

**NUEVA CONCEPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA
Y SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN**

Carlota Pérez

SPRU, Universidad de Sussex
Falmer, Brighton,
Inglaterra

Publicado en 1996, en *Cuadernos de CENDES*, Caracas,
Año 13 N° 31, Segunda Epoca, Enero-Abril, pp.9-33

NUEVA CONCEPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (*)

Carlota Pérez (**)

PALABRAS CLAVE:

Tecnología, Cambio Tecnológico, Política Tecnológica, Innovación, Competitividad, Sistema Nacional de Innovación, Cambio Institucional.

RESUMEN:

Este trabajo es una contribución al debate sobre el papel y la naturaleza de la política tecnológica en América Latina en el nuevo contexto para el desarrollo. Se parte de la transición en la economía mundial y de los cambios de patrón tecnológico y en los modelos gerenciales para explorar tres áreas de transformación de relevancia para el sistema nacional de inversión:

- 1- **El cambio en el papel de la tecnología**, señalando su creciente importancia como herramienta estratégica de empresa;
- 2- **El cambio en la concepción de la tecnología**, indicando cómo se han ampliado los ámbitos de acción innovativa y multiplicado los actores y los escenarios donde ocurre la innovación tecnológica y
- 3- **El cambio en el carácter de las políticas tecnológicas**, sugiriendo los criterios que habrían de guiar el diseño de formas efectivas y coherentes de apoyar los procesos de reconversión y el logro de una capacidad competitiva sostenida en las nuevas condiciones. Se discute finalmente la cuestión del marco institucional adecuado para abordar las nuevas tareas de la tecnología y el desarrollo. Para ello se utiliza la noción de Sistema (o Red) Nacional de Innovación como concepto ordenador para definir los múltiples y diversos modos de vinculación interactiva que habrá que establecer entre los diversos actores públicos o privados.

(*) Basado en la ponencia presentada en el Seminario Internacional sobre el Nuevo Contexto de la Política de Desarrollo Científico y Tecnológico, organizado en homenaje a Máximo Halty Carrere por CIID y OEA, Montevideo, diciembre de 1990.

(**) Venezolana, especialista en cambio tecnológico, investigadora honorarífica en SPRU, Universidad de Sussex, Inglaterra y Consultora Internacional.

RECONCEPTUALIZING TECHNOLOGY AND THE NATIONAL SYSTEM OF INNOVATION (*)

Carlota Pérez (**)

KEY WORDS:

Technology, Technological Change, Technology Policy, Innovation, Competitiveness, National System of Innovation, Institutional Change.

ABSTRACT:

This paper is a contribution to the debate about the role and nature of technology policy in Latin America in the new context for development. On the basis of the present transition in the world economy and the changes occurring in the technological paradigm and management models, three areas of transformation are explored: 1- **The change in the role of technology**, showing its growing importance as a strategic tool for the firm; 2- **The change in the way technology is understood**, pointing to the widening of the field for innovative activity and to the multiplication of the agents and of the places for making technological innovation, and 3- **The change in the character of technological policies**, suggesting criteria to guide the design of effective and coherent ways of giving support to reconversion processes and to achieving sustained capabilities for competitiveness in the new conditions. The final section discusses the question of the appropriate institutional framework to deal with the new issues of technology and development. For this purpose the notion of a National System (or Network) of Innovation is presented as an organizing concept to define the many different types of interactive linkages required among the various public and private actors involved.

(*) Based on the paper presented at the International Seminar on the new Context for Science and Technology Development Policies, organized in memory of Maximo Halty Carrere by IDRC and OAS, Montevideo, December 1990.

(**) Carlota Pérez, Venezuelan, specialized in technical change, honorary research fellow at SPRU, University of Sussex, England, and International Consultant.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. CAMBIO EN EL PAPEL DE LA TECNOLOGIA EN EL DESARROLLO	1
2. CAMBIO EN LA CONCEPCION DE LA TECNOLOGIA	3
Ampliación del ámbito de la innovación tecnológica	4
Multiplicación de los actores y los escenarios	4
Revalorización de los recursos humanos	6
Revalorización de la ciencia como inversión estratégica	7
3. CAMBIO EN LA POLITICA TECNOLOGICA	7
El apoyo en la búsqueda de la competitividad estructural	8
El nivel micro: la empresa	9
<i>Financiamiento</i>	10
<i>Recursos humanos</i>	11
<i>Servicios técnicos y de información</i>	12
<i>La cuestión de los subsidios</i>	13
Nivel macro: el espacio nacional	14
Nivel meso: la red, cadena o complejo productivo	15
4. EL SISTEMA (O RED) NACIONAL DE INNOVACION Y LAS NUEVAS FORMAS DE ACCION DEL ESTADO	16
BIBLIOGRAFIA	21

INTRODUCCION

América Latina enfrenta hoy un reto sin precedentes. Después de los años ochenta, unánimemente denominados la década perdida y de los inciertos procesos de recuperación de la primera mitad de los noventa, se plantea la imperiosa necesidad de reemprender el crecimiento en medio de críticas condiciones sociales. A nadie se le escapa la complejidad de la tarea. El contexto que influye sobre las posibilidades de éxito se caracteriza por la turbulencia y el cambio.

Entre las múltiples transformaciones que se están produciendo se encuentra una modificación profunda en el papel que juega -o puede jugar- la tecnología en el desarrollo. De haberse visto como una “variable” a tomar en cuenta, la tecnología, entendida en un sentido mucho más amplio, pasa a convertirse en la principal herramienta de la transformación productiva y su dominio en la condición fundamental para alcanzar y mantener la competitividad.

Esto lleva naturalmente a que se modifiquen las concepciones acerca de la tecnología y a que cambie también la política científico-tecnológica para responder acertadamente dentro del nuevo contexto. Este trabajo explora esas tres áreas de transformación. En la primera parte se examina el sentido en el cual se modifica el papel de la tecnología en el desarrollo. En segundo lugar se discuten los cambios necesarios en la forma de concebir la tecnología dentro del nuevo paradigma tecnológico y organizativo. Por último, se analizan las necesidades de apoyo a los procesos de reconversión, planteando las consecuencias prácticas en el terreno de las políticas y las acciones.

Todos estos puntos se desarrollan con el fin de enmarcar la noción de sistema nacional de innovación en el nuevo contexto. También se persigue fundamentar la necesidad de concebir las políticas tecnológicas y de desarrollo, no en sistemas centrales, sino en redes descentralizadas de múltiples actores y múltiples acciones, orientadas a fortalecer la capacidad innovativa de cada país.

La intención es contribuir, con un conjunto de reflexiones, a un amplio debate que consideramos urgente sobre las formas específicas que debe tomar la acción del Estado en esta nueva fase del proceso de desarrollo.

1. CAMBIO EN EL PAPEL DE LA TECNOLOGIA EN EL DESARROLLO

Durante el período de industrialización por sustitución de importaciones, la tecnología era una mercancía que se compraba a quienes la habían desarrollado y utilizado por muchos años y la

política tecnológica adecuada era una política de regulación del comercio de tecnología. Esto era sin duda así para el mundo de la producción, aunque desde el mundo especializado de la ciencia y la tecnología costara mucho aceptarlo. En la práctica, todo el conocimiento necesario para operar tecnologías maduras y optimizadas se obtenía afuera. En estas circunstancias no había razón para que se generaran demandas hacia la capacidad tecnológica local. La adquisición de los diversos componentes -diseño de planta, ingeniería del producto, entrenamiento, licencias, “know-how”, manuales de operación, asistencia técnica, mejoras, etc.- era objeto de contratación con los proveedores de origen.

Esta actitud estrictamente comercial y pasiva hacia la tecnología se veía fuertemente reforzada por el carácter exógeno de los determinantes de la rentabilidad en ese particular modelo de industrialización. El nivel de ganancias de una empresa no estaba asociado a su competitividad, su productividad o la calidad de sus productos; dadas las condiciones de protección y subsidios, las decisiones arancelarias, fiscales, etc. tenían un impacto decisivo sobre el desempeño económico de la empresa. Este contexto regulatorio fue aptamente denominado “instrumental de políticas tecnológicas implícitas” en el proyecto STPI desarrollado en los años setenta¹.

Esto significa que la tan lamentada falta de “puente” entre la capacidad local de generación de ciencia y tecnología era consustancial con el modelo de industrialización adoptado; no había en el aparato productivo ni necesidad de formular demandas hacia la tecnología local, ni capacidad para asimilar la posible oferta de innovaciones provenientes de ésta².

Las nuevas circunstancias inducen a cambiar radicalmente esta situación. Hoy la tecnología deja de ser una variable más a tomar en cuenta y se incorpora como herramienta estratégica fundamental, tanto a nivel de cada empresa como a nivel del país en su conjunto. Esto se debe a dos razones básicas, una de carácter temporal y la otra de carácter permanente. La primera es el hecho de estar atravesando un período de transición tecnológica; la segunda el hecho de que el patrón tecnológico emergente es intensivo en tecnología.

En lo inmediato, el objetivo de pasar del mundo cerrado de la industrialización protegida al mundo abierto de la competitividad internacional conlleva una profunda reestructuración del aparato productivo. La tecnología es el instrumento más efectivo para realizar con éxito esa transformación. En las transiciones está disponible un conjunto de tecnologías genéricas -tanto de equipamiento como gerenciales y organizativas- con las cuales modernizar, racionalizar y revitalizar el parque productivo instalado. Es esa disponibilidad relativa lo que abre en cada período de transición una ventana de oportunidad para dar un salto en el desarrollo³.

En esta ocasión, sin embargo, la tecnología está llamada a mantener su papel de herramienta estratégica fundamental aún después de la transición. La tecnología ocupa un lugar central en el nuevo modelo gerencial. La competencia es cada vez más global y más basada en ventajas dinámicas asociadas al dominio tecnológico. Gracias a las tecnologías computarizadas se han

¹SAGASTI et al. 1979

²En otros trabajos hemos desarrollado la hipótesis según la cual para el momento en que la sustitución de importaciones se constituye como estrategia de desarrollo, no había alternativas. El acceso a las tecnologías en pleno despliegue estaba vedado. Ni la autonomía tecnológica, propugnada por algunos como alternativa entonces, ni la apertura de fronteras y mercados, presentada hoy por otros como lo que siempre debió haber sido, eran opciones realistas. Las oportunidades de desarrollo son un blanco móvil y las estrategias para aprovecharlas tienen que ser igualmente cambiantes (PEREZ 1989 y 1992)

³PEREZ 1986 y 1992

facilitado y acelerado los procesos de innovación lo cual se refleja en la naturaleza cambiante de los mercados y en su creciente segmentación. La gerencia moderna busca adaptarse a esas condiciones dinámicas a través de un equipamiento cada vez menos rígido pero sobre todo con base en una organización flexible orientada al dominio creciente de la tecnología y apoyada en un personal cada vez más calificado y capaz de empeñarse en la mejora continua de productos y procesos.

No es por capricho o por moda que la palabra “competitividad” es la que se utiliza ahora donde antes se habría dicho “productividad”. Ser eficiente en el uso de los recursos es sólo un aspecto de la competitividad. Además de tener alta productividad y poder competir en precios, la empresa moderna compite en términos de capacidad para adaptarse a los requerimientos de diversos usuarios, para brindar múltiples servicios asociados a los productos, para cumplir con exigentes plazos de entrega y para alcanzar altísimos niveles de calidad ⁴.

En esas nuevas condiciones el dominio tecnológico local, dentro de la empresa y en su entorno cercano, es absolutamente vital. Por ello cobra gran importancia el conjunto de recursos humanos e institucionales desarrollado en cada país latinoamericano dentro del tradicional Sistema Científico-Tecnológico Nacional. Después de haber crecido en aislamiento relativo, éste representa hoy un reservorio invaluable de apoyo para la transformación del aparato productivo en lo inmediato y para su sobrevivencia y crecimiento en el mediano plazo. Volcar toda esa capacidad hacia la tarea de la modernización es el sentido que debería tener en nuestra opinión la política tecnológica en la actualidad. Pero esto requiere encontrar un lenguaje común y una forma conjunta de actuar entre dos mundos hasta ahora separados: el mundo de la empresa y el mundo de la ciencia y la tecnología.

2. CAMBIO EN LA CONCEPCION DE LA TECNOLOGIA

Los científicos y tecnólogos de América Latina, al igual que los teóricos y los agentes de la política tecnológica, siempre le dieron importancia al dominio de la tecnología y siempre le asignaron un papel central en la competitividad. El cambio que ocurre ahora es que, por razones que tienen que ver con la transformación tecnológica mundial, se dan las condiciones para que eso sea reconocido por todos a nivel social global y, en especial, por las esferas directamente ligadas a la producción.

Pero ese reconocimiento no se traduce fácilmente en acciones prácticas de enlace y colaboración. La construcción no de uno sino de mil puentes entre capacidad tecnológica y capacidad productiva requiere modificaciones profundas en las actitudes y las formas de interrelacionarse de los actores en uno y otro mundo. Los muros de desconfianza mutua, construidos durante décadas de funcionamiento con un patrón de industrialización que no exigía la interacción universidad-industria, requieren tiempo y esfuerzo para ser desmontados. Parte sustancial del esfuerzo requerido es establecer y acordar las bases conceptuales para el cambio de actitud.

⁴Aunque el término competitividad (PORTER 1995) tiende a imponerse, se ha propuesto también la ampliación del término “productividad” hasta incluir la calidad, el servicio al cliente, etc. (KUROSAWA 1982)

El punto de partida es el reconocimiento pleno y activo del **papel** estratégico de la tecnología en la competitividad. El complemento es la extensión del ámbito de lo que se entenderá por tecnología como herramienta en la competencia, así como la ampliación de los actores que llevan a cabo actividades tecnológicas y la multiplicación de los escenarios para ello.

Ampliación del ámbito de la innovación tecnológica

Dada la nueva importancia que adquieren los aspectos organizativos para la competitividad, ya no basta con enfocar los esfuerzos de innovación hacia productos y procesos. La tecnología organizativa y la forma de relacionarse con el mercado, han de ser igualmente objeto de actividades innovativas. La práctica internacional ha demostrado que poseer la más moderna tecnología de producto no basta para dominar el mercado. Un ejemplo palpable es el caso de la pérdida de competitividad de Estados Unidos frente a Japón. Durante varios años, el desarrollo y adopción de un modelo organizativo claramente superior al tradicional le dio ventaja a las empresas japonesas aún en casos donde las norteamericanas seguían siendo pioneras en tecnología⁵. El esfuerzo por rescatar esos espacios perdidos se ha centrado precisamente en la adaptación de esas nuevas prácticas gerenciales⁶.

Tampoco basta con el desarrollo de productos o procesos nuevos. El cambio incremental adquiere gran peso en la captación, conservación y ampliación de mercados. La mejora continua de los productos y procesos existentes, la superación de los cuellos de botella, la reducción del desperdicio, la solución de los problemas que originan fallas recurrentes en la producción, la eliminación de los defectos en los productos, la incorporación de mejoras y modificaciones para cumplir con requerimientos de los clientes, constituyen las metas cotidianas de una empresa competitiva. La experiencia ha mostrado que hay caminos que van de las series de cambios incrementales, a innovaciones de mayor envergadura. Estas prácticas también conducen a la capacidad para especificar los nuevos productos o procesos y los cambios menores o mayores, requeridos de proveedores tecnológicos externos a la empresa. En la práctica, es esa actividad innovativa constante dentro de las empresas la que contribuye a construir los “puentes” con la capacidad científica y tecnológica fuera de ellas

Por último ya no cabe seguir viendo a la industria como el terreno privilegiado para la incorporación de progreso técnico. Las actividades de extracción minera, la agricultura, la pesca, la banca, el transporte, el turismo y todos los servicios se tornan cada vez más intensivos en tecnología. La incorporación de informática, el uso de las telecomunicaciones modernas y la introducción de técnicas avanzadas como la biotecnología, hacen que el espacio para la innovación tecnológica y para las estrategias competitivas sea todo el espectro productivo⁷.

Multiplicación de los actores y los escenarios

Dentro del nuevo patrón tecnológico la tecnología, pasa a ser asunto de todos. Ya ni siquiera al interior de la empresa se mantiene la separación del departamento de investigación y desarrollo.

⁵DERTOUZOS et al.1989

⁶Business Week 1995

⁷ Ver, por ejemplo, MILES et al. 1988

Se ha podido demostrar que el uso de la planta como laboratorio directo⁸ y la colaboración estrecha y constante entre I&D, mercadeo, producción, ingeniería, mantenimiento y otros departamentos a lo largo del proceso de desarrollo de un producto o proceso es un modo mucho más efectivo y más rápido de realizar innovaciones que el esquema secuencial del pasado⁹.

También se derriban barreras e integran actividades en lo que concierne a departamentos como el de mantenimiento y el de control de calidad. Aquel pasa de la reparación de fallas a la innovación incremental para atacar las causas y continúa hasta las innovaciones sustantivas para armonizar mejor proceso y producto¹⁰. El de control de calidad tiende a convertirse en un laboratorio al servicio de los procesos de mejora continua, una vez que la calidad pasa a ser responsabilidad directa de los operadores. Incluso la actividad de ventas, dado el énfasis en satisfacer los requerimientos del usuario, asume más y más la forma de servicio técnico y exige a menudo realizar adaptaciones que pueden ser consideradas procesos de innovación.

En otras palabras, el nuevo modelo gerencial tiende a convertir el dominio tecnológico en parte del trabajo de cada uno. De una u otra manera se trata de incorporar a todo el personal y no sólo a ingenieros, científicos y tecnólogos, en el proceso innovativo.

Este cambio es difícil para los empresarios tradicionales. Tampoco es fácil para los especialistas aceptar esta multiplicación de los actores en el campo tecnológico y este desdibujamiento del departamento de I&D. Significa cambiar modos de trabajar, aprender a colaborar con una gama muy variada de personas, adaptarse a condiciones y ritmos distintos, dedicar tiempo a resolver pequeños problemas prácticos, ensuciarse las manos, ocuparse de costos, en fin, integrarse mucho más a la planta y a la empresa. La contrapartida es por supuesto la satisfacción de participar en procesos reales de cambio técnico.

Esta proliferación de actores y escenarios que ocurre dentro de la empresa tiene manifestaciones hacia el entorno, bajo la forma de procesos de cooperación técnica con los proveedores¹¹, con los usuarios¹² e incluso con los competidores en segmentos donde se da la complementación tecnológica¹³. También se multiplican las fuentes de apoyo técnico. Además de las universidades y los centros de investigación crecen los grupos de soporte técnico, la consultoría industrial y gerencial, los servicios especializados de ingeniería, las empresas de software y sistemas, las redes de información tecnológica y de mercado, etc.

Todo esto hace que la empresa moderna vea la tecnología a la vez como un área de alta gerencia y como algo de manejo cotidiano. Por supuesto que nada impide que uno siga distinguiendo la Ciencia y la Tecnología en su sentido más restringido de ese amplísimo abanico de actividades y servicios técnicos y organizativos que alimentan el dinamismo de la producción de bienes y servicios. Lo esencial es que se entienda que esas actividades de punta se ubican al extremo de un continuo y que es la existencia de todas las otras actividades y de todos los otros actores lo que hace posible la demanda y asimilación de la tecnología producida en la punta.

⁸BABA 1986

⁹REICH 1989

¹⁰SIRKIN/STALK 1990

¹¹LUNDVALL 1988

¹²VON HIPPEL 1988

¹³HAGEDOORN/SHACKENRAAD 1990

No obstante, personalmente considero que sería socialmente más fructífero aceptar la ampliación del concepto de Tecnología y separarlo de la Ciencia (dejando con ésta la investigación tecnológica básica). Creo importante devolverle a la tecnología su sentido original, mucho más sencillo, entendiéndola como “el arte, los métodos y los medios de hacer las cosas” y referirse a Desarrollo Tecnológico como la adquisición de capacidad para hacer las cosas cada vez mejor. Este reintegrar de la tecnología con la práctica cotidiana nos parece más cónsono con la dirección de las transformaciones actuales y más coherente con el nuevo paradigma organizativo. El desmitificar la tecnología abre la puerta para una amplia participación en el esfuerzo colectivo necesario.

Revalorización de los recursos humanos

También en el terreno de la calidad de los recursos humanos la empresa competitiva cambia radicalmente de actitud. Los especialistas en educación habían venido clamando en el desierto durante décadas; ahora es la empresa la que se empeña en elevar la calidad de la educación¹⁴. A medida que la competitividad de la empresa va dependiendo más de su capacidad de respuesta a condiciones cambiantes y de su disposición a la mejora continua, la empresa eleva su valoración de los recursos humanos dentro de la firma y de la disponibilidad local de servicios técnicos y asesoría tecnológica y científica.

Fue la mentalidad de la producción en masa la que supuso que la revolución electrónica y la robotización terminarían expulsando al ser humano del proceso productivo. Hoy, se hace cada vez más evidente que los recursos humanos son el activo más importante que posee una empresa para competir con éxito¹⁵.

Esta constatación está llevando a fenómenos que sin duda influirán sobre el rumbo del sistema educativo en los próximos años¹⁶. Los programas de entrenamiento del personal dentro de las empresas han crecido no sólo en volumen y frecuencia sino que en algunos casos llegan hasta niveles universitarios. En Japón se estima que casi la mitad de los post-gradados son organizados dentro de las grandes empresas y recientemente los grupos empresariales coreanos han empezado a seguir el ejemplo¹⁷. En Estados Unidos han proliferado las universidades corporativas¹⁸. En el caso de MOTOROLA, una de las principales empresas de la industria electrónica, el establecimiento de su propia universidad fue visto como el ápice de un vasto programa de inversión en educación, incluyendo la colaboración financiera y técnica con instituciones de todos los niveles del sistema educativo: desde la primaria para la re-alfabetización de su personal obrero, pasando por todos los niveles de formación técnica hasta la educación superior¹⁹.

Es interesante observar que países en acelerada industrialización como Corea y Taiwan han apoyado ese proceso con una rápida elevación del nivel de educación de la población y con una

¹⁴OCDE 1994; ALEXANDER 1994; NULTY 1992; WIGGENHORN 1992

¹⁵DETOUZOS et al. 1989; PETERS 1989; CROZIER 1989

¹⁶PEREZ 1991

¹⁷FREEMAN/HOBDAY 1990-91

¹⁸EURICH 1986

¹⁹WIGGENHORN 1990

masiva formación de técnicos e ingenieros en proporciones superiores a las registradas en Japón o Estados Unidos²⁰.

Revalorización de la ciencia como inversión estratégica

Las empresas más dinámicas en el mercado internacional están mirando la investigación científica y tecnológica básica como su mejor inversión estratégica. Ello a pesar de que muchos gobiernos están lejos de llegar a esa conclusión. El aumento de la investigación tecnológica dentro de la empresa²¹ y la formación de asociaciones de investigación entre empresas competidoras viene acompañada cada vez más de consorcios para el financiamiento de la investigación tecnológica básica en universidades²².

Pero, estos son cambios que ocurren en los países que ya están adoptando el nuevo estilo gerencial y tecnológico. Para que ocurran en toda América Latina es necesario crear las condiciones desde las dos puntas: por un lado, hace falta la presión de la competencia externa sobre el aparato productivo para desencadenar un proceso de reconversión²³. Eso es parte de lo que buscan las políticas de apertura. Por otro lado, tiene que haber un contexto institucional que facilite y favorezca la ruta de la modernización gerencial y tecnológica como la forma más segura de sobrevivir, crecer y prosperar en las nuevas condiciones. Esto exige una gran creatividad en el campo de las políticas en ciencia, tecnología y educación, así como en su articulación con las estrategias de desarrollo.

3. CAMBIO EN LA POLITICA TECNOLOGICA

En épocas de transición como la actual no es de extrañar que ocurran cambios tan profundos en roles, actitudes y concepciones. Las revoluciones tecnológicas no se limitan a modificar los equipos, los productos, las trayectorias tecnológicas y el modelo organizativo de una industria tras otra. Cada cambio de paradigma es un proceso de desmantelamiento del sentido común establecido y la construcción de un nuevo conjunto de principios de práctica óptima para el logro de la máxima eficiencia en las nuevas condiciones²⁴. Tampoco se limita el cambio al sector productivo. Para que se pueda desplegar todo el potencial de desarrollo que ofrece el nuevo

²⁰En esos países el 0.76% de la población son estudiantes en ciencias, matemáticas e ingeniería. La cifra en Japón es 0.40%, en Brasil 0.24% (FREEMAN/HOBDAY 1990-1).

²¹Y este fenómeno no se reduce a las empresas de los países más desarrollados. El salto en el desarrollo que ha dado Corea del Sur se acompaña de la aceleración del esfuerzo de investigación dentro de la empresa. En 1970, en ese país sólo una empresa contaba con un laboratorio de I&D. Para 1987 había ya 455 laboratorios dentro de las empresas. El número de profesionales en dichos laboratorios pasa de 925 en 1971 a más de 26.000 en 1987 (LINSU-KIM 1993 p. 370).

²²Algunos de estos consorcios han financiado incluso la construcción y el equipamiento de edificios completos para la investigación. Tal es el caso, por ejemplo, del laboratorio de Microsistemas del MIT (REIF 1991).

²³ Son muchos los autores que participaron en el debate sobre el sentido de la reconversión, algunos de los cuales fueron actores en la formulación de las políticas en Venezuela. Ver: VIVAS PEÑALVER 1995; RODRIGUEZ 1994; CEPROMI 1989; IRANZO/ALONSO 1990; PAEZ BRAVO 1992; RIQUEZES 1990; ALVAREZ/GARCIA 1991.

²⁴PEREZ 1992 pp.41-53

patrón tecnológico y organizativo, hacen falta transformaciones no menos profundas en el marco socio-institucional. Casi por definición, el marco existente es inadecuado, por haber sido instaurado para las viejas condiciones. Los procesos de destrucción creadora abarcan también a las organizaciones sociales, políticas y económicas.

Esto significa que no hay recetas simples en ningún campo. En especial no hay recetas simples en el campo de la acción gubernamental. Ya no es posible ubicarse en las instituciones existentes y preguntarse sobre cuáles deberían ser las políticas nuevas para ponerlas en práctica. Hay que empezar por identificar cuáles son las demandas y cuáles las acciones necesarias para cubrirlas, para luego preguntarse cuán adecuadas son las instituciones mismas para llevar a cabo esas acciones.

En esta sección exploraremos un poco este problema en lo que se refiere al campo de la tecnología, partiendo del reconocimiento de su nuevo papel en el desarrollo y específicamente en la actual transición. Para hacer esto, ya hemos examinado el mundo hacia el que ha de moverse la empresa, con sus múltiples necesidades de tecnología en el sentido amplio. Con base en esa comprensión veremos ahora cuáles son las tareas planteadas para realizar la reconversión y cuáles podrían ser las acciones públicas para apoyarlas.

En los países de América Latina y en el contexto de la transición actual creemos que el principal reto institucional en política tecnológica es el establecimiento de vínculos efectivos entre el potencial tecnológico y el aparato productivo. Eso en la práctica significa superar el aislamiento en el cual -unos más otros menos- se desarrollaron los sistemas científico-tecnológicos y encontrar canales institucionales para la interacción intensiva con las empresas en proceso de modernización.

Dada la especificidad de cada país y la diversidad de condiciones políticas no es posible encontrar una solución universal al reto de la vinculación. Sin embargo, como punto de partida para la reflexión institucional, cabe sugerir lo siguiente: es necesario volcar la capacidad tecnológica hacia el aparato productivo sin por ello debilitar la capacidad científica y formadora de recursos humanos. Las políticas de ajuste, apertura, reconversión y competitividad internacional requiere mucho más esfuerzo científico, educativo y tecnológico de lo que jamás fuera necesario con las políticas de sustitución de importaciones.

En lo que atañe al desarrollo tecnológico hay que tener dos grandes focos simultáneos de atención: uno la empresa y el otro las instituciones generadoras y difusoras de conocimiento. El primero tiene como objetivo apoyar el proceso de modernización y el logro de la competitividad. El segundo persigue garantizar que ese logro se mantenga y que el potencial de desarrollo del país se acreciente en el mediano y largo plazo. Ambos se orientan en última instancia a fortalecer la capacidad innovativa y de generación de riquezas en el espacio nacional. En este trabajo nos concentraremos esencialmente en las políticas dirigidas a apoyar el avance tecnológico de las empresas, en su proceso de reconversión y construcción de una plataforma competitiva. No nos ocuparemos del desarrollo de la capacidad para la investigación tecnológica en instituciones académicas u otras, fuera de las empresas. Tampoco abordaremos el terreno, no menos importante, del desarrollo científico.

El apoyo en la búsqueda de la competitividad estructural

Ya hemos visto como en el nuevo patrón tecnológico la competitividad no es alcanzable sin que el dominio tecnológico esté directamente en manos de la empresa. No porque sea autárquica en términos tecnológicos sino porque su forma de operar ha de ser tal que garantice la capacidad para generar e implementar procesos de mejora continua dentro de la empresa y para especificar y asimilar cambios provenientes de fuentes externas. En efecto, la empresa moderna no es un sistema aislado y cerrado sino el núcleo de una red de cooperación con clientes, proveedores, socios e incluso competidores. La empresa que sale a competir con éxito en el mercado internacional es sólo la punta del *iceberg*, la vanguardia expuesta de una extensa red anclada en la calidad del espacio económico y tecnológico donde opera. La competitividad, entonces, además de estar enraizada en la tecnología, es de carácter estructural²⁵.

Ello implica que la tarea de la reconversión ha de ocurrir en varios planos a la vez: a nivel micro, dentro de cada empresa; a nivel meso, en las relaciones inter-empresas a lo largo de cadenas y redes productivas y, a nivel macro, en el espacio económico nacional. Los tres niveles están interrelacionados de tal manera que la calidad de los resultados en cada uno influye en el potencial de mejora del otro y sólo su modernización simultánea conduce a la competitividad estructural.

Esto introduce gran complejidad tanto en las políticas de desarrollo como en las políticas tecnológicas. Las viejas políticas de “incentivos” estaban diseñadas para empujar al industrial a fabricar un producto prioritario, a moverse aguas arriba en la cadena productiva o a ubicarse en una zona rezagada. Generalmente se trataba de inducir grandes decisiones de inversión. Las decisiones que tiene que tomar el empresario ahora afectan su comportamiento cotidiano, sus relaciones con el personal, su interacción con los proveedores, su actitud hacia la tecnología, etc. y exigen, por lo tanto, una convicción interna que no puede ser forzada desde afuera. En estas nuevas condiciones se requiere definir una manera distinta de actuar para el sector público; pasar del manejo de planes, controles y subsidios compensatorios a la creación de redes de apoyo, mecanismos facilitadores y escenarios de concertación que contribuyan a estimular la innovación en todos los planos. Exploremos un poco lo que esto puede significar en cada uno de los niveles que determinan la competitividad estructural.

El nivel micro: la empresa

La responsabilidad fundamental por la modernización de la empresa recae sobre el empresario y el impulso principal en las condiciones actuales está dado por las políticas de apertura que lo someten a la presión de la competencia. Pero esa presión requiere un complemento que oriente la lucha por la sobrevivencia en la dirección de la reestructuración competitiva. Esto señala dos posibles caminos para la acción complementaria del Estado: una vertiente divulgadora que convenza a empresarios y gerentes de que la modernización gerencial y el dominio tecnológico son la ruta para maximizar la rentabilidad y el crecimiento. Y una vertiente facilitadora que brinde acceso a los medios necesarios para un proceso exitoso de modernización: recursos técnicos, humanos, financieros y de información.

La acción divulgadora puede ser transitoria, entre otras cosas porque el esfuerzo se multiplica a sí mismo en el tiempo, a medida que los ejemplos exitosos inducen procesos imitativos. Los

²⁵CHESNAIS 1986

puristas del libre mercado dirían que no hace falta. Sin embargo, hay dos razones que aconsejan realizar un intenso esfuerzo inicial de divulgación en el contexto latinoamericano. Una es la conveniencia de indicar salidas para contrarrestar la desmoralización que produce la suma de una década perdida con una súbita (o gradual pero inexorable) desprotección. Se trataría de desencadenar el proceso de aprendizaje en la dirección más fructífera. Otra es la necesidad de acelerar la difusión de información acerca del rumbo que está siguiendo el mercado mundial para evitar los errores más elementales al tratar de salir a exportar. Es una forma de romper un inevitable círculo vicioso, pues, en general, la información disponible sobre los cambios en las prácticas gerenciales tiende a ser directamente proporcional a la participación en el mercado internacional.

Las campañas de divulgación, fueron durante mucho tiempo el modo utilizado por el MITI japonés para inducir cambios masivos fundamentales en el comportamiento de las empresas²⁶. En menor escala, el gobierno británico mantuvo durante los años ochenta un programa para estimular la incorporación de microelectrónica en productos y procesos. Uno de los componentes básicos fue la campaña de concientización sobre el potencial de estas tecnologías²⁷. Actualmente, un programa similar mucho más amplio incluye información sobre técnicas organizativas modernas y otros factores que puedan ayudar a las empresas a competir en Europa²⁸.

Más allá de la propagación de información sobre las ventajas y las formas de modernización, la acción facilitadora del proceso es ciertamente indispensable en el contexto latinoamericano y probablemente requiera una red de instituciones más permanente. Aún partiendo de que es la empresa la que debe tomar la iniciativa y demostrar su capacidad en la competencia, una empresa innovadora o en proceso de renovación requiere que el entorno le pueda brindar ciertos recursos elementales: personal calificado, servicios técnicos y financiamiento para el tipo específico de actividades que constituyen los procesos de modernización e innovación.

Financiamiento

En relación al financiamiento, un error muy común al diseñar políticas es creer que lo más importante es bajar el costo, es decir subsidiar los intereses. En realidad nos hemos encontrado una y otra vez que los empresarios más dinámicos le dan mucha mayor importancia a la agilidad del mecanismo, a la falta de burocracia, a la adecuación del crédito a las necesidades específicas, a la flexibilidad en el tipo de garantías, a la provisión de mecanismos adaptados a cada propósito, etc.²⁹. El acceso oportuno a fondos dentro de esquemas adaptados a los requerimientos puede ser una ayuda más determinante que los subsidios (aunque estos últimos sigan siendo sin duda clave para la factibilidad de ciertos proyectos de I&D de alto costo y largo plazo de maduración).

Los procesos de modernización conllevan una gran cantidad de gastos en intangibles desde la contratación de asesores, pasando por el entrenamiento del personal y la reorganización física del equipo en la planta, hasta el costo de acceder al mercado internacional. Lo más usual en los sistemas de financiamiento existentes -privados o públicos- es limitarse a proveer fondos para la

²⁶JOHNSON 1987

²⁷BESSANT/RUSH 1985

²⁸DTI 1988

²⁹Sobre este tema ver TARNAWIECKI 1989.

inversión en equipamiento nuevo (que no en modificaciones o adaptaciones) o para capital de trabajo a corto plazo. Parte del ambiente facilitador que requiere el aparato productivo para hacerse competitivo y mantenerse allí es contar con una gama amplia de esquemas para obtención de fondos: préstamos a mediano plazo para intangibles, líneas de crédito flexibles para proyectos de mejora continua, financiamiento de proyectos de cooperación entre empresas o en conjunto con instituciones tecnológicas, fondos de garantía, fondos para preinversión, esquemas de arrendamiento de activos y decenas de otras formas de proveer fondos en el momento oportuno y de la manera adecuada.

Recursos humanos

Otro soporte esencial del proceso de modernización son los recursos humanos adecuados y las posibilidades de actualizar y elevar la capacidad del personal ya empleado. Las necesidades de apoyo en consultoría externa, abarcan un amplio espectro: consultores especializados en los productos y mercados específicos que la empresa atiende o en la tecnología específica, asesores en definición de estrategia y modernización gerencial; especialistas en informática, control, comunicaciones u otras tecnologías genéricas; consultores en organización y en técnicas modernas de gestión de calidad total, producción flexible, etc. Los requerimientos en entrenamiento también cubren la gama que va de las habilidades más generales hasta las más ligadas a los equipos, productos, servicios o tecnologías específicas de la empresa y desde los niveles obreros hasta la más alta gerencia. Por otra parte, se requieren profesionales - especialmente ingenieros- con conocimientos actualizados y una buena formación general al igual que técnicos con una base múltiple en destrezas y conocimientos para ser integrados al tipo de organización polivalente y flexible que caracteriza a la empresa moderna.

En este terreno es particularmente importante distinguir entre lo que son urgencias de corto plazo y lo que constituyen demandas a mediano y largo plazo. La formación de recursos humanos toma tiempo y garantizar un alto perfil educacional es parte de los objetivos a perseguir en el nivel macro. El reto en este período en lo que respecta a apoyar los procesos de modernización es encontrar la manera rápida de paliar las peores carencias de recursos humanos que encuentra la empresa en su entorno. Esto puede lograrse recurriendo a expertos internacionales o a apoyo de los socios externos así como maximizando el uso de la capacidad local donde quiera que ésta se encuentre. Según los casos se requiere asesoría directa a empresas individuales o grupos de empresas, provisión de personal calificado en forma temporal para objetivos específicos, entrenamiento de personal, de asesores o de entrenadores, modernización de institutos de formación de obreros y técnicos, seminarios y talleres de actualización para empresarios, gerentes de empresas, gerentes de instituciones educativas, dirigentes sindicales, dirigentes políticos, etc.³⁰.

Los actores son múltiples y los esquemas pueden tomar muchas formas combinando la cooperación internacional con esfuerzos del sector público -central o local- y del sector privado (el usuario y el proveedor de servicios).

³⁰Esto último puede parecer extraño pero hace falta porque la transición a una sociedad más innovativa y a un aparato productivo basado en el progreso técnico requiere también la reorientación de la dirigencia política.

A fines de los ochenta, en el área andina se llevó a cabo un programa, financiado por la CAF y realizado por FIM-Productividad de Venezuela, que entrenó a 300 consultores en reconversión de empresas. Muchos de estos realizan hoy su labor modernizadora como asesores externos o como gerentes. La intención fué formar y multiplicar la capacidad privada de consultoría en las nuevas técnicas organizativas y gerenciales para que esos consultores, empujados por su propio interés económico y profesional, se convirtieran en una fuerza de venta de la modernización empresarial, sin que el Estado interviniera, excepto para desatar el proceso.

También hay casos de empresas grandes, como el grupo SIVENSA en Venezuela, que al fortalecer FUNDAMETAL, su propio instituto de formación y actualización de recursos humanos, han visto que estaba en su interés ponerlo también a disposición de sus proveedores, para elevar su calidad. Estos, en su mayoría pequeñas y medianas empresas, se favorecen con el acceso rápido a entrenamiento relevante.

Uno de los grandes retos para las instituciones del sistema científico y tecnológico es encontrar formas eficaces de poner parte del personal entrenado en el pasado a la disposición de las empresas, de manera temporal o permanente. Los préstamos temporales, por ejemplo, tienen la virtud de familiarizar a los profesionales con la problemática tecnológica, cotidiana y concreta, lo cual enriquece su actividad de investigación al regreso. El traspaso permanente, aunque al principio parezca una pérdida irreparable, se ha demostrado en la práctica como un modo de establecer un vínculo efectivo entre institutos de investigación y aparato productivo³¹.

Servicios técnicos y de información

El tercer gran bloque de recursos para apoyar la reconversión empresarial son los servicios técnicos. Esto incluye servicios de prueba, diagnóstico, evaluación y certificación de conformidad con normas, mantenimiento, etc., pero también y fundamentalmente servicios de información de diverso tipo. Para brindar los primeros es mucho lo que pueden ofrecer desde el principio algunos de los institutos existentes y se supone que a medida que se desarrolle la demanda irán surgiendo empresas especializadas. Aquí queremos destacar de manera particular el problema de los servicios de información ya que ésta se convierte en un insumo crucial primero para la modernización y luego para mantener la competitividad. Bajo el nuevo patrón tecnológico quienes tienen acceso a información suficiente y oportuna gozan de una ventaja competitiva difícil de enfrentar de modo aislado por empresas alejadas de los centros dinámicos mundiales.

El espectro de áreas de información por cubrir es amplísimo: normas, reglamentos y leyes en los mercados de exportación, tendencias en calidad, volumen y precios, formas de mercadeo y distribución para productos específicos, tendencias tecnológicas en el corto y el largo plazo, fuentes de servicios e insumos especiales en el exterior, fuentes de tecnología, etc. Y cada uno de esos renglones -y cada uno de los muchos no mencionados- tiene aspectos generales y aspectos

³¹Una discusión sobre ventajas y desventajas en la experiencia venezolana en este sentido se encuentra en: MACHADO-ALLYSON/ESQUEDA 1989. En el contexto japonés tuvimos oportunidad de entrevistar a la gerencia de la empresa de telecomunicaciones NTT: según la cual, el haberle cedido la gerencia de producción a la sección de ingeniería de los centros de I&D, estableció un flujo bi-direccional de información y personas que incrementó muchísimo la efectividad en la selección de proyectos y en la transferencia de resultados.

que afectan a una industria o empresa de manera específica. Es fácil darse cuenta de cuán inútil sería el intentar montar un “sistema” de información centralizada para suplir esas necesidades (aparte de que sería un proyecto anacrónico). El desafío es facilitar el desarrollo de redes de múltiples entes y muchos actores, públicos y privados, nacionales e internacionales, regionales y locales, grandes y pequeños, por servicio o por actividad económica, con diversas maneras de captar, procesar y difundir información³².

La cuestión de los subsidios

Cabe afirmar que lo que la empresa necesita hoy para modernizarse es, en primer lugar, la convicción y la voluntad y, en segundo término, el mínimo de trabas y el máximo de acceso a los recursos y servicios necesarios para hacerse y mantenerse competitiva. En buena parte, los subsidios que daba el Estado bajo las políticas de sustitución de importaciones eran una compensación por las carencias del entorno y por su peso en los costos. Con el tiempo, esa compensación se convirtió en una fuente de rentas y en un desestímulo al esfuerzo por superar las carencias, tanto las internas de la empresa como las de los servicios externos. Peor aún esos subsidios llevaron a la desviación de fondos públicos por parte de quienes los manejaban y quienes los recibían. Ahora el esfuerzo se reorienta hacia la superación de las carencias, pero es de ilusos ignorar que las carencias siguen allí. ¿Cómo hacer entonces para resolver el dilema de dar a la empresa una oportunidad de competir en igualdad de condiciones sin caer en las distorsiones del pasado? Una idea que ha surgido para enfrentarlo es suministrar subsidios en especies tecnológicas³³.

De una u otra manera los gobiernos de casi todos los países desarrollados están subsidiando el esfuerzo tecnológico de sus empresas. Cuando se trata de empresas grandes el apoyo se orienta a subsidiar la investigación pre-competitiva o a propiciar la cooperación tecnológica entre empresas o con las universidades³⁴. En cuanto a las empresas pequeñas y medianas es raro el país desarrollado que no tenga un programa intensivo y multipropósito para fortalecerlas en diversos planos, incluido el tecnológico. Ya mencionamos concretamente el programa británico para propiciar la modernización.

Para que las empresas latinoamericanas vayan al mercado mundial o enfrenten la competencia de las importaciones en igualdad de condiciones, también será necesario destinar fondos públicos a apoyar la reconversión de las empresas. Quizás la mejor manera de garantizar que ese esfuerzo con recursos escasos se destine efectivamente a la elevación del dominio técnico y de la capacidad competitiva de la empresa es entregarlo, no en dinero desviable a otros propósitos, sino en apoyo técnico directo. Todos los servicios mencionados arriba -asesoramiento, entrenamiento, préstamos de personal calificado, pruebas de laboratorio, colaboración de institutos de investigación, información sobre mercados o sobre tecnología, acceso a bancos de datos, servicios de documentación, etc.-, representan gastos de tipo tecnológico donde el Estado

³²BEST 1990.

³³Este término se lo debo a Hugo NOCHTEFF. Lo usó en un Proyecto de ONUDI para el gobierno de Ecuador (abril, 1989).

³⁴EUREKA, RACE, ESPRIT, BRITE, BAP son los acrónimos de los más conocidos programas de financiamiento de la CEE para la promoción de la investigación tecnológica y el fomento de los vínculos entre empresas y universidades de distintos países de la Comunidad.

puede invertir los fondos de apoyo, permitiendo que dichos servicios sean brindados a las empresas que los requieran en condiciones favorables de costo y crédito. La ventaja no se limita al hecho de que los fondos tienen un destino cierto; el brindar el subsidio a través de proveedores de servicios fortalece a estas instituciones, sean públicas o privadas, e instaura vínculos de cooperación entre éstas y las empresas clientes que tenderán a perpetuarse más allá del subsidio.

Nivel macro: el espacio nacional

Todas estas formas de apoyo a la empresa en su proceso de reconversión contribuyen, de hecho, al mejoramiento del entorno y al aumento de las externalidades para realizar el potencial innovativo de cada empresa y facilitar el logro de sus propósitos competitivos. Pero hay por supuesto muchos otros elementos que conforman el espacio nacional y contribuyen a elevar o disminuir la competitividad estructural. Muchos de esos elementos son clara responsabilidad del Estado directa o indirectamente.

Entre estos se incluye la necesidad de establecer un clima de competencia con reglas del juego claras y estables, de tal forma que sea posible estimar los riesgos de inversiones e innovaciones y decidir correrlos. En segundo lugar se encuentra la infraestructura física, sea ésta propiedad del Estado o reglamentada por él. La calidad y extensión del servicio de las redes eléctricas, de telecomunicaciones, de transporte, etc., afectan de manera sustantiva las posibilidades de competir de todas las empresas usuarias. Esto se aplica particularmente a la red de telecomunicaciones por ser ésta el vehículo de transporte de la información, herramienta clave del actual patrón tecnológico. Por último se encuentra la infraestructura técnica, cuya importancia, como hemos visto es crucial y creciente. A ella pertenecen todas las instituciones del llamado Sistema Científico Tecnológico, todo el sistema educativo y de entrenamiento, las redes de bibliotecas y centros de documentación e información, los institutos de patentes, normalización y control de calidad, los servicios de estadísticas y en general, todos los servicios de asesoría, consultoría y servicios técnicos, sean estos públicos o privados.

En cierto modo, el orden en que presentamos los componentes que determinan la calidad del espacio nacional puede verse como la cronología de su visibilidad a medida que avanza el proceso de reconversión. Sin reglas claras y sin competencia no hay disposición a invertir -ni dinero ni esfuerzo- en la reconversión. Una vez tomada la decisión, al intentar competir internacionalmente, se manifiestan con enorme fuerza las fallas de la infraestructura física. Al avanzar más allá en la incorporación de capacidad técnica y empezar a operar con patrones modernos de gerencia, la empresa enfrenta las carencias del entorno en términos de recursos técnicos.

Pero ese no puede ser el orden en que la sociedad actúe para fortalecer los diversos elementos. Los tiempos de maduración de las inversiones en educación o capacidad tecnológica son muy largos. Los programas de mantenimiento de las diversas redes de infraestructura son en muchos casos de extrema urgencia, pues los daños pueden ser irreversibles, y los proyectos de inversión en ampliación y modernización de las mismas toman largo tiempo en materializarse. Esto señala

la necesidad de al menos intentar actuar simultáneamente en los tres terrenos para evitar el riesgo de un freno a los procesos de reestructuración en el futuro, por falta de previsión³⁵.

Nivel meso: la red, cadena o complejo productivo

Una empresa aislada, sea de donde sea, esta en desventaja en el mercado internacional. La empresa moderna establece lazos de interacción y de cooperación técnica con sus usuarios y proveedores, al igual que -en aspectos parciales- con toda una red de socios, incluidos sus competidores. La intensidad de las relaciones inter-empresas caracteriza la operación de los diversos modelos exitosos de la actualidad: los grupos empresariales tipo “keiretsu” japonés o “chaebol” coreano; los distritos industriales del norte de Italia y del sur de Alemania³⁶; las redes abiertas de cooperación múltiple de Silicon Valley³⁷ o entre las empresas de la industria electrónica mundial³⁸, etc.

Esta interacción implica la posibilidad y la necesidad de que cada empresa se especialice en lo que constituye su capacidad tecnológica básica³⁹ y busque relaciones estables de cooperación con proveedores de todo lo demás. Para lograr eso, el negocio en su conjunto tiene que gozar de ventajas comparativas en ese país o región para atraer una red suficiente de empresas. En otras palabras, la especialización estratégica de cada empresa se enlaza con la especialización estratégica del país o región donde opera⁴⁰.

Ello sugiere la conveniencia de actuar colectiva y deliberadamente para conformar redes, cadenas productivas, complejos regionales, etc., en base a ventajas comparativas de partida, con el fin de acrecentarlas y dinamizarlas en beneficio de la competitividad de cada empresa y del conjunto. Pero, el modelo de industrialización de América Latina enemistó a usuarios y proveedores. Las políticas que hacían obligatoria la incorporación de partes de producción nacional independientemente de su calidad crearon abismos de desconfianza y hostilidad que serán difíciles de cruzar. Ya nos hemos referido también a la escasa relación con los proveedores de servicios tecnológicos.

Aquí el Estado, bajo la forma de gobierno central, de autoridades locales o de empresas públicas, tiene un importante papel que jugar creando escenarios para la concertación, facilitando las negociaciones entre empresas, impulsando la cooperación de las empresas entre sí y con las universidades o institutos, al mismo tiempo que co-financiando el proceso de especialización estratégica. La manera específica de hacerlo tendrá que ser cuidadosamente diseñada para borrar todo rastro del autoritarismo que a veces caracterizó las intervenciones de los entes

³⁵ Una forma de optimizar el uso de los recursos en el corto plazo podría ser contratar a instituciones tecnológicas para que vuelquen su capacidad a apoyar el rescate de la calidad de una porción determinada de la infraestructura física. De esta manera se fortalecerían ambas redes y establecerían vínculos hacia el futuro. Algo similar se puede intentar entre Universidades y escuelas secundarias o entre empresas y escuelas técnicas. Para una serie de ejemplos de esto último, ver OCDE 1994

³⁶PIORE/SABEL 1984

³⁷SAXENIAN 1990

³⁸HAGEDOORN/SHAKENRAAD 1990; CHESNAIS 1986

³⁹Es nuestra traducción libre del inglés “core competence”. PORTER 1985; PRAHALAD/HAMEL 1990.

⁴⁰PORTER 1990. Ver también ANDERSEN/LUNDEVALL 1988.

gubernamentales en América Latina. El aprendizaje de las nuevas formas de inter-relación, no se limita al ámbito empresarial sino que abarca también a los organismos públicos.

Un último aspecto, que no debe dejar de mencionarse en relación al nivel meso, es la necesidad de superar las barreras institucionales que separan la minería, la agricultura, la industria, los servicios y la infraestructura. Las interacciones más dinámicas están ocurriendo en la interfase entre estas actividades -a lo largo de cadenas de transformación- y entre todas ellas y el mundo de la tecnología. Las flores que exporta Colombia y las frutas frescas que exporta Chile no contienen menos valor agregado tecnológico que los productos envasados; los barcos pesqueros pueden ser más sofisticados tecnológicamente y requerir mayor conocimiento para su manejo que una planta de procesamiento; las redes de mercadeo y distribución internacional -e incluso nacional- utilizan sistemas cada vez más modernos de informática y telecomunicaciones. Las ventajas competitivas más sólidas en bienes en capital se desarrollan en interacción con usuarios competentes en un área muy delimitada que bien puede estar dentro del sector primario o de servicios⁴¹.

En estas condiciones, el desarrollo de ventajas sistémicas requiere establecer fuertes lazos de interacción entre empresas y entre entes públicos tradicionalmente ubicados en “sectores” separados y enfrentados en sus intereses (a menudo como resultado de las políticas anteriores de industrialización). La especialización estratégica y la reestructuración productiva requerirán muchos procesos de negociación, cooperación y construcción de consenso atravesando viejas fronteras institucionales y gremiales. También allí el sector público tiene importantes iniciativas que tomar.

4. EL SISTEMA (O RED) NACIONAL DE INNOVACION Y LAS NUEVAS FORMAS DE ACCION DEL ESTADO

Como se habrá podido apreciar, el conjunto de acciones identificadas arriba para impulsar la reestructuración productiva y para acrecentar y mantener la capacidad competitiva podría conformar una política de desarrollo. Sin embargo, es tal el peso que tiene en ese conjunto la tecnología -tanto en el sentido lato como en el más restringido- que un amplísimo segmento del conjunto podría integrarse bajo el paraguas de la política tecnológica. En el fondo lo que ocurre es que, dada la importancia central que cobra la tecnología como instrumento para alcanzar la competitividad, no es posible separar la política tecnológica de la estrategia de desarrollo.

¿Qué puede significar esto desde el punto de vista institucional? ¿Cuál es el organismo público que debe o puede dirigir, coordinar, planificar y hacer el seguimiento de esta gama tan variada de servicios al aparato productivo? La respuesta es: ninguno. Ni un super-ministerio del desarrollo, ni un super-ministerio de tecnología, ni un organismo de alto nivel con representantes de todos los sectores involucrados puede aspirar a ser eficiente dirigiendo una tal variedad de acciones y una red tan vasta de actores.

⁴¹Es el caso de la especialización danesa en bienes de capital para toda la cadena láctea. Ver ANDERSEN/LUNDEVALL 1988; CASSIOLATO 1992.

Una forma de abordar la integración de estas políticas es pensando en términos de una política nacional de competitividad e innovación, sirviéndose de la acepción más amplia del concepto de “Sistema Nacional de Innovación” introducido por Lundvall y Freeman⁴².

A pesar de su utilización creciente en medios académicos⁴³ y de su gradual introducción en los medios de la política tecnológica, no existe consenso en cuanto a una definición del sistema nacional de innovación. Hay dos sentidos en uso: uno restringido y uno amplio.

En el sentido más estrecho, el Sistema Nacional de Innovación coincide esencialmente con lo que en América Latina hemos denominado Sistema Científico Tecnológico, colocado en muchos casos bajo un Ministro de Ciencia y Tecnología. La justificación del cambio de nombre es el uso del término “innovación”, es decir, la introducción comercial de progreso técnico, en contraste con las formas más académicas de la ciencia y la tecnología. Esto sirve para indicar que las instituciones públicas se reorientarán a apoyar al sector productivo, es decir, la introducción comercial de progreso técnico. Pero esa acepción es demasiado restringida y no satisface los propósitos integradores que buscamos. También minimiza la importancia independiente de la institucionalidad científica.

En el sentido más amplio, el Sistema Nacional de Innovación se entiende como todo aquello que afecta la capacidad innovativa, la actitud innovativa y las posibilidades de innovar en un espacio nacional. Esta concepción se emparenta con la visión amplia de la tecnología discutida arriba y nos permite englobar a todos los actores y todos los espacios relacionados con el progreso técnico en el aparato productivo, al mismo tiempo que la distingue del mundo académico y científico.

De hecho, Lundvall y sus colegas introdujeron el concepto como consecuencia de descubrir que la innovación era un proceso interactivo. Escogieron el término “sistema” para referirse a la red de vínculos de cooperación entre usuarios y productores que pasa por la búsqueda conjunta del aprendizaje mutuo⁴⁴ y culmina en avances tecnológicos determinados y en la creciente capacidad de todo el conjunto para identificar posibilidades de innovación y realizarlas. Ya Nathan Rosenberg había señalado el papel de las relaciones entre proveedores y usuarios en impulsar la superación de sucesivos desbalances y cuellos de botella tecnológicos, resultando en secuencias de innovaciones complementarias e incrementales⁴⁵. Este comportamiento interactivo, comprobado históricamente, se ha estado intensificando en los últimos tiempos al difundirse las prácticas modernas de cooperación tecnológica: las alianzas estratégicas, los acuerdos de complementación técnica, el modelo japonés de desarrollo de proveedores, los consorcios de investigación, las nuevas relaciones universidad-industria, la colaboración técnica con el usuario, etc.

La calidad, la frecuencia y la intensidad que puedan tener este tipo de interacciones en un espacio económico, junto con cuán denso sea el tejido de calificaciones, determinan hasta qué punto

⁴²LUNDVALL 1988; FREEMAN 1987 (Traducción al castellano 1993).

⁴³LUNDVALL ed. 1992; NELSON ed. 1993; DUTRENIT ed. 1994

⁴⁴Una contribución del grupo de Aalborg a la teoría del cambio técnico es la idea de “aprender interactuando”(ANDERSEN/LUNDVALL 1988), para ser incorporada a la familia de conceptos sobre la forma como el aprendizaje tecnológico contribuye a elevar la productividad. Estos conceptos son: “aprender haciendo” de ARROW 1962 y “aprender usando” de ROSENBERG 1982.

⁴⁵ROSENBERG 1979

puede cada empresa o cada institución concentrarse en su área de especialización estratégica. La posibilidad real de interactuar y complementarse con las otras empresas o instituciones del entorno es lo que permitirá a cada una desplegar al máximo su propio potencial tecnológico especializado e incrementar su competitividad en el mercado. A su vez, la capacidad de respuesta de instituciones como las educativas y las de investigación está en parte determinada por la calidad y variedad de la interacción con el aparato productivo y de la especificidad y rigor de sus exigencias.

Visto así, este “sistema” es mucho más como un sistema ecológico, donde lo importante son las interrelaciones en un conjunto armónico de múltiples participantes. Entendido de esta manera, puede decirse que todo país tiene un sistema nacional de innovación lo que podríamos llamar un “ambiente territorial para la innovatividad”, sólo que unos son pésimos y otros excelentes. En unos se da fácilmente la cooperación, en otros hay grandes resistencias; en unos hay canales de comunicación entre los diversos actores, en otros la práctica común son los compartimientos estancos; en unos el mundo educativo se comunica con el mundo de la producción para conocer sus necesidades y actualizarse constantemente, en otros los dos mundos se observan de lejos; en unos el sistema financiero se involucra en los proyectos concretos, los aspectos técnicos del mercado y las estrategias de largo plazo de sus clientes, en otros sólo se ocupa de mirar estados financieros y estimar tasas de retorno en el corto plazo; en unos los ingenieros o gerentes de la industria dan clases en la universidad y los profesores investigan en los laboratorios de las plantas industriales, en otros las puertas están cerradas en ambos lados para este tipo de colaboración cotidiana.

La tarea entonces no sería “montar” un sistema de innovación, como puede ser el caso con el Sistema de Ciencia y Tecnología o el Sistema Educativo. Es más, para evitar confusiones, quizás sería preferible -en lugar de hablar de “sistema”- referirse a una “red” nacional de innovación. El objetivo sería mejorar, fortalecer y dinamizar los vínculos en la red existente.

En la práctica, eso implica actuar desde todos los ámbitos de la política de desarrollo, desde todas las instituciones y desde todas las empresas para multiplicar las interconexiones, hibridar competencias, establecer canales de información mutua, incrementar las comunicaciones directas e informales, crear oportunidades de colaboración alrededor de problemas específicos, en fin, derribar barreras, abrir compuertas y estimular la acción conjunta en todos los puntos posibles. Debe quedar claro que todo esto sólo es logable en la medida en que los actores vayan descubriendo que la cooperación los beneficia de manera concreta. Sólo la comprobación gradual del interés mutuo en participar en juegos de suma positiva puede crear vínculos de confianza que perduren y se fortalezcan.

Pero hay otro aspecto importante de estas redes de innovación. Al usar el adjetivo “nacional”, el grupo de Aalborg quería enfatizar el sesgo de especialización que tiene cada sistema de innovación por el hecho de estar en un país concreto. En Islandia el sistema de innovación es infinitamente superior en el área de pesca que en lo que se refiere a otras tecnologías no asociadas a su experiencia y capacidad productiva. El ejemplo de Dinamarca, que sirve de punto de partida para el desarrollo de estas ideas, muestra como la especialización en productos lácteos fue acumulando experiencia específica, desde el nivel del trabajador más sencillo hasta el del tecnólogo más calificado, pasando por ingenieros, empresarios y gerentes en las empresas de productos finales y en las de sus proveedores. Esto fue haciendo cada vez más fácil avanzar por una ruta de creciente sofisticación tecnológica en todos los puntos de la red de interacción y a todo lo largo de la cadena de transformación. Es lógico suponer que la acumulación de

experiencia en un área productiva específica eleve la capacidad de interacción innovativa, permitiendo a los diversos actores especificar necesidades tecnológicas, participar en su solución y evaluar su efectividad. Esto coincide plenamente con las constataciones de Porter en cuanto a las fuentes de las “ventajas competitivas de las naciones”⁴⁶.

Esto significa que el sistema o red de innovación de un país está anclado en un espacio geográfico, económico y social específico. Además de definirse por el nivel de capacidad para interactuar e innovar, el sistema se distingue por tener áreas de mayor dinamismo potencial en función de las fuentes de experiencia aprovechables, surgidas de la tradición y la especialización productiva. Este sesgo, tiende a coincidir con las áreas de ventajas comparativas -tanto estáticas como dinámicas- de cada país, con lo cual indica también posibles caminos de especialización estratégica. Las decisiones de los actores en el sector productivo, las políticas públicas y la capacidad de concertación entre ambos determinarán si este sesgo se sabe aprovechar al máximo en el proceso de reestructuración en los países de América Latina.

En resumen, la creación de un ambiente de innovación permanente a lo largo y ancho del tejido social, fortaleciendo los ejes de desarrollo de ventajas comparativas dinámicas, sería la base para impulsar la transformación productiva y aprovechar las nuevas oportunidades que ofrece un paradigma basado en la mejora continua y la intensidad tecnológica.

Sirviéndonos entonces de esta visión podemos retomar la cuestión institucional. Reconocer que el fortalecimiento del sistema o red nacional de innovación es probablemente uno de los medios más eficaces para acrecentar el potencial competitivo del espacio nacional tiene una consecuencia práctica: el acento en las políticas de desarrollo y en las políticas tecnológicas ha de ser **PROMOVER LA INTERACCION INNOVATIVA**.

Este lineamiento sirve para guiar la acción de cualquier organismo, de cualquier gobierno local y de cualquier institución, sin necesidad de una coordinación central única. Al igual que en el nuevo modelo de gerencia, la coherencia de millares de decisiones y acciones tomadas por unidades semi-autónomas resulta de la definición de un rumbo estratégico común y del establecimiento de criterios compartidos. Es más, cada proceso de interacción tiene que producirse alrededor de un propósito específico, sea éste amplio como el desarrollo concertado de una cadena productiva o zona geográfica o más focalizado como la solución de un problema técnico, un problema social o un problema de mercado. Dado que cada proceso exige la confluencia de actores directos, con competencias específicas, procedentes de diversos organismos, instituciones, grupos o empresas, la coordinación se va produciendo en el sitio donde hace falta: en el lugar de los hechos.

No obstante, en última instancia, el desarrollo y el crecimiento van a depender de cuán exitosamente se desencadenen la iniciativa, la creatividad y la disposición a la inversión y al riesgo en el sector productivo mismo. Ninguna cantidad de esfuerzos del sector público por fomentar la interacción innovativa puede superar la falta de un ambiente facilitador, de un marco regulatorio apropiado, con reglas claras y estables y un ambiente macroeconómico favorable. Analizar el marco existente, limpiarlo de trabas y llenarlo de estímulos, es una irrenunciable tarea del Estado, para crear un clima propicio a la inversión y a la búsqueda de la competitividad.

Pero, detenerse allí es claramente insuficiente. La importancia que cobra el dominio tecnológico para la sobrevivencia de la empresa y el hecho de que la competitividad sea estructural y

⁴⁶PORTER 1990

sistémica coloca sobre el Estado, como representante de la sociedad, una enorme responsabilidad. Saber ejercerla sin los vicios del pasado no es tarea fácil. Por lo que aquí hemos discutido, la complejidad de la tarea y el sinnúmero de obstáculos a remontar requiere del sector público desplegar una intensa actividad. No para planificar, dirigir y controlar, porque eso ahoga la creatividad de los actores, sino para ejercer un verdadero liderazgo y promover el desarrollo de esa creatividad.

El Estado que guiará los procesos exitosos de desarrollo en esta nueva fase será necesariamente distinto del que presidió sobre el proceso de industrialización por sustitución de importaciones. Sin embargo, más que cambios en la estructura, lo esencial es la modificación profunda en los modos de funcionamiento y los patrones de comportamiento de los funcionarios; un reaprendizaje de roles y una reorientación de las funciones y los objetivos. Es a partir de los muchos experimentos -errados o exitosos- en el esfuerzo por diseñar esa nueva manera de actuar, como se irán decantando las políticas y medios efectivos e identificando las estructuras y organismos adecuados.

Este no es un proceso fácil. Si la destrucción creadora en el aparato productivo enfrenta resistencias, la destrucción creadora en el campo de las instituciones, en particular las del Estado, produce grandes choques sociales, culturales y políticos. Ese rechazo y esa inercia, aparte de la dificultad inherente a la innovación organizativa, están anclados en hábitos y en intereses creados. En la particular situación latinoamericana, la estéril dicotomía entre libre mercado y estatismo ha impedido desarrollar un amplio debate sobre el carácter de la transición actual y sobre la forma específica que debe tomar la acción del Estado para apoyar la reestructuración necesaria⁴⁷. Las reflexiones que aquí hemos presentado desean ser una contribución concreta para alimentar esa discusión.

⁴⁷El documento “Transformación productiva con equidad”, elaborado por el desaparecido Fernando Fajnzylber desde la CEPAL, es una importante excepción en ese sentido y puede servir de punto de partida para ese debate. Ver también los informes del Programa de la OCDE sobre la tecnología y la Economía TEP 1991 y 1992.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, L. (1994) "Breaking the mold" en **Business Week**, 17 de octubre
- ALVAREZ V. y GARCIA H. (1991) **Política Industrial de Venezuela: en Búsqueda de la Competitividad Internacional**, CAF / JUNAC / CEE / ANDI, Bogotá
- ANDERSEN, E.S. y LUNDVALL, B. (1988) "Small national systems of innovation facing technological revolutions: an analytical frame-work", en FREEMAN y LUNDVALL eds., **Small Countries Facing the Tecnological Revolution**, Pinter Publishers, Londres y N.Y. pp. 9-36
- ARROW, K.J. (1962) "The economic implications of learning by doing", **Review of Economic Studies**, Vol. XXIX, No. 80
- BABA, Y. (1986) **Japanese Colour-Tv firms, Decision-Making from the 1950's to the 1980's**, Tesis de Doctorado, Universidad de Sussex
- BESSANT, J. y RUSH, H. (1985) **Evaluation of the Microelectronics Applications Programme**, Reporte a la DTI (Ministerio de Industria y Comercio), Londres
- BEST, M. (1990) **The New Competition: Institutions of Industrial Restructuring**, Polity Press, Oxford y Cambridge
- CASSIOLATO, J. (1992) "The User-producer connection in high tech: A case study of banking automation in Brazil" en SCHMITZ, H. y CASSIOLATO, J. eds., **High Tech for Industrial Development**, Ed. Rutledge, Londres
- CEPAL (1990) **Transformación Productiva con Equidad**, Santiago de Chile
- CEPROPMI ed. (1989) **Proceso de Reconversión Industrial de la Pequeña y Mediana Industria**, CEPROPMI, Caracas
- CROZIER (1989) **L'Enterprise a l'ecoute: Apprendre le Management Post-Industriel**, Interditions, Paris
- CHESNAIS, F. (1986) "Science, technology and competitiveness" **STI Review**, No. 1, Otoño, OCDE, París
- DERTOUZOS et al. (1989) **Made In America**, The MIT Press, Cambridge, Mass. y Londres
- DORE, R. (1987) **Taking Japan Seriously**, The Athlone Press, Londres
- DTI (1988) **The Enterprise Initiative**, Londres
- DUTRENIT G. ed. (1994) "Sistemas nacionales de innovación: espacios para la competitividad", Edición especial **Comercio Exterior**, Vol. 44, núm. 8, México, agosto
- EURICH, N. (1986) "Escuelas superiores corporativas" en **Perspectivas Económicas**, No. I, pp. 42-48
- FREEMAN, C. (1993) **El Reto de la Innovación: La experiencia de Japón**, Ed. GALAC, Caracas
- FREEMAN, C. y HOBDDAY, M. (1990-1991) **Informes de Visitas a Japón y Corea**, SPRU, Univ. de Sussex
- HAGEDOORN, J.; HAKENRAAD, J. y CHESNAIS, F. (1990) "Technical cooperation agreements between independent firms: novel issues for economic analysis and the

- formulation of national technological policies”, **DSTI Review**, No. 4, verano-otoño, OCDE, París
- HAGEDOORN, J. y HACKENRAAD, J. (1990) “Inter-firm partnerships and co-operative strategies in core technologies” en FREEMAN, C. y SOETE, L., eds., **New Explorations in the Economics of Technical Change**, Pinter Publisher, Londres y N.Y., pp. 3-7
- IRANZO C. y ALONSO O. (1990) **Modernización de empresas: Factores condicionantes de su inicio y desarrollo**, C.A.F./ ILDIS /FIM Productividad / CENDES, Caracas
- JOHNSON, C. (1982) **MITI and the Japanese Miracle**, Stanford University Press, Stanford, California
- LINSU KIM (&&&)
- LUNDVALL, B-A. (1988) “Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation”, en DOSI, G. et al. eds., **Technical Change and Economic Theory**, Pinter Publishers, Londres y N.Y. pp. 349-369
- MACHADO-ALLYSON, C.E. y ESQUEDA, P. (1989) **Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico: Modelos, Transferencia de Recursos Humanos y Estrategias**, Fundación Instituto de Ingeniería, Caracas
- MILES, Y.; RUSH, H.; TURNER, K. y BESSANT, J. (1988) *Information Horizons* , Edward Elgar, Aldershot
- NULTY, P. (1992) “I have a dream”, Education Special Report, **Fortune**, noviembre, pp. 86-101
- OCDE (1994) **Escuelas y Empresas. Alianza Clave Para la Competitividad**, Editorial GALAC, Caracas
- PÁEZ BRAVO, T. (1992) **Competitividad: Estrategia Nacional?** Ed. ILDIS / Nueva Sociedad, Caracas
- PEREZ, C. (1986) "Las Nuevas Tecnologías: Una Visión de Conjunto", en COMINAMI, ed. **La Tercera Revolución Industrial**, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, pp.43-90
- (1989)A “Technical change, competitive restructuring and institutional reform in developing countries”, SPR Publications, Discussion Paper No. 4, **Banco Mundial**, Washington D.C., diciembre
- (1989)B “Tecnología, Competitividad Estructural y Mercado Interno”, comentarios presentados en el **Seminario Enfoques Estratégicos para la Integración**, BID-INTAL, Buenos Aires, abril
- (1991) “Nuevo Patrón Tecnológico y Educación Superior: Una Aproximación desde la Empresa” en G.LOPEZ-OSPINA ed., **Retos Científicos y Tecnológicos**, Vol. 3, pp.23-49, UNESCO, Caracas
- PETERS, T. (1989) **Thriving on chaos: Handbook for a Management Revolution**, Pan Books, Londres
- PIORE, M.J. y SABEL, C.F. (1984) **The Second Industrial Divide**, Nueva York, Basic Books
- PORTER, M. (1985) **Competitive Advantage: Creating And Sustaining Superior Performance**, The Free Press, Nueva York
- (1990) **The Competitive Advantage of Nations**, The Free Press, New York

- PRAHALAD, C. y HAMEL, G. (1990) “The core competence of the corporation”, **Harvard Business Review**, mayo-junio
- REICH, R. (1989) “El Camino hacia el Poderío Técnico”, edición castellana del **Scientific American**, Vol. 261, No. 4, Oct., pp. 10-17
- REIF, R. (1991) “Consortio industrial para la investigación en Microsistemas en el MIT”, **Simposio Actualidad e Impacto de la Microelectrónica y Telecomunicaciones**, FINTEC, Caracas
- RIQUEZES H. (1990) “Competir para sobrevivir” en **Investigación y Gerencia**, N°7, Ed. S.E., Caracas
- RODRIGUEZ, S. y &&&. (1994) **Hacia una Política Nacional de Competitividad. Propuesta de Políticas para el Sistema de Industria y Comercio y Bases para la Creación del Ministerio de Industria y Comercio**, Ed. FIM-Productividad, Caracas
- ROSENBERG (1982) “Learning by Using” en ROSENBERG, **Inside the Black Box: Technology and Economics**, Cambridge University Press, Cambridge, Londres, N.Y., pp. 120-140
- ROSENBERG, N. (1979) “La dirección del cambio tecnológico: mecanismos de inducción y sistemas de enfoque” en ROSENBERG, N., **Tecnología y Economía**, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, traducción del original de 1976, pp. 120-139
- SAGASTI, F. et al. (&&&) **Science and Technology Policy Instruments, Series of Reports**, IDRC, Ottawa. El seminario para el cual fue preparado este trabajo se organizó en homenaje a Máximo Halty Carrere, un activo participante en ese proyecto.
- SAXENIAN, A. (1990) “Regional networks and the resurgence of Silicon Valley”, **Californian Management Review**
- SIRKIN, H. y STALK, G. (1990) “Fix the process, not the problem”, **Harvard Business Review**, julio-agosto, pp. 26-33.
- TARNAWIECKI, A. (1989) **El Financiamiento para el Desarrollo Tecnológico**, Informe para la JUNAC, proyecto patrocinado por JUNAC/CIID/CEE, enero, Lima
- TEP (1991) “The technology/economy programme” **Technology in a Changing World**, OCDE, París
- (1992) “The technology/economy programme” **Technology and the Economy. The Key Relationships**, OCDE, París
- VIVAS PEÑALVER, L. (1995) **Crónicas de un Tecnócrata en Apuros. Para que el País no se Olvide**, Ed. Panapo, Caracas
- VON HIPPEL, E. (1988) **The Sources of Innovation**, Oxford University Press
- WIGGENHORN, W. (1990) “Motorola U: when training becomes an education”, **Harvard Business Review**, Vol. 68, No. 4, julio-agosto
- WIGGENHORN, W.; SERRITELLA, V.J. y ROMERO B., C. (1992) “La integración de esfuerzos para la formación de personal”, en **Gerencia 92 Competir para Ganar**, VII Congreso Venezolano de Ejecutivos, noviembre, Tomo Y, pp. 205-219