las moderna técnicas de purificación, a procesos inherentemente selectivos, o a técnicas extractivas más sofisticadas, han abierto el paso a la utilización de materias primas que anteriormente eran técnica o económicamente inviables. Esto, automáticamente, ha incrementado las reservas utilizables, ha convertido en económicas unidades fabriles que se consideraban condenadas a desaparecer, y ha viabilizado emprendimientos y procesos anteriormente concebidos como imposibles o antieconómicos.

Las tecnologías de membranas (en particular ultrafiltración y ósmosis inversa) aplicadas a la industria láctea y cervecera permitieron convertir desechos altamente poluyentes en materias primas para nuevos procesos. La utilización de bacterias especializadas y fabricadas en laboratorio permite el aprovechamiento de por lo menos un 5 % de cobre a partir del mineral, que anteriormente era irrecuperable, al igual que en la extracción de petróleo. La recuperación de metales preciosos en los efluentes de la industria electrónica, por métodos de la moderna electroquímica, membranas cerámicas, o nuevos procesos biológicos, ha contribuido a una notable reducción de costos.

Protección del Medio Ambiente

Respecto de la incidencia en el medio ambiente, las nuevas tecnologías han incidido fundamentalmente en dos aspectos

En primer término, la mayoría de los procesos innovativos son ecológicamente más limpios que los convencionales. Esto se manifiesta en un menor caudal de efluentes contaminantes, y en el criterio predominante de convertir la mayor proporción posible de los mismos en materias primas para otros procesos de elaboración. La intención explícita de proteger al ecosistema implica que los procesos se desarrollen con esa óptica desde su concepción inicial.

En segundo término, las tecnologías de tratamiento de efluentes, para procesos nuevos o antiguos, se ha beneficiado marcadamente con la incorporación de nuevas herramientas que aplican procesos biotecnológicos, membranas, control computarizado, nuevos materiales, generando un salto cualitativo no sólo en el tratamiento de efluentes sólidos, líquidos y gaseosos, sino también nuevos conceptos en función de las mejores técnicas de medición, ajuste y control, y el conocimiento adquirido sobre la incidencia de componentes individuales sobre los cursos de agua, la vida acuática, y las corrientes de aire.

Nuevos Productos Sustitutivos

Otra manera en que las nuevas tecnologías afectan a las actividades pre-existentes, se manifiesta mediante la producción económica de productos que sustituyen ventajosamente, en calidad y costo, a los anteriores. Esta situación se produce en la industria de los edulcorantes a base de fructosa, que se obtienen por procesos más económicos, de menor escala, con menos inversiones, y unen un menor contenido calórico a una mayor capacidad edulcorante. El producto ha tenido una aceptación extremadamente favorable por el público general y por las industrias (jarabes, bebidas sin alcohol, jaleas y mermeladas). Esta sustitución ha profundizado internacionalmente la crisis de la industria azucarera, que deberá re-dimensionarse "hacia abajo" en todo el mundo para subsistir.

Modificación en las Escalas Económicas

Como mencionamos al principio del presente Capítulo, la posibilidad de democratización productiva que traen aparejadas algunas de las nuevas tecnologías, está modificando parcialmente la estructura empresarial y social en los países industrializados. Esto se debe a que, en muchos casos, la tendencia predominante hasta fines de la década del 70 de incrementar los tamaños de Plantas industriales por el progresivo aumento de las escalas mínimas económicas de producción, tocó un techo aún con las tecnologías "viejas". En efecto, las líneas de producción se hicieron excesivamente vulnerables a que una falla en algún equipo detenía toda la línea de producción, inmovilizando capitales de gran magnitud; los fabricantes de bienes de capital en muchos casos habían llegado al máximo que técnicamente podían alcanzar en la capacidad de sus equipos; otra circunstancia desfavorable es que los mercados comenzaban a quedar cada vez más alejados de las unidades de gran producción concentrada, encareciendo y complicando el transporte y distribución de los productos; un aspecto de sustantiva incidencia lo constituyó la acumulación de residuos y el gran volumen de efluentes a tratar. Los desvíos en estos tratamientos, por su magnitud, provocan deterioros inmediatos y graves en las corrientes de agua a las cuales vuelcan. Los problemas asociados con los requerimientos de mano de obra, la infraestructura extra-fabril necesaria, las relaciones con la comunidad y otros, fueron tornando antieconómicos los monstruos fabriles de ese período.

Sobre este sustrato, que ya comenzaba a tornarse crítico para las grandes plantas, se comenzaron a desarrollar las nuevas tecnologías que incorporaban economías adicionales a las pequeñas y medianas escalas productivas. Se mencionó el caso de las empresas biotecnológicas en Europa, pero hay consenso entre los expertos que este proceso de "empequeñecimiento" de las escalas económicas aún tiene escalones importantes en su desarrollo futuro. La gran industria química, la automotriz, la producción y laminación de acero y otras de gran escala es posible que aún reciban el impacto de nuevos procesos y técnicas que transformen sustancialmente las actuales escalas económicas.

Situación en la Argentina

A los efectos del presente trabajo centraremos estas consideraciones en la situación argentina, con menciones a otros países en los casos específicos en que se considere ilustrativo.

Nuestro país ha sido profundamente afectado por el proceso de innovación tecnológica realizado en los países industrializados, sin haber participado como sujeto activo en ninguna etapa de los mismos. En los muchos años de endeudamiento progresivo y reducción continuada en la capacidad de ahorro y acumulación de capital, se produjo simultáneamente un proceso de envejecimiento del parque fabril que, en alto porcentaje, es obsoleto aún sin considerar los nuevos modelos tecnológicos.

La existencia de una clase empresarial sin suficiente capacidad de inversión es conocida, así como el deterioro de la capacidad del Estado que, en otras circunstancias, pudo ejercer el rol de impulsor del reciclaje industrial.

La asignación de recursos financieros a la investigación y desarrollo tanto por parte del sector privado como del estatal se vio seriamente limitada por estas condiciones y, salvo algunas excepciones, los equipos pre-existentes se fueron desmantelando (este proceso aún continúa).

La apertura de los mercados iniciada tíbiamente por la administración anterior, y desarrollada firmemente por la actual, ha "puesto contra la pared" a las empresas privadas, que se encuentran ante la opción de hierro de modernizarse o desaparecer.

Los sectores de las comunicaciones y los servicios reaccionaron rápida y certeramente. La implantación de la telefonía celular móvil (aún no extendida a todo el país), el desarrollo explosivo de la televisión por cable, las pequeñas emisoras locales de FM y televisión de corto alcance (otro aspecto destacable del proceso de democratización tecnológica, en que cada vez más receptores de información se transforman en productores y emisores de la misma), sistemas barriales y zonales de alarma y seguridad computarizados, diseño gráfico, industrial y de ingeniería por computación, recepción y transmisión electrónica de información, etc., han demostrado una dinámica y capacidad de penetración en la sociedad comparable a la de los países industrializados, respondiendo a demandas de mercados exigentes que, obviamente, ya estaban maduros para estas tecnologías.

En los ámbitos de la producción la reacción es más lenta y aún poco clara. La industria metalmecánica pequeña y mediana, orientada tanto a la producción de bienes de capital como a los de consumo durable, ha incorporado en parte máquinas-herramientas de última generación, que opera simultáneamente con el antiguo equipamiento. Esto produce situaciones confusas, en las que maquinaria de novísima concepción y productividad está acoplada a un proceso en gran parte obsoleto, con una ineficiente organización de la producción, con costos no competitivos y standards de calidad ya inadmisibles (pléñese en la tasa de desperfectos en los electrodomésticos de origen nacional, y en su corta vida útil).

Este proceso de combinar bienes de capital de alta tecnología con procesos productivos antiguos no es privativo de nuestro país. Lo recorrieron muchas industrias en Estados Unidos, Europa y Asia hacia fines de los 60 y mediados de los 70, y facilitó la asimilación de nuevas tecnologías y el desarrollo de las nuevas formas de organización del trabajo. Pero ya fue superado. Recorriendo paso a paso el mismo camino sólo se conseguirá que la brecha tecnológica se vuelva insalvable. Salvo los establecimientos que remodelen profunda y audazmente su estructura de producción, es previsible que una alta proporción quede definitivamente fuera del circuito económico.

En la industria química podemos diferenciar los dos grandes sub-sectores: el constituido por la química pesada y la petroquímica (grandes establecimientos), y el de aquéllos que se desenvuelven en campos especializados (resinas, productos orgánicos especiales, aditivos, esencias, especialidades en química inorgánica, etc.).

Los primeros están basados en su mayoría en tecnología obsoleta, son excesivamente consumidores de energía, sus rendimientos generalmente son bajos respecto de los patrones internacionales, sus escalas de producción -para la tecnología que utilizan- son excesivamente pequeñas, los catalizadores que utiliza son mayoritariamente ineficientes, su estado de manutención está seriamente comprometido.

Este panorama se traduce en una situación económica y financieramente comprometida, que hace dudar seriamente de las posibilidades de recuperación si no se produce una inyección de capitales que, inteligentemente, las transforme en industrias de tecnología moderna y competitiva.

En algunos casos ésto ya no es posible. Dejamos de lado deliberadamente la situación emergente del costo y seguridad de suministro de los insumos que, particularmente en la Petroquímica, está en un alto grado de fluidez.

La industria química pequeña y mediana se encuentra en una situación diferente. Su parque de equipos y maquinarias es, en gran parte, utilizable con flexibilidad para las nuevas tecnologías y procesos. Sus dificultades pueden atribuirse fundamentalmente a la competencia con productos importados mucho más desarrollados y específicos, al insuficiente control de proceso y calidad, y al consecuente bajo rendimiento de su producción. En este campo hay una baja tasa de incorporación de microprocesadores, computadoras y demás parafernalia electrónica para la automatización y control. Asimismo, los modernos conceptos desarrollados para plantas "batch" multiproducto y multipropósito no han sido incorporados en general, así como las nuevas tecnologías de purificación (downstream processing).

El déficit en desarrollo de procesos y productos es particularmente destacable ya que Argentina demostró una particular aptitud de sus químicos, científicos y tecnólogos en este campo. Valdría la pena estudiar por qué esa capacidad creativa no ha sido convocada o motivada para participar en esta nueva etapa de lanzamiento tecnológico.

La industria alimenticia en su conjunto se encuentra afectada seriamente por la competencia con los productos importados. A pesar de las tradicionales ventajas comparativas, sigue siendo en lo fundamental una industria productora de "commodities" y no de especialidades, y los bajos rendimientos en dicha producción la vuelven sumamente vulnerable. El repetido cierre de frigoríficos por malas condiciones de higiene en la faena y elaboración son indicativos desalentadores de la insuficiencia tecnológica en sus estadios más primarios.

La industria láctea, por su parte, no ha incorporado técnicas y procesos avanzados que le permitan producir quesos finos, flanes, cremas, yogourths y otras especialidades con las calidades y diversidad de sabores y presentaciones que ya son habituales en los grandes mercados consumidores. Los problemas sanitarios, que comienzan en el tambo y se propagan hasta el producto final, son también temas insuficientemente resueltos.

El consumidor argentino está realizando la experiencia de probar y evaluar productos alimenticios y bebidas elaborados en otros países con nuevas tecnologías. La comparación con los productos locales es generalmente desfavorable para éstos, y éste es un impacto que las empresas que estén resueltas a subsistir y progresar deberán evaluar y resolver decididamente y con rapidez.

La industria farmacéutica ha mostrado indicios de mayor dinamismo en nuestro país. Coexisten laboratorios con tecnologías tradicionales y productos convencionales (en algunos casos obsoletos), con una nueva generación que ha comenzado a desarrollar fármacos y elementos de diagnóstico altamente sofisticados, con las técnicas de la moderna Biotecnología. Hemos mencionado anteriormente los ejemplos de Bio-Sidus, Gen-Cell y otros. Este proceso aún es incipiente, pero promisorio.

El panorama anterior, que no pretende ni puede ser completo, debe acompañarse con algunas reflexiones sobre las posibilidades que la industrias y empresas de nuestro país tienen de acceder a las nuevas tecnologías necesarias para su transformación.

En términos genéricos, podemos decir que la tecnología avanzada que detentan los países industrializados no está en venta. Sí están en venta sus productos. Esta afirmación, como dato de la realidad, no puede ser absoluta. El ejemplo de las máquinas-herramienta de última generación es una de las excepciones importantes. Pero la tecnología de producción de los nuevos y más poderosos micro-chips, de productos bio-tecnológicos de alta sofisticación, de cerámicas finas, y otras similares, en gran parte no son accesibles para su compra, ni están publicadas ni patentadas.

Ello genera, a nuestro criterio, la necesidad de un doble camino para acceder a las nuevas tecnologías. Por una parte, el de la ineludible dedicación de una parte importante del esfuerzo nacional a la investigación y el desarrollo. Por la otra, el acceso mediante la compra, de los sistemas y bienes de capital que, sin ser de última generación, estén concebidos con la tecnología más avanzada disponible en los mercados mundiales. para iniciar el proceso de aproximación más corto al salto tecnológico que en algún momento deberemos dar.

CAPITULO 4

FUNCION DEL SISTEMA CIENTIFICO ACADEMICO EN LA PROMOCION Y EL DESARROLLO DE LA INNOVACION

Como ya se dijo anteriormente, la actividad innovadora depende fuertemente de los centros de generación de conocimiento. En general se nota un desplazamiento en la atención puesta sobre los trabajos de los laboratorios hacia temas de investigación más básicos, con el objetivo de convertirlos en proyectos novedosos.

Esto tiene que ver con una gran cantidad de factores, entre ellos el hecho de que se ha acelerado la transferencia de conocimientos desde los laboratorios hacia la industria y de esta hacia el mercado, ya sea a través de productos, servicios o la tecnología que estos llevan incorporada. El tiempo que tardaba un nuevo proceso en llegar al mercado era entre 7 y 12 años. Ahora toma aproximadamente 3 años. En esta tendencia se observan excepciones, sobre todo en aquellos productos que han sido cuestionados desde el punto de vista de su impacto ambiental ya que sobre estos se han establecido una serie de normas regulatorias muy estrictas.

Esta tendencia de "revalorizar" la investigación "básica" está siendo fuertemente impulsada por las industrias innovadoras debido a la importancia que están cobrando estos conocimientos como elementos fundamentales para el desarrollo de nuevas ideas que pueden evolucionar hacia el diseño de nuevas tecnologías.

Las compañías que están interesadas en incorporar tecnologías innovadoras comienzan a seguir los pasos de los distintos laboratorios que trabajan en temas de su interés ante la menor sospecha de que alguno de estos por abstracto que parezca pueda convertirse en un negocio.

Por otro lado, en los laboratorios de Japón, los Estados Unidos o algunos países de Europa, los científicos y tecnólogos de centros de gran prestigio académico establecen prioridades en los planes de trabajo con la mirada puesta en las necesidades de la industria del área con la cual dicha unidad podría interactuar,

y en las prioridades establecidas a través de los subsidios de investigación para las universidades e institutos.

Las grandes compañías no se limitan a observar. Eli Lilly, Merck Sharp & Dhome, Hofmann-La Roche, Schering, Hoescht, Bayer, Rhone-Poulanc y muchas otras de la misma envergadura financian proyectos de investigación. Monsanto por ejemplo financia proyectos en la Washington University, Du Pont en el California Institute of Technology, Recomtex en la Michigan State University.

En Argentina están comenzando a establecerse lazos fuertes entre algunas industrias innovadoras (principalmente en el área de biotecnología) y las instituciones académicas. Un caso que se puede considerar prototípico es el de Bio-Sidus, que mantiene lazos con el mundo académico argentino y del extranjero, no sólo a través de los profesionales formados en el contexto académico local de categoría Senior que encabezan los grupos de investigación, si no también a través de otros profesionales de categoría Junior que están haciendo sus tesis doctorales o trabajos post-doctorales con becas del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y también a través de acuerdos de beneficio mutuo con hospitales (por ejemplo Bio-Sidus-Hospital de Clínicas) para obtener materias primas no convencionales (plasma sanguíneo en el ejemplo anterior) proveyendo a cambio servicios tales como análisis sanguíneos especiales.

También hay una cantidad creciente de pequeñas empresas que están empezando a funcionar en el seno de los institutos, dirigidas por investigadores académicos que mantienen incluso sus actividades de docencia Universitaria.

Hay consenso en afirmar que estas pequeñas empresas son una poderosa fuente de competencia potencial para las grandes corporaciones, y que en general han sido el pilar de los avances industriales innovadores. Entre estas se pueden citar los casos de Genentech, Cetus, Genex, Biogen e Hybritech en bioindustrias, y los de empresas como Apple Computer y otras menores en el área de semiconductores, computación y sistemas expertos.

En Argentina también esta tendencia está comenzando a sentirse entre las industrias biológicas (las que se están desarrollando más dinámicamente en nuestro país en este momento). Dos ejemplos: Tecnología Genética en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar y Gen-Argen con laboratorios en el Centro de Investigaciones Médicas Alberto Einstein.

Por otro lado se observa que las grandes y medianas empresas, abren departamentos de investigación y desarrollo propios o incluso crean enormes institutos privados de investigación en áreas que tradicionalmente no abarcaban. Un ejemplo citado recurrentemente es el de la General Motors que abrió hace algo más de quince años un departamento de biotecnología. Al mismo tiempo, como ya se dijo, estas empresas financian proyectos, paralelos o complementarios, en centros de investigación académica haciendo necesariamente más fluida la interacción y en muchos casos virtualmente desmaterializando la división entre ciencia "básica" o "aplicada".

De la misma manera que las empresas, los gobiernos comienzan poner el acento en el desarrollo científico-tecnológico como un factor de crecimiento en sí mismo y esto determina que se adopten "políticas científicas" que priorizan determinadas orientaciones temáticas a través de la distribución de recursos económicos según el tema de trabajo propuesto. Como consecuencia los investigadores deben estar al tanto de "en qué temas está el dinero" y cómo pueden conseguirlo para comenzar un proyecto y llevarlo a cabo. Esto se ha vuelto para la mayoría de ellos un aspecto central de su actividad dado que el tipo y la cantidad de subsidios determinan el sostén económico del grupo de trabajo.

Dada la estrecha interrelación que ha comenzado a haber desde fines de la década del '70 entre empresas privadas y entes dedicados a la investigación y el desarrollo, comenzó a surgir la idea y casi se podría decir la necesidad de reunir a las empresas innovadoras y dichos entes en un mismo lugar físico. De esta manera surgieron los primeros Polos tecnológicos (mencionados en el primer capítulo).

Uno de los primeros Polos es el célebre "Silicon Valley" en California, donde nacieron los microchips, y con ellos alrededor de 3000 empresas dedicadas a la microelectrónica, computación e inteligencia artificial. También se han formado Polos en Europa (Cambridge, en Inglaterra, cuya tecnología imperante está relacionada con la biología molecular y Valbonne en los Alpes franceses con especialidad en ingeniería y robótica), Japón (Tsukuba tiene más de 500 centros de investigación en distintos temas de interés tecnológico y científico) y la ex URSS (Akademgorodok). Los Polos mencionados aquí son sólo algunos de los más importantes, y constituyen un ejemplo de esta nueva modalidad de trabajo que vincula al mundo empresario de la alta tecnología con los centros de excelencia que producen conocimiento.

Los centros de investigación, casi siempre asociados a Universidades, proveen generalmente un entorno adecuado para el desarrollo creativo de nuevos conceptos e ideas, no sólo físico, si no también referido a la dinámica de trabajo característica de este tipo de instituciones, donde la libertad intelectual es mucho más valiosa que el respeto por las jerarquías.

Las actividades en las cuales el desarrollo de ideas es clave, requieren de un entorno en el que se privilegie la discusión sobre la necesidad de resolver problemas en forma inmediata siendo importante que se mantenga un ambiente libre de las presiones que esto último genera. Esta modalidad de trabajo pudo ser incorporada a algunas empresas a partir del modelo de trabajo de las universidades.

En la realidad, esta cuestión resultó más compleja, ya que en muchos casos se incorporó la dinámica de trabajo empresarial a los laboratorios, generando efectos contraproducentes tales como una competencia desmedida por "llegar primero", mantener los resultados en secreto e incluso sabotaje a colegas o laboratorios competidores.

No cabe duda sobre la disminución en la calidad de los resultados que va a implicar la adopción de este tipo de actitudes. Sin embargo, este es un fenómeno muy reciente cuya evolución en el tiempo habrá que seguir.

El sistema científico provee además de la libertad de ideas y una cultura de trabajo propia, enormes posibilidades de aprovechamiento de infraestructura disponible, tales como bibliotecas actualizadas, centros de procesamiento de datos y laboratorios especializados. Además puede ofrecer cursos de actualización y capacitación profesional, posibilidades de acceso a profesionales formados en otras disciplinas para armar equipos multidisciplinarios, servicios especiales (subsidiados o no) tales como el correo electrónico y servicios de consultorías entre otros.

Dado que los centros de formación científico-académicos de alto nivel se caracterizan por una gran cantidad, calidad y disponibilidad de estas posibilidades parece claro que en los países desarrollados van a ser el núcleo de la industria innovadora que está emergiendo.

Para optimizar el aprovechamiento de toda esta masa de recursos se han creado una gran cantidad de programas de trabajo subsidiados por distintos organismos y agencias gubernamentales.

En los campus universitarios de los Estados Unidos y Europa funcionan infinidad de "incubadoras de empresas" (sistemas de créditos y/o subsidios que se otorgan en el marco de un acuerdo universidad-empresa por ejemplo). En Europa, el sistema de incubadora de empresas se caracteriza por ser más protector que en los Estados Unidos, proporcionando una mayor tasa promedio de emprendimientos exitosos.

Dada la tendencia a la unificación europea y debido a que algunos proyectos son demasiado costosos para ser encarados en forma individual aún para los países de la Comunidad Económica Europea (CEE), se han creado los programas europeos de cooperación mutua. Estos programas son financiados en un 50% por la CEE y el 50% restante por las Instituciones interesadas en llevar a cabo el proyecto: universidades, centros de investigación y/o empresas privadas o públicas. Además se requiere que haya por lo menos dos participantes de dos Estados miembros diferentes y que por lo menos uno de los participantes sea industrial.

Tal es el caso del programa ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology) lanzado a principios de la década del '80. Este programa ha sido elaborado por una comisión que reunió a los principales empresarios europeos del sector: Siemens, AEG, Nixdorf (RFA); Bull, CGE, Thompson (Francia); ICL, Gec, Plessey (Gran Bretaña); Sat, Olivetti (Italia) y Phillips (Países Bajos). El objetivo es cubrir las áreas de microelectrónica, sistemas de tratamiento de información, la producción integrada por computadora y sistemas integrados de oficinas. Para este programa hasta 1987 se habían seleccionado 219 proyectos con más de 450 participantes diferentes entre los cuales había 170 pequeñas y medianas empresas relativamente nuevas en el sector. El balance de los primeros años es muy positivo para ESPRIT. Ha permitido a los industriales e investigadores europeos en este campo la posibilidad de conocerse y de aprender a trabajar conjuntamente.

BRITE (Basic Research in Industrial Technology for Europe) es otro programa de la CEE cuyo dominio específico es la aplicación de las nuevas tecnologías a las industrias manufactureras de gran peso económico: automotriz, química, textil, aeronáutica, etc. En todos los sectores concernientes al programa, los desarrollos tecnológicos llevados a cabo permiten innovaciones y transformaciones profundas tanto en los productos como en los procesos de producción. De la misma forma que ESPRIT, BRITE ha convocado a las grandes entidades empresarias de la CEE para debatir los temas prioritarios a desarrollar. Esto ha ayudado a identificar nuevas áreas de trabajo, tales como deterioro de materiales, tecnología laser, técnicas de ensamblado, nuevas metodologías de ensayos, modelado matemático, polímeros, materiales, tecnología de membranas, catálisis y tecnología de partículas. Este programa fue lanzado en 1985 con 103 proyectos en los cuales participaban alrededor de 500 entidades del mundo académico y empresarial. Un ejemplo exitoso de la dinámica de funcionamiento de BRITE es un proyecto cuyo objetivo es la puesta a punto de métodos de fiabilidad para la concepción y el diseño de estructuras marinas. Este proyecto nucleó al centro de investigación TNO (Países Bajos), Infremer, Grupo Veritas, CTICM (institución académica), Elf (Francia), las sociedades Snamprogetti y d'Appolonia (Italia), Atkins R&D, Imperial College (institución académica) (Gran Bretaña) y Aalborg University (Dinamarca).

También ha sido exitoso BEP (Biomolecular Engeneering Programme) lanzado en el año 1982 y que abarca temas de biotecnología, agricultura y agroindustria. Posteriormente fue complementado por BAP (Biotechnology Action Programme) que abarca temas tales como bioinformática, farmacología, toxicología y diseño de nuevas actividades biológicas.

No menos importante es EURAM (European Research on Advanced Material), que a través de la participación de empresas e instituciones académicas está trabajando sobre nuevas aleaciones, cerámicas finas, superplásticos y polímeros entre otras cosas.

Un programa de la generación de ESPRIT, BRITE Y BEP es la "Acción de estimulación de cooperaciones y de intercambios científicos y técnicos", cuya característica general es no estar remitido a un dominio preciso. Este programa cubre toda la gama de las disciplinas más destacables de las ciencias exactas y naturales. La CEE ha decidido a través de él aprovechar al máximo su potencial científico disponible (1,1 millones de científicos en 1987) a través de este programa cuya principal función es reunir a los investigadores con el ambiente empresario y entre sí, intentando hacer ceder las barreras disciplinarias y de nacionalidad.

Todos estos programas han sido diseñados para desarrollar conocimientos de estado intermedio entre los "básicos" y los "aplicados".

EUREKA en cambio, es un programa de cooperación con otras características y merece un comentario aparte. En primer lugar fue diseñado para desarrollar procesos y servicios demandados por el mercado. Su objetivo es lograr un incremento en la competitividad mundial de las empresas europeas y ayudarlas a desarrollarse tecnológicamente para poder conquistar mercados civiles privados o públicos con productos de alta tecnología. EUREKA en el año 1987 financiaba 108 proyectos en las áreas de biotecnología y tecnologías biomédicas (12), comunicaciones (7), energía (5), medio ambiente y tecnología marina (6), informática y electrónica (36), materiales (11), robótica y producción (20) y transporte y urbanismo (11). Una parte muy importante del financiamiento de estos proyectos se da a través de créditos y subsidios para los laboratorios de investigación.

Como se puede ver, las universidades y centros académicos de investigación europeos participan activamente en el desarrollo tecnológico y estos programas enlazan centros de investigación y desarrollo de primer nivel de distintos países, junto con pequeñas y grandes empresas creándose así una red de interacción entre entidades académicas y empresas de distintas características pertenecientes a diferentes países, sumamente compleja y enriquecedora.

En América Latina se está haciendo el intento de aprovechar la experiencia de la CEE en este sentido, y en este momento se está gestando el Programa Bolívar.

La Argentina es uno de los pocos países de América Latina que ha tenido un desarrollo científico y tecnológico destacable. Esto ha influido positivamente en el desarrollo tecnológico empresario. Las empresas que requieren altas tecnologías han comenzado a recurrir a los centros académicos de investigación y desarrollo. Ejemplos de esto son el Centro de Virología Animal (CEVAN) que ofrece servicios de control de calidad de vacunas a empresas locales, los laboratorios de la Cátedra de Biotecnología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en los que se están haciendo varios desarrollos conjuntos con agroindustrias y el departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA ha habilitado un servicio de consultoría y asesoramiento para para empresas y particulares. La UBA ha creado una empresa para canalizar todo este tipo de convenios, UBATEC, que ofrece la posibilidad de llevar a cabo consultorías y desarrollos conjuntos con otras empresas interesadas. En la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), en el Laboratorio de Catálisis se están haciendo puesta a punto de procesos para diversas industrias químicas y se están diseñando nuevos catalisadores de alto rendimiento. En el Instituto de Tecnología Biológica (INTEBIO) también se han hecho convenios de desarrollos para industrias alimenticias de la zona. En el INTA se hacen desarrollos de punta para los sectores de la producción agropecuaria. Estos son sólo unos pocos ejemplos de los trabajos que se realizaron de una forma u otra con la participación de instituciones científico-académicas en la Argentina.

Nadie ignora el deterioro progresivo que han venido sufriendo las universidades y otras instituciones pertenecientes al sistema científico tecnológico en nuestro

país. Sin embargo hay pequeños nichos en los cuales se sigue haciendo investigación y desarrollo con un gran esfuerzo personal por parte de las personas que integran los grupos de trabajo.

Probablemente el país esté ante una oportunidad única de recuperar el terreno perdido en cuanto al desarrollo de la producción innovadora. Para esto es necesario tener la posibilidad de aprovechar y utilizar al sistema científico-tecnológico de la forma más eficiente posible.

En muchos casos los problemas son administrativos. Sería recomendable crear un sistema efectivo de enlace permanente entre los distintos centros de investigación en el país. Algunos de estos centros de investigación trabajan en forma bastante aislada y sin adecuada información sobre otros grupos de trabajo cuyos resultados les acortarían caminos y esfuerzo, ya sea por superposición o complementariedad de líneas de investigación. Esta organización debería además estar al tanto de mecanismos y oportunidades de obtener subsidios de organismos nacionales e internacionales, y debería disponer de una estructura de apoyo administrativo apta para poder cooperar con los grupos de investigación en la obtención de la información necesaria para el mejor aprovechamiento de los fondos.

También es necesario desarrollar y profundizar los instrumentos que estimulen la incorporación permanente de temas de trabajo novedosos y originales en los grupos de investigación científica y tecnológica.

Para esto hay que definir prioridades en cuanto al desarrollo de las líneas de trabajo, lo cual implica una revisión continua de las políticas científicas a aplicar, ya que el dominio sobre un campo del conocimiento que hoy parece no tener importancia tecnológica puede convertirse mañana en estratégico para desarrollar una nueva industria.

Coordinar el sistema científico-tecnológico nacional no requiere un gran esfuerzo económico, pero sí organizativo. La existencia de medios de comunicación económicos ya disponibles en el ámbito académico argentino tales como el correo electrónico facilitarían enormemente esta tarea. Esta propuesta puede tener objetivos más ambiciosos: sería útil establecer un organismo de

coordinación y cooperación científica latinoamericano teniendo en cuenta que hay países como Brasil, Chile, México, Cuba o Venezuela que producen ciencia y tecnología de muy alto nivel. Tal vez el Programa Bolívar sirva como base para llevar a cabo este tipo de iniciativas.

Por otro lado es necesario que haya también entre las empresas interesadas en aspectos innovadores de la producción un sistema de coordinación a nivel nacional que funcione como gestor de acuerdos de cooperación empresa-empresa o empresa-institución académica, facilitando la posibilidad de hacer joint-ventures y convenios de cooperación. De esta forma se generaría una estructura reticular cuyos nodos serían las empresas de innovación tecnológica y la matriz el sistema científico académico.

Por supuesto que también sería conveniente incorporar esta red a un sistema más amplio e integrarla a América Latina.

Es necesario crear más mecanismos de créditos de promoción y financiamiento para estimular el desarrollo de empresas de alta tecnología en conjunto con los grupos de investigación ya existentes, y promover la utilización por parte de éstas de la estructura universitaria y de investigación académica a través de proyectos de incubadoras de empresas. Es necesario que haya investigadores que salgan del laboratorio al mercado, pero también es necesario que los empresarios con vocación innovadora entren a los laboratorios.

Sin duda será provechoso hacer en el futuro actualizar los relevamientos de los grupos y temas de trabajo de potencial interés para generar a partir de ellos emprendimientos tecnológicos conjuntos de una forma más orgánica y sistemático que lo que se ha hecho hasta ahora.

**SUSTRATO CULTURAL, TRADICION TECNOLOGICA, EDUCACION. SU
IMPORTANCIA EN LA GENERACION Y EXITO DE LA ACTIVIDAD
INNOVADORA**

La innovación tecnológica es una planta que no crece en el desierto. Esta afirmación ha sido históricamente valedera en todas las etapas de cambio, desde la invención de la rueda y el alfabeto, la primera revolución agrícola, los grandes desarrollos del Renacimiento y la Revolución Industrial, hasta el descubrimiento del ADN, el invento del microchip, y la concreción de los viajes espaciales.

Se requiere, en cada etapa, terreno fértil y cuidadosamente roturado y preparado para lo que se desea hacer crecer y cosechar.

Las tecnologías, antiguas o innovativas, pueden ser trasplantadas. El ejemplo ya mencionado de Japón y, más recientemente, de los "tigres asiáticos" es demostrativo. Pero para que este trasplante se traduzca en una genuina absorción de las técnicas innovadoras y el subsecuente desarrollo de un país o una región, la sociedad que las recibe debe estar preparada para absorberlas, elaborarlas e incluirlas en su particular contexto social, económico y productivo.

Este proceso de absorción necesita de una serie de condiciones pre-existentes, sin las cuales el fracaso es el final más probable. Experiencias realizadas en el proceso de industrialización de algunos países de Europa Oriental en la década del 60, durante el cual se instalaron plantas químicas de mediana sofisticación, resultaron desalentadoras debido al incumplimiento de estas condiciones básicas.

Desde el inicio de los proyectos, los especialistas extranjeros -mayormente provenientes de Alemania Occidental- descubrieron que no tenían contrapartes idóneas para la elaboración y el análisis técnico, generando larguísima períodos de explicaciones y discusiones improductivas, lo que motivaba grandes demoras en la ejecución de la Ingeniería.

La cultura predominante otorgaba una aplastante importancia a los aspectos burocráticos y administrativos frente a los técnicos y económicos. El factor tiempo, sustancial para el Flujo de Caja Descontado, era prácticamente ignorado. La excelencia tecnológica y los rendimientos eran subestimados frente a criterios -en el mejor de los casos discutibles- de "solidez" de los equipos (identificada con equipos grandes y pesados), y facilidad de operación (prefiriendo equipamiento de concepción más antigua, coincidente con una baja calificación de personal operativo).

Una de las pretensiones planteadas fue la de diseñar instalaciones suficientemente sencillas para ser operadas por personal proveniente del campo, no habituado a tareas industriales.

Ya en la etapa de operación, las dificultades que se debieron enfrentar fueron de un nivel incomprensible para quienes no tenían una comprensión de la cultura y la educación en las regiones de implantación de esas industrias. La falta de una tradición en el manejo, contacto y comprensión aún de las tecnologías menos elaboradas, originó errores que derivaron en destrucción parcial de equipos de alto valor, pérdidas de producción, accidentes, y emisión de líquidos y gases peligrosos.

El ejemplo comentado ilustra acabadamente las dificultades para implantar y desarrollar tecnologías innovadoras en países y regiones en los que no existen tradiciones tecnológicas, actitudes culturales y niveles de educación adecuados. Afortunadamente, podemos considerar que, en términos generales, la situación de nuestro país es sustancialmente distinta.

En efecto, la alfabetización generalizada, un alto porcentaje de jóvenes que han completado o transitado algunas etapas de la escuela media, escuelas técnicas y de oficios, y una buena proporción de aspirantes al nivel universitario, representan una excelente base educativa para sustentar la incorporación de conceptos innovadores y la familiarización con los mismos.

Esto va acompañado por una actitud cultural abierta a nuevas ideas, nuevas técnicas y nuevos productos que no sólo son vistos favorablemente, sino sobre los cuales la sociedad tiene intereses y expectativas favorables. Las innovaciones tecnológicas son percibidas como valores positivos, y amplias porciones de la población consideran que modificará sus standards de vida favorablemente.

Esta actitud genera un deseo de conocerlas e incorporarlas, tomando como referencia la información que se recibe de los países industrializados. La profusión de revistas de divulgación tecnológica y su éxito editorial, así como la aceptación rápida de productos y técnicas novedosas, particularmente en el campo de la salud, las comunicaciones y los deportes, son índices elocuentes de una actitud social abierta a la innovación.

La creciente conciencia de la sociedad respecto de la protección del medio ambiente y los ecosistemas se está manifestando como una exigencia cada vez más perentoria de productos y procesos no contaminantes, que están obligando a las empresas productivas a efectuar inversiones para tener en cuenta esta nueva realidad replanteando, incluso, sus estrategias de fabricación y de comercialización. Esto, que se refleja a nivel político en la decisión de crear un organismo de regulación y control del medio ambiente de nivel nacional, con rango de Secretaría, también está originando la creación de empresas de servicios especializadas que han visualizado una nueva oportunidad de negocios genuinos en este campo.

El nivel medio de desarrollo alcanzado por la Argentina desde la década del 50, puso a la población, inclusive la proveniente del campo, en contacto con la tecnología y con las estructuras fabriles.

Ello se manifestó en la necesidad de realizar aprendizajes técnicos, teóricos y prácticos. en el manejo de equipos, su manutención, la incorporación masiva de conocimientos en técnicas agrícolas, incorporación de nuevos conceptos de disciplina y seguridad fabril.

Estos aprendizajes, realizados en un contexto de escasez de recursos financieros y técnicos, estimuló nuevas habilidades en técnicos, operarios y supervisores que debían resolver problemas sin los medios de sus equivalentes de los países industrializados. Tuvo lugar, como consecuencia, un proceso de "nacionalización" de la tecnología, estimulado por la política predominante de sustitución de importaciones. Desafortunadamente esta política, de protección indiscriminada, sólo resultó adecuada, con algunas excepciones mencionadas anteriormente, para adaptar tecnologías desarrolladas fuera del país, sin motivar a nuestro técnicos, operarios e ingenieros a desarrollos de alta eficiencia y rendimiento, competitivos con aquéllos.

Sin embargo, el agotamiento del modelo en la forma que se adoptó no pone en tela de juicio el hecho de que la mano de obra nacional, tanto manual como intelectual, entrenada para atacar y resolver nuevos problemas, generó una tradición de familiaridad con las técnicas de producción y organización que la convirtieron en fácilmente adaptable para absorber y operar sin excesivas dificultades tecnologías innovadoras que, en muchos casos, son reclamadas por estos estamentos.