

## **CAMBIO TECNOLÓGICO Y SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: ELEMENTOS PARA LA TEORÍA Y LA POLÍTICA DEL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO**

**Jesús Peña Cedillo**  
**Universidad Simón Bolívar**  
jpenac@usb.ve

---

### **RESUMEN**

En este trabajo se presentan las tesis fundamentales sobre el cambio tecnológico y su impacto sobre el desenvolvimiento de las sociedades y las economías en el largo plazo, con el necesario abordaje que en el nivel nacional debe darse a la atención del fenómeno de la innovación. Se destaca que las innovaciones interrelacionadas derivadas de los procesos de cambio tecnológico, no se reducen solamente a las puramente técnicas, sino que éstas se entremezclan con innovaciones sociales, organizativas y gerenciales. A partir de allí, se pone de relieve la inadecuación de las visiones lineales de la innovación y las políticas que se les asocian, y se señala la importancia crucial del concepto de Sistema Nacional de Innovación, una visión sistémica y evolutiva a partir de la cual se pueden estructurar las políticas transversales vinculadas con la innovación y el desarrollo socio-económico.

**PALABRAS CLAVES:** Cambio tecnológico; Sistema Nacional de Innovación; Evolucionismo; Institucionalismo; Desarrollo

### **TECHNOLOGICAL CHANGE AND NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION: ELEMENTS FOR THEORY AND POLICY ON SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT**

### **ABSTRACT**

This work addresses the fundamental thesis that deal with the debate on technological change and their impact on social and economic development in the long term, with the necessary attention on innovation at a national level. We highlight the fact that interrelated technical innovations derive from

technological change intertwined with social, organizational and managerial innovations. Taking the latter as a starting point, we also highlight failures of lineal models of innovation, and inadequacy of policies resultant from such visions. We also underline the crucial importance of the 'National System of Innovation', a systemic and evolutionary concept from which policies linked to social, economic and institutional goals for development can be structured..

**KEYWORDS:** Technological change; National System of Innovation; Evolutionism; Institutionalism; Development

## **CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE ET SYSTEMES NATIONAUX D'INNOVATION : ELEMENTS POUR UNE THEORIE ET UNE POLITIQUE DU DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE**

### **RÉSUMÉ**

Ce travail présente les thèses fondamentales concernant les mutations technologiques et leur impact sur le développement des sociétés et des économies « longues », en intégrant, à l'échelle nationale, le phénomène de l'innovation. On distinguera les innovations en interrelations, dérivées des processus de changement technologique, qui ne se réduisent pas à des innovations purement techniques, mais qui interfèrent également avec des innovations sociales d'ordre organisationnel ou gestionnaire. Sur ces bases, on mettra en relief l'inadéquation des conceptions linéaires de l'innovation et les politiques qui leur sont associées. On signalera l'importance cruciale du concept du Système National d'Innovation, d'une vision systémique et évolutive à partir de laquelle peuvent se structurer les politiques transversales liées à l'innovation et au développement socio-économique.

**MOTS-CLÉS:** changement technologique , Système National d'Innovation, évolutionnisme , institutionnalisation , développement.

---

## **1. Introducción**

El interés por el cambio tecnológico y la innovación, y cómo estos fenómenos se insertan en las políticas económicas nacionales, ha venido creciendo notablemente por más de una década; y ello se expresa en que las políticas industriales, tanto en los países desarrollados como en la mayoría de los subdesarrollados, incluyen cada vez más explícitamente el componente tecnológico

Efectivamente, la capacidad de innovación es considerada como el más decisivo factor individual en la determinación de la competitividad de organizaciones y países en el contexto del modelo de globalización actualmente imperante (entre muchos otros: Ebner, 2000; Thurow, 2000; Tushman y O'Reilly, 1999; Freeman y Soete, 1997; Utterback, 1994; Romer, 1994). No es de extrañar, por tanto, que las acciones gubernamentales en el área se encuentren entre las más importantes políticas públicas que tratan de desplegarse a lo largo y ancho del planeta (véanse, entre muchos otros, Russian Federation (2001), para el caso ruso; Commission of the European Communities (1997) y Cowan y van de Paal (2000), para el caso europeo; French Ministry of Industry (1999), para la perspectiva francesa; Suh (2000), para el caso surcoreano; Ministerio de Economía de Chile (1997), que

ejemplifica la estrategia chilena; y Porter y Stern (1999) y Committee of Advisors on Science and Technology (2000), para la visión norteamericana).

Aunque debe reconocerse que en muchas oportunidades –en particular en nuestros países– esas acciones gubernamentales se reducen más a referencias retóricas que a prácticas reales, los resultados en aquellas sociedades que han atendido con seriedad el cambio tecnológico y la innovación se muestran como una evidencia clara de su impacto en el crecimiento y el desarrollo.

En ese sentido, el objetivo de este trabajo es identificar las claves fundamentales de esos fenómenos, para poder abordarlos adecuadamente en la práctica gubernamental, económica y social. Con este propósito, estaremos desplegando -fundamentalmente vía inducción, pero apelando a elementos de la teoría económica y de la ciencia política- la visión sistémica y evolutiva de los fenómenos de innovación en las sociedades modernas, poniendo de relieve las consecuencias que tal perspectiva tiene sobre nuestro manejo de los aspectos económicos y políticos.

## **2. Los paradigmas tecnológicos como fundamentos del cambio en la vida económica**

El final del siglo XX y el comienzo del siglo XXI nos ha permitido presenciar el despliegue de una nueva transición tecnológica global, con serias consecuencias para las oportunidades de desarrollo. Tal fenómeno no es completamente inédito, la historia de la humanidad en general, y de las sociedades capitalistas en particular, ha atravesado por períodos de intensa transformación tecnológica en varias oportunidades. En particular, debe

hacerse referencia a los estudios relacionados con las ondas largas de Kondratiev (o de van Gelderen), para colocar en su contexto esas macrotransformaciones (véanse, por ejemplo, los trabajos que desde perspectivas muy diversas se encuentran en Sundbo, 1998; Mandel, 1975; Freeman, Clark y Soete, 1982; Rostow, 1978; y Maddison, 1998).

Para entender la significación de estos fenómenos, debemos enfrentarnos con el concepto de 'sistema tecnológico'. Los sistemas tecnológicos son constelaciones (Keirstead, 1948) de innovaciones interrelacionadas técnica y económicamente, que afectan múltiples ramas del sistema económico. El cambio en el sistema tecnológico se reproduce como un encadenamiento de sucesivas innovaciones radicales, interrelacionadas en una trayectoria natural global. Una vez que se reconoce y entiende la lógica del sistema tecnológico prevaleciente, se hace posible entender y aprovechar la sucesión creciente de nuevos productos y procesos (Pérez, 1986).

Debe destacarse que el conjunto de innovaciones interrelacionadas no se reduce solamente a las innovaciones puramente técnicas, sino que éstas se entremezclan con innovaciones sociales, organizativas y gerenciales (Freeman, Clark y Soete, 1982).

Si ampliamos la visión y reconocemos la existencia de innovaciones radicales con una notable capacidad para transformar todo el aparato productivo (y no sólo segmentos acotados del mismo), nos encontramos entonces ante una constelación de sistemas tecnológicos con una dinámica común. Su difusión a lo largo y ancho del sistema productivo termina por englobar la casi totalidad de la economía. Estas revoluciones conducen a profundos cambios

estructurales y de ellas existen diversos ejemplos: la ‘era del ferrocarril’ a mediados del siglo XIX, la electricidad en la ‘Belle Epoque’, el motor de combustión interna, la línea de ensamblaje, etc., para no hablar del microchip o lo que ya está representando la ingeniería genética. En cada uno de los ejemplos mencionados se percibe con gran claridad el impacto que determinados sistemas tecnológicos han tenido sobre la económica mundial y la manera de vivir (o de morir, si recordamos que también esta dinámica afecta los sistemas de armamento).

Diversos razonamientos han sido adelantados para explicar por qué se dan esos encadenamientos de innovación tan poderosos. Algunos autores (por ejemplo, Pérez, 1985) han señalado que cada revolución tecnológica se basa en una modificación radical y duradera en la dinámica de costos relativos del conjunto de todos los posibles insumos del proceso productivo, estableciendo que algunos tenderán a la baja y otros al alza por largos períodos de tiempo. Surgiría así un ‘tipo ideal’ de organización productiva, capaz de hacer las previsiones correctas al respecto, para lograr las combinaciones más eficientes durante un período largo. Esta cadena de acontecimientos terminaría orientando las decisiones de inversión y de innovación tecnológica, lo cual se presentaría ante nuestros ojos como el despliegue de un ‘paradigma tecno-económico’.

Sin duda, el término paradigma le calza perfectamente a esta descripción, en virtud de que se ha tratado de una creencia, una percepción, que al ser compartida por los colectivos decisionales más importantes, ha llegado a convertirse en el ‘sentido común’ de los ingenieros, gerentes e inversionistas para el logro de niveles superiores de eficiencia<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Observemos que esta explicación se opone a las tesis tradicionales de que las decisiones de inversión se toman exclusivamente en función de los costos relativos del trabajo y del capital. En ese sentido, acompaña a Freeman, Clark y Soete (1982), quienes señalan

Las explicaciones de esta naturaleza han llegado al punto de señalar que son los procesos de despliegue de nuevos paradigmas tecnoeconómicos los que permiten entender tanto la conducta oportunista individual de los agentes económicos aislados, hasta el comportamiento de las ondas largas de Kondratiev; esto es, el fenómeno de la innovación debería ser considerado crucial para poder explicar tanto los fenómenos de competencia directa entre agentes económicos, como los fenómenos de transformación estructural del sistema económico mundial.

Corremos aquí el peligro de entregarle todos los argumentos a lo que se denomina ‘determinismo tecnológico’<sup>2</sup>, por lo cual se hace necesario recalcar que los paradigmas tecno-económicos lo que establecen es un amplio campo de posibilidades, dentro del cual los agentes sociales están en capacidad de experimentar arreglos diversos para competir o cooperar. En ese sentido, las opciones tecno-económicas no derivan en una receta o solución única, a pesar de que insistentemente así se haya tratado de ‘vender’ la historia del desarrollo de las sociedades (véase al respecto las muy diversas rutas seguidas por los Estados Unidos, Francia, Japón o China, para mencionar solo algunos ejemplos, en sus respectivos y muy diferentes caminos hacia niveles superiores de calidad de vida, puestas en evidencia por los estudios de Maddison, 1998; Mokyr, 1990; Landes, 1999, North, 1984).

---

que es iluso suponer que una decisión de largo alcance se tome en base a pequeñas variaciones en el costo relativo de los factores y no con base en un cambio significativo, usualmente sostenible durante un largo plazo. Aun así, la explicación de Pérez se asemeja demasiado a las explicaciones racionalistas de búsqueda niveles de óptimos de eficiencia en el largo plazo, por lo que más adelante expondremos las tesis evolutivas y de aprendizaje que más recientemente intentan explicar el fenómeno.

<sup>2</sup> El determinismo tecnológico supone que la lógica del cambio estrictamente técnico arrastra, conduce y moldea el resto de los fenómenos sociales. Un derivado de esta tesis es que debe esperarse un progreso socio-económico sostenido, inevitable, neutral y con tendencia a generalizarse. Para el caso de los países subdesarrollados, el determinismo tecnológico implicaba el seguimiento de la vía trazada por los países occidentales industrializados, sin mayores consideraciones sobre la lógica que les es particular como organizaciones sociales diferentes (Lander, 1994; Álvarez, 1999).

De igual manera, debemos señalar que las sociedades no son sólo resultado de la transformación tecnológica y económica. En el planeta permanentemente surgen vigorosos movimientos sociales que propugnan maneras de “hacer sociedad” que no se subordinan a imperativos tecno-económicos que parecen indetenibles o cuasi-naturales, sino que por el contrario hasta aparecen con el fin expreso de enfrentarse a ellos; verbigracia, los movimientos que provocaron la detención súbita del desarrollo y uso de la energía atómica, la oposición de importantes sectores a lo que se ha denominado ‘la sociedad de consumo’ o el despliegue vigoroso de las corrientes que impulsan el ‘desarrollo sustentable’.

Por supuesto, las transformaciones estructurales planteadas por estos cambios paradigmáticos, no ocurren sin conflictos. El desarreglo inicial que se produce en las instituciones sociales y el marco socio-económico prevaleciente, frente al despliegue de las nuevas oportunidades, obliga a que los cambios vayan más allá del ámbito puramente técnico y económico. Usualmente todo el entramado socio-institucional debe ser reconstruido, en un proceso conflictivo que no es de corto plazo. La capacidad de los grupos humanos para resolver estos períodos turbulentos dicta la pauta del éxito que tendrán en el aprovechamiento de las oportunidades que el nuevo paradigma trae consigo.

En ese sentido, la dinámica predominante del proceso estructurador que hoy en día se despliega ha conducido a resultados poco halagadores en la mayor parte del mundo: aumento de la desigualdad, mayor polarización social, incremento de la pobreza y la miseria. El despliegue del paradigma tecnológico informativo ha estado creando o remarcando, según sea el caso, una aguda línea divisoria entre pueblos y localidades, con un pequeño conjunto que es considerado valioso, en tanto deja de lado una inmensa mayoría que no lo es.



En la base de esta situación se encuentra el hecho de que el paradigma tecnológico ha sido dominado por un conjunto de fuerzas sociales que han privilegiado la ‘globalización financiera’, avanzando de forma selectiva, incluyendo y excluyendo a segmentos de economías y sociedades dentro y fuera de las redes de información, riqueza y poder que caracterizan el nuevo sistema desplegado.

No estamos en presencia de un gran proceso ‘especulativo’, sino ante la lógica del dominio de los mercados financieros sobre todas las demás oportunidades de inversión. La movilidad del capital y la interconexión de la producción crean las condiciones para que la inversión se traslade instantáneamente y a bajo costo por el mundo entero, atraída por zonas de costos sociales inferiores. Las nuevas tecnologías de la información dan soporte a este torbellino global de acumulación de riqueza y difusión de pobreza, y no es de extrañar que en torno a su despliegue se hayan estado formando los agujeros negros del capitalismo informacional actual (Castells, 1996-1998).

Aquí es donde se hace necesaria la reflexión sobre la posibilidad de variedad en los arreglos socio-institucionales. Parece ser inevitable, para poder darle viabilidad al sistema global, que se produzca un cambio en las leyes que gobiernan el universo del capitalismo informacional, en el entendido de que el ser humano tiene en sus manos la capacidad para cambiar las reglas de la estructura social, incluidas las que inducen la exclusión social.

De hecho, ese elemento debe destacarse: los períodos de transición tecnológica proveen también a las sociedades relativamente atrasadas una oportunidad sin

igual para la modificación de la productividad de su sistema económico, con su correspondiente impacto en la estructuración de los diversos grupos o agentes sociales, así como en la posición relativa que pueda tener un país en la distribución de la riqueza mundial. Se trata de la búsqueda creativa de una manera de inserción en el despliegue del nuevo paradigma que evite las variantes perversas que hoy en día predominan.

El conjunto de fenómenos macro-sociales y macro-tecnológicos que hemos abordado, forman parte del sustrato explicativo del fenómeno de la innovación. En particular, debe atenderse a la necesidad de que a través de tal explicación puedan conjugarse adecuadamente los fenómenos globalizadores versus los que mantienen un estricto marco nacional, los que apuntan a un desarrollo creciente de la productividad versus los que demuestran que la innovación es un fenómeno por su naturaleza diferenciador y excluyente, y que por tanto requiere ser conducido con detalle, si se desean minimizar los costos sociales que con él pueden estar asociados.

Abordar desde esta perspectiva nuestro problema pone sobre el tapete las dos principales facetas que deben siempre considerarse al enfrentar el tema de la innovación: el cambio tecnológico y el cambio socio-institucional. En lo que sigue del texto, intentaremos trazar el camino que conduce hacia una perspectiva de acción pública en el terreno de la innovación, que reconoce esta necesaria interdependencia entre estructura e instituciones: la perspectiva de los sistemas nacionales de innovación.

### **3. Algunas precisiones sobre el concepto de innovación**

Es fácil detectar entre los muy diversos agentes sociales involucrados con los procesos de innovación, diferencias sustantivas en su comprensión y conceptualización de este fenómeno; es por ello que debemos delimitar más adecuadamente lo que estamos entendiendo específicamente por innovación.

En primer término vale la pena que nos remitamos a Joseph Schumpeter, uno de los pioneros en la utilización del término. Schumpeter señaló, entre otras cosas, que la innovación es “lo que nosotros llamamos en forma no científica ‘progreso económico’, [y] significa en esencia el empleo de recursos productivos en *usos no probados hasta ahora en la práctica*, y su retiro de los usos a que han servido hasta ahora”. Adicionalmente, y para mayor rigor, indicó que “la innovación significa el rompimiento de la antigua ‘curva de oferta’ y la iniciación de una nueva. No importa en absoluto que esto se logre empleando una nueva invención o no [...] sino la solución afortunada de la tarea *sui generis* de poner en práctica un método no ensayado”. En fin de cuentas, innovar significa la movilización de recursos de una zona de menores rendimientos relativos a una de más altos rendimientos relativos (Schumpeter, 1934).

Modernamente, Drucker, uno de los autores más reputados e influyentes en el ámbito del pensamiento estratégico, ha señalado que la innovación es la herramienta a través de la cual los empresarios innovadores explotan el cambio como una oportunidad para nuevos negocios (Drucker, 1987). Contrastemos esta definición con la propuesta muchísimo más abarcante adelantada por

Mintzberg, otro autor indispensable en la temática estratégica, quien señala que innovar es introducir una idea nueva en una cultura (Mintzberg y Quinn, 1991).

Cerremos por los momentos, presentando el planteamiento intermedio sostenido por Kanter (1983): la innovación se refiere al proceso de poner en uso cualquier idea nueva que resuelva algún problema.

Conviene destacar que, sea cual sea la definición adelantada, todos los autores coinciden en que el principal énfasis en el concepto de innovación no se encuentra en la invención de nuevos elementos o en que la nueva idea sea realmente nueva en términos absolutos, sino en que la idea o el elemento sean exitosos en su nueva utilización.

Si bien el ámbito preferido en el que se habla de innovación es el sector usualmente llamado 'productivo' (que por lo general engloba la actividad industrial, manufacturera y comercial), el concepto también ha sido utilizado para referirse a otras actividades sociales, vale decir: nuevas formas organizacionales, nuevos tipos de asociación, e incluso la distribución no comercial de nuevos productos o descubrimientos demostradamente útiles. Este uso del término implica entonces incorporarle el concepto de cambio social (Elster, 1992; North, 1984).

Todo lo señalado nos indica que la innovación, incluso considerada sólo como una actividad del sector 'productivo', es un fenómeno que puede ser estudiado desde el punto de vista tanto de la economía como de la sociología: desde el punto de vista de los economistas, la innovación es una actividad que crea crecimiento económico; sociológicamente, es una actividad que representa la

renovación del comportamiento social. Se trata entonces de un macro-fenómeno que requiere un análisis interdisciplinario y que debe ser leído en múltiples niveles y dimensiones.

Un concepto crucial en el momento actual lo constituye el término ‘Sistema Nacional de Innovación’: la red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones generan, modifican y difunden nuevas tecnologías, y desarrollan aptitudes específicas que conducen al desarrollo de capacidades de creación y aplicación de conocimiento y a la consolidación de estructuras competitivas (Nelson, 1993; Lundvall, 1992; Freeman, 1987). Este tema es de extraordinaria importancia para nuestros propósitos y sobre él abundaremos en el siguiente apartado.

#### **4. Una propuesta heterodoxa: instituciones y evolución**

La teoría de la evolución por variación casual y por selección natural es inmensamente atractiva ya que es simple y poderosa a la vez, de allí que haya sido utilizada en innumerables ocasiones en las ciencias sociales como metáfora explicativa útil. En ese sentido, la noción general de que el avance tecnológico procede a través de un proceso evolutivo ha sido desarrollada independientemente por estudiosos del tema en variedad de disciplinas (en sociología, historia de la tecnología, economía, artes militares, gerencia empresarial, etc.).

Ahora bien, de entrada debe atenderse a que, en el terreno de la economía, las tesis evolucionistas sólo comparten un parentesco ‘débil’ con la evolución

biológica y de ninguna manera se asumen todas sus derivaciones. Así, por ejemplo, la evolución económica necesariamente tiene que incluir la intencionalidad humana como uno de sus elementos, lo que obliga a hacer consideraciones explícitas acerca de las características socio-culturales de estos fenómenos.

El asunto central en cualquier teoría evolucionista no es el ser sino el devenir, resolver el problema de por qué el mundo cambia y la manera en que lo hace, incluyendo a qué velocidad y en qué dirección. Es aquí donde la perspectiva evolucionista en economía resulta sumamente útil en virtud de que sugiere que aquellos elementos que para los neoclásicos son asimetrías e imperfecciones, realmente constituyen el combustible que impulsa la innovación (Nelson, 1995).

El desarrollo del pensamiento evolutivo en el campo económico ha permitido identificar muchas ideas que le dan sentido al término innovación, tanto desde una perspectiva social, como técnica y organizacional, enlazando el fenómeno innovador con temas cruciales como el crecimiento económico, el cambio estructural y los procesos competitivos. Esas mismas ideas enfatizan el papel que juegan los procesos de interacción y coordinación en la economía, bien sea a través de los mercados o los sistemas de innovación, y subrayan que estamos en presencia de una dinámica de cambio turbulenta que no necesariamente conduce hacia un 'óptimo'. Las imperfecciones, brechas, ineficiencias y ausencia de lazos dentro de los sistemas, son características usuales que están en permanente evolución, no existiendo realmente un estado de equilibrio privilegiado, ni atractores de estabilidad que produzcan ciertos procesos convergentes. Para el pensamiento económico estándar estas afirmaciones

constituyen herejía y no es de extrañar que las posiciones evolucionistas e institucionalistas sean en economía una ‘contra-cultura’ anti-ortodoxa.

Los sistemas económicos son abiertos y necesariamente dinámicos. Si adicionalmente los consideramos sistemas evolutivos, deben cambiar de acuerdo a procesos de características muy peculiares: el desarrollo de variedad y la selección de la misma. Se trata de fenómenos por naturaleza dinámicos que se despliegan en múltiples niveles y presentan realimentación positiva (reforzante), con todo lo que esto implica en términos de lo que se denomina ‘path dependency’ o historia propiamente dicha.

Desde un plano ligeramente diferente, aparece aquí el tema crucial de la auto-organización como una dimensión de la evolución en economía. El comportamiento evolutivo auto-organizado puede considerarse como un patrón de comportamiento que surge de la interacción (típicamente localizada) entre los componentes de un sistema. Ese patrón no necesariamente se repite en cada individuo, los cuales pueden comportarse de manera diferenciada. Es en el agregado que emergen las propiedades de las interacciones que lo componen.

Desde la perspectiva auto-organizacional los sistemas basados en conocimiento son adicionalmente auto-catalíticos: el conocimiento se alimenta a sí mismo generando más conocimiento en formas usualmente impredecibles. De allí que el atributo crucial de los agentes económicos no sea (no pueda ser) la búsqueda racional de la eficiencia, sino más bien la construcción imaginativa e incierta de mundos económicos futuros alternativos (Loasby, 1999). En un mundo económico evolutivo, es definitivamente más productivo inquirir acerca de

cómo sobreponerse a la ignorancia, que postular una perfecta previsión como la base del comportamiento económico.

En este punto se hace necesario destacar la importancia de las instituciones<sup>3</sup>. El evolucionismo y el institucionalismo en economía comparten una premisa conductual básica en el sentido de que procuran entender la acción y la interacción humana como el resultado de hábitos para pensar y actuar compartidos, quedando en un segundo plano el proceso de ‘maximización’ del bienestar individualista como lo característico del comportamiento económico. En ambos campos se presenta el patrón de acción humano como un fenómeno conductual que se modifica con el tiempo gracias a procesos de aprendizaje individual y colectivo.

Si bien es cierto que desde la perspectiva evolucionista todo fluye, resulta ser que esto sucede en ámbitos institucionales específicos que en mayor o menor medida facilitan la interacción y la coordinación (y los mercados deben reconocerse sólo como uno de esos arreglos institucionales). Es así como los costos de transacción, la incertidumbre y la confianza aparecen como los problemas centrales para los agentes dentro del sistema, con igual estatus que el poseído por los precios y costos de los mercados neoclásicos (véanse, entre otros, Fukuyama, 1998; Elster, 1991; North, 1984, 1995).

Igualmente, a la luz del planteamiento institucionalista, cabría diferenciar dos tipos de evoluciones: la northiana, que nos habla de la evolución institucional en el marco de una economía nacional o supranacional; y la schumpeteriana,

---

<sup>3</sup> Entendemos por instituciones los mecanismos que ponen en vigencia reglas (Elster, 1991). Más aún, desde una perspectiva plenamente institucionalista, las instituciones *son* en sí mismas el conjunto de reglas, los procedimientos de aceptación y cumplimiento de las mismas, y las normas éticas y morales que se diseñan para restringir el comportamiento de los individuos (North, 1984).



que se refiere a las instituciones al interior de las organizaciones; reconociéndose las interrelaciones inevitables entre los dos niveles.

En el campo macro aparecen como elementos institucionales relevantes los derechos de propiedad, las leyes antimonopolio, la formación general de recursos humanos, la provisión de infraestructura; elementos todos que constriñen los ensayos innovadores que en el nivel meso y micro serán realizados. Por su lado, en estos últimos niveles las empresas y otros tipos de organizaciones ponen de relieve la modificación de hábitos, las capacidades de influenciar legisladores, los valores que se comparten, etc., haciendo énfasis en el desarrollo de estrategias y modelos de interacción con capacidad de orientar la evolución de la innovación.

Pero no se trata de una incidencia unilateral, las instituciones también están fuertemente condicionadas por la efectividad y la manera como las nuevas tecnologías son desarrolladas, aceptadas y absorbidas dentro del sistema socio-económico, así como por el camino tecnológico que efectivamente se transita (Elster, 1992; Dosi, 1982).

Llevado el argumento a su extremo, ya Veblen señalaba que las mismas instituciones son sujetos de selección, así que no pueden ser asumidas exógenamente. Más aún, las instituciones pueden llegar a ser modificadas e incluso creadas por las unidades que se supone ellas deben seleccionar: ¡en buena medida, la innovación trata con la anticipación y creación de las futuras condiciones de selección!

En definitiva, el evolucionismo y el institucionalismo en economía coinciden en reconocer un conjunto de fuerzas, agentes e influencias que usualmente son excluidas del análisis económico estándar; y, en particular, la tecnología y las instituciones deben considerarse que evolucionan en un fenómeno que deviene en la principal fuerza subyacente al proceso de crecimiento económico.

## **5. La innovación como política pública**

Por supuesto, la innovación no es un fenómeno nuevo. En una forma u otra la explotación exitosa de nuevas ideas ha estado rondando el mundo por miles de años. Lo que podemos considerar como nuevo es el reconocimiento crecientemente amplio de que la innovación es la clave para el mejoramiento de la productividad y la comprobación de que es el factor más influyente en la capacidad para generar prosperidad de una nación, una empresa o un individuo.

Las políticas públicas para la innovación pueden considerarse como el esfuerzo que se realiza desde los órganos públicos (pero con la intervención de muy diversos agentes sociales) para fortalecer los procesos de innovación, con el fin último de incrementar la competitividad industrial<sup>4</sup> (Kuhlmann y Meyer-Krahmer, 1995).

Un tema de amplia discusión –que evidentemente no es característico sólo de este tipo de políticas– se refiere al grado y manera cómo el Estado debe intervenir. Pero es universalmente aceptado que para poder alcanzar las metas

---

<sup>4</sup> Esta es la corriente dominante, pero debe destacarse que enfoques alternativos incorporan dentro de este concepto las medidas destinadas a lograr la ‘aceptabilidad social’ del desarrollo tecnológico e industrial; en tanto otros ponen el acento, no en el mejoramiento de la competitividad, sino en la elevación de la calidad de vida y el desarrollo coherente y armonizado de la sociedad.

(sean sociales, económicas o políticas) que cada cual asocia a la innovación, se requiere la intervención directa o indirecta del Estado en la conceptualización y la puesta en práctica de las políticas.

La necesidad de la intervención gubernamental ha sido fundamentada con base en muy fuertes argumentos:

1. El progreso tecnológico puede no avanzar en la dirección deseada conducido por pobres elecciones, colocación inapropiada de recursos, o patrones distorsionados de industrialización
2. Los retornos de la investigación científica son tan a largo plazo que no puede esperarse que las fuerzas del mercado fortalezcan la inversión privada en I+D en áreas beneficiosas para la sociedad
3. La difícil 'apropiación' de los retornos de la I+D reduce los incentivos para invertir por la empresa privada

Ahora bien, dada la necesidad de intervención gubernamental, ¿será factible que ésta sea orientada por los esquemas ortodoxos neoclásicos? Ya en otro lugar hemos argumentado extensamente acerca de las carencias que posee la perspectiva ortodoxa para explicar el fenómeno de la innovación (Peña Cedillo, 2002). Baste aquí mencionar un aspecto clave: cómo se postula el manejo del conocimiento. Ciertamente, una distinción crucial entre las diferentes teorías económicas surge de los postulados que ellas utilizan acerca de cómo los agentes conocen y en qué grado aprenden algo a partir de su quehacer. Esta distinción separa claramente, por ejemplo, a los economistas neoclásicos de los de la escuela austríaca; con los primeros considerando como el caso de referencia aquel en el cual los agentes están completamente informados (Friedman, 1956, 1970), en tanto los últimos enfatizan la ignorancia como el

punto de partida para el aprendizaje (Schumpeter, 1934 [1911], 1939). También el elemento conocimiento siempre ha separado a quienes asumen la hiper-racionalidad (incluyendo las expectativas racionales) como el caso típico (Sargent, 1976; Begg, 1982), en contraposición con aquellos que asumen como punto de partida la racionalidad limitada (Robinson, 1933; Chamberlin, 1946).

En este orden de ideas, no se dice nada nuevo cuando se afirma que el neoclasicismo económico está en su elemento cuando se enfrenta con medios estáticos. Es por ello que extender dichas tesis al problema dinámico de la innovación es problemático (Elster, 1992; Bryant, 2001). La ortodoxia neoclásica tiende a explicar el cambio tecnológico como simplemente otro caso de maximización bajo limitaciones, centrándose en conceptos idealizados acerca de los mercados e introduciendo elementos como las ‘fallas de mercado’ que obstaculizan que éstos alcancen el estado de equilibrio.

Una dificultad fundamental en esta línea argumentativa surge del hecho de que, si bien la innovación en cualquier momento dado se encuentra limitada por lo que es científico-técnicamente posible (entre muchas otras cosas), estas limitaciones no pueden entrar en la explicación neo-clásica de la innovación a no ser que sean conocidas por el innovador. Pero, aunque se suponga que el empresario innovador maximiza ganancias, no podemos imputarle el conocimiento del conjunto factible de innovaciones que nos permita explicar su conducta basándonos en el modelo estándar de la racionalidad paramétrica.

Recordemos por lo demás que los estudios sobre la innovación han revelado un fenómeno complejo que envuelve múltiples actores e influencias, con actividades que se organizan y nutren dentro de un sistema dinámico de

múltiples niveles (desde el nivel global hasta diferentes categorías de niveles locales, comunitarios y empresariales), y que por tanto no existe una 'mejor' manera de gerenciar esos procesos de innovación ni una conducta particular que maximizar.

Se requiere una perspectiva que reconozca como natural la existencia de las asimetrías y la falta de información, las limitaciones del comportamiento racional en el marco de los límites que las instituciones imponen, lo crucial de los comportamientos adaptativos y de búsqueda activa del aprendizaje, la importancia del conocimiento como una forma del capital y la coexistencia de fenómenos de cooperación en estrecho contacto con los de competencia. Estas características calzan difícilmente dentro de los esquemas económicos neoclásicos.

Llegados a este punto, y como lo señala Bryant (2001), el abandono de la pretensión neoclásica de que existe una 'única y mejor' manera de gerenciar procesos de innovación, junto con el complejo contenido de los planteamientos evolucionistas e institucionalistas, tienen una crucial consecuencia para los gobiernos: las políticas de intervención para promover la innovación ahora pueden (y deben) ser soportadas por argumentos mucho más ricos, extensos y comprensivos que los sugeridos por la economía neoclásica.

La obsesión con los comportamientos individuales de empresas o personas, puede llevar a una visión sesgada del fenómeno económico e incluso a políticas macroeconómicas perversas. El exceso de atención en la eficiencia en la colocación de recursos, más que en su escala, su distribución o sus impactos sociales y ambientales, puede ser contraproducente. Una visión de la economía

que apunte a entender que el fenómeno económico se encuentra íntimamente mezclado con asuntos de índole social y del entorno, conduce a un mejor entendimiento de las políticas públicas que hacen falta. En concreto, la visión evolucionista moderna conduce a pensar y actuar sobre múltiples niveles jerárquicos más que sobre el comportamiento atomístico de los agentes, y lleva a considerar los mecanismos de cambio como complementarios con los referidos a la eficiencia, usualmente predominantes.

## **6. Las políticas públicas: de la innovación lineal a los sistemas de innovación**

Si bien no puede decirse que fue el primer intento en establecer acciones gubernamentales que afectasen las actividades científicas y tecnológicas, debe reconocerse en el reporte de Vannevar Bush (1990 [1945]) 'Science, the Endless Frontier' el primer gran hito moderno en el establecimiento de una relación conceptual y organizacional entre la ciencia y el gobierno. Su impacto ha sido extraordinario por más de cinco décadas, no sólo en los Estados Unidos (lo que ya es mucho decir), sino en otras latitudes, incluyendo América Latina (Albornoz, 1999).

Ese documento (conjuntamente con el panel de soporte que en ese momento dirigía Isaiah Bowman) representó un mecanismo para alcanzar los objetivos esencialmente políticos de la comunidad científica norteamericana en el período inmediatamente posterior a la II Guerra Mundial, en un intento por capitalizar al máximo el prestigio logrado gracias a su intervención en el esfuerzo bélico.

Su objetivo central era extender la amplitud de la acción de la Office of Scientific Research and Development del gobierno estadounidense, la cual había dirigido los fondos científicos durante la guerra. Se planteaba la fundación de una National Research Foundation, la cual habría de autogobernarse, incluso con fondos no sujetos a la distribución presupuestaria usual (Raymond, 1996). La idea era asegurar el financiamiento a largo plazo y sacar los procesos de apoyo a la ciencia de los caprichos de la política de corto plazo, siempre presentes en las deliberaciones de los políticos encargados de la toma de decisiones en el parlamento y en el gobierno.

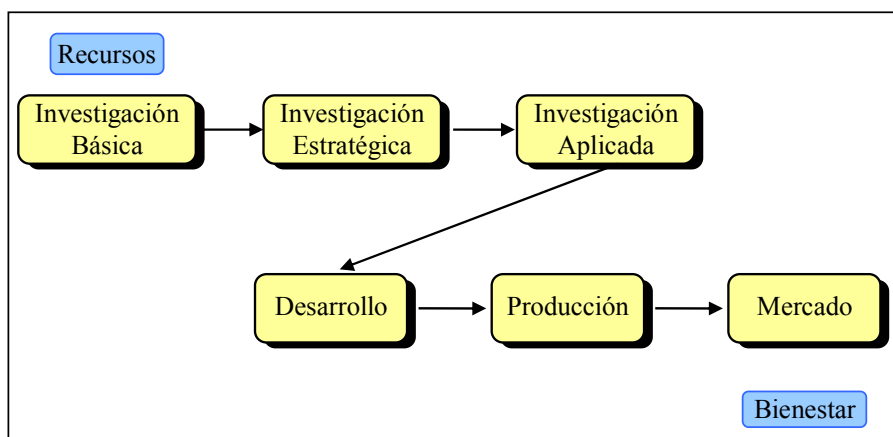
Un plan con ese alcance era totalmente inédito en los Estados Unidos y, por supuesto, estaba muerto al nacer. La política de postguerra en los Estados Unidos no era receptiva a esquemas de tal magnitud en el área científica. Pero, a pesar de su fracaso en lograr sus objetivos específicos en la composición institucional norteamericana, se produjo un amplísimo impacto en la visión de las relaciones entre ciencia básica, innovación tecnológica y gobierno.

El nuevo paradigma se estableció con base en dos principios centrales. El primero afirmaba lo que para muchos todavía es ley: la investigación básica (un término acuñado por el mismo Bush) debe (necesita, exige) desarrollarse sin pensar en ningún fin práctico. Por extensión, se produjo una separación radical entre tal investigación básica y la investigación aplicada. Se trataba de una visión unidimensional con dos polos, que se convirtió con el tiempo en una ilustración altamente popular en muchos ámbitos sociales, económicos y políticos. Desde este punto de vista uno no se podía acercar a un extremo del dipolo sin alejarse del otro.

El punto distintivo del nuevo paradigma estaba orientado a convencer –en primer término a los factores con influencia decisiva en las políticas públicas, pero también a la misma comunidad científica– de que cualquier intento de restringir la libre creatividad de los científicos en el extremo de la ‘investigación básica’ era auto-destructivo. Cualquier restricción era perder. La investigación debía realizarse con base en sus propios méritos.

Un segundo elemento del nuevo paradigma era (y para muchos todavía es) que la investigación básica es la que produce el desarrollo tecnológico. Para proveer municiones para intentar asegurarse el financiamiento federal continuado, Bush añade en su informe la tesis de que gracias a la investigación básica alcanzamos el desarrollo tecnológico. Si la investigación básica es aislada de cualquier consideración prematura de uso, se convertirá en un remoto pero poderoso dinamismo para la innovación tecnológica, en virtud de que los avances de la ciencia básica se convertirán en avances en tecnología mediante un proceso de transferencia tecnológica.

Estamos claramente en presencia de la expresión del modelo lineal puro: las habilidades tecnológicas se lograrían en pasos que irían desde la investigación básica a la investigación aplicada, para luego darle paso al desarrollo de productos y procesos, a la producción de bienes y servicios y a las operaciones finales de mercadeo (véase la Figura 1).





**Figura 1.** Modelo lineal de la innovación (adaptado de Clark, 1995)

Llegados a este punto, debe señalarse con énfasis que este modelo realmente no funciona si se le asume literalmente (entre muchos: Raymond, 1996; Gibbons et al., 1994). A través de la historia de la ciencia, los lazos entre la investigación básica y la aplicación han sido extraordinariamente cercanos e interactivos. Sólo para mencionar un caso, debe recordarse la verdadera historia del surgimiento de la microbiología a finales de siglo XIX. Se trata de un ejemplo ya clásico del desarrollo de un área fundamental de la ciencia que fue informado desde etapas muy tempranas por consideraciones de uso. En su madurez, Pasteur nunca hizo una investigación que no fuera aplicada, al tiempo que sentaba las bases de la microbiología moderna.

Hoy en día se considera demostrado que siempre han existido, con diversos grados de convergencia, dos trayectorias: el entendimiento científico, por un lado, y la capacidad tecnológica, por el otro. Las dos trayectorias son semi-autónomas. La ciencia avanza a veces mediante investigación pura sin ninguna intervención de nueva tecnología. Por su parte, la tecnología avanza a veces sin ninguna intervención de descubrimientos científicos nuevos. Pero en otras oportunidades, los avances en alguna de esas trayectorias tienen impactos masivos sobre la otra, y los impactos pueden ir en cualquiera de las dos direcciones.

Ciertamente, la investigación inspirada en el uso ha sido enormemente importante en la experiencia de la ciencia, al menos desde finales del siglo XIX. Esa importancia fue dejada de lado (por no decir expresamente ocultada) por el enfoque de Bush y así fue absorbida en el debate político.

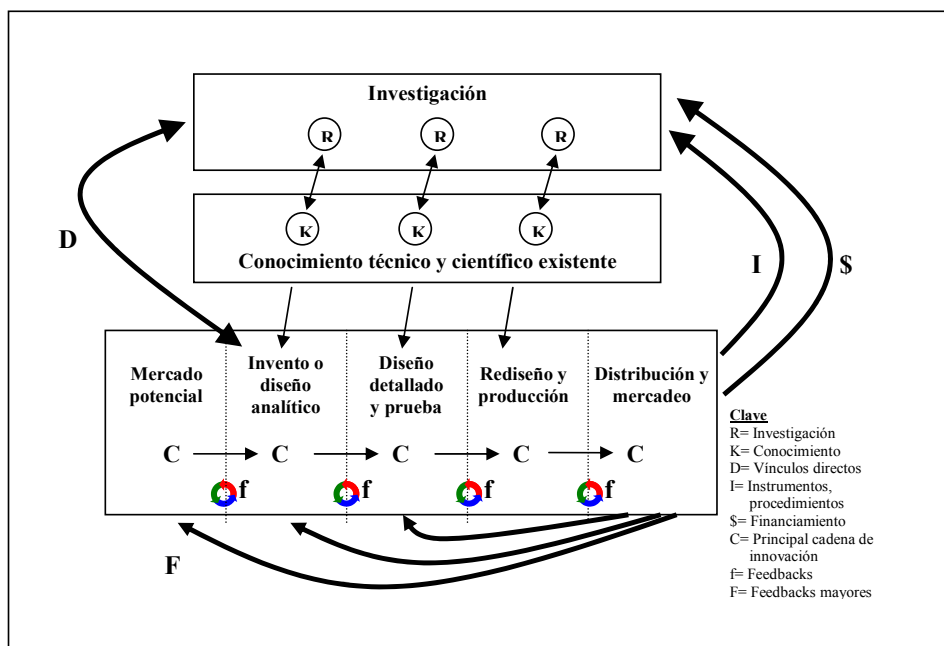
Entre los años cincuenta y setenta prácticamente todos los países latinoamericanos desarrollaron estrategias políticas para la ciencia y la tecnología que seguían la pauta impuesta por Vannevar Bush, en buena medida impulsados por iniciativas provenientes de la UNESCO (Albornoz, 1999; Dagnino y Thomas, 1999).

Por supuesto, el éxito de las conceptualizaciones lineales acerca de la innovación no fue tampoco un fenómeno gratuito. A mediados del siglo XX existían muchas evidencias recientes de que ese tipo de interacción podía ser fructífera. El desarrollo de la industria nuclear (y la experiencia del Proyecto Manhattan) y, más inmediatamente, la experiencia histórica de la investigación y comercialización en las industrias química y farmacéutica, mostraban desde campos muy diversos que los esfuerzos de investigación podían efectivamente traducirse en desarrollos tecnológicos con usos prácticos más o menos inmediatos. Se asumió que este proceso lineal era válido para todas las industrias.

Pero en la actualidad, notables estudios en múltiples sectores han permitido obtener una visión más completa y compleja de lo que sucede. Una clave es que las innovaciones incrementales pueden ser extraordinariamente beneficiosas y, por tanto, el fenómeno no solo tiene que ver con los grandes esfuerzos de I+D; otro elemento crucial es la interacción intensiva y las retroalimentaciones

que el proceso implica. Ambos elementos –el cambio incremental y la comunicación interactiva– han dado importantes pautas para la gerencia y el cambio organizacional y para entender la naturaleza y el papel de las empresas en la economía (véanse, por ejemplo, los modelos ‘encadenados’ y de ‘Sistema Nacional de Innovación’ presentados en las Figuras 2 y 3).

Las aproximaciones evolucionistas encuentran en estos hallazgos un impulso trascendente. Así, el proceso de innovación puede ahora ser visto como una serie de cambios en todo el sistema y no sólo en un espacio particular del mismo y, de hecho, deben obligatoriamente incorporarse los cambios en el contexto social en el que se propicia la innovación. Lo esencial es reconocer que las ideas fluyen en múltiples direcciones: desde y hacia la ciencia, los mercados, la tecnología; en un espacio matizado por el orden socio-cultural que lo contiene.



**Figura 2.** Modelo encadenado de la innovación (adaptado de Kline y Rosenberg, 1986)

El mejor entendimiento de los fenómenos condujo en la década de los setenta al abandono del modelo lineal, por lo menos a nivel de la retórica, y a la aparición (en contraposición a las tradicionales políticas de ‘ciencia y tecnología’) de las políticas de ‘innovación’ (Dagnino y Thomas, 1999; Metcalfe, Georghiou y James, 1997; Tamada et al., 1999).

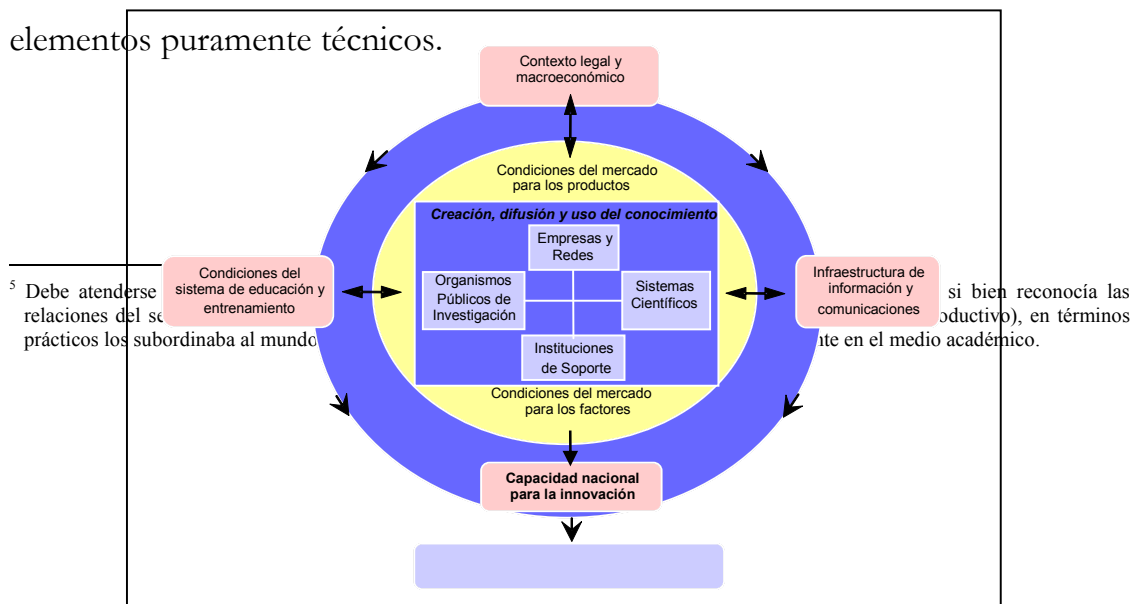
Ciertamente, si el objetivo es atender el reto del desarrollo económico, entonces el proceso de innovación, la creación y difusión continua de nuevos productos y procesos debe ser tomado en inmediata consideración y no como un derivado a esperar de la acción remota de la actividad científica. Hoy en día, la tasa de cambio en la generación de nuevas opciones económicas es cada vez más rápida y las organizaciones utilizan todos sus esfuerzos para colocar los recursos existentes de la mejor manera. Mientras estén atados a los mismos productos y las mismas técnicas, no solamente se están estancando sino que gradualmente tenderán a desaparecer porque sus productos serán cada vez menos demandados.

En esta perspectiva, se hace claro que la información y el conocimiento de los agentes pueden ser menos importantes que sus capacidades de aprendizaje. De nuevo, en un mundo rápidamente cambiante, el agente, incluso el bien informado y conocedor, pronto se verá a sí mismo sobrepasado por los competidores si no aprende cosas nuevas, y esto incluye el aprendizaje tanto para saber manejarse en nuevas situaciones, como para tener acceso a nueva información.

Esta situación hace que la perspectiva de sistemas pueda ser vista como un antídoto contra la especialización exagerada, tanto en la hechura de políticas como en la investigación académica en el área. Efectivamente, el uso del concepto de sistema permite demostrar la necesidad de integrar y coordinar diferentes áreas de política pública que han tendido a ser vistas como separadas e independientes. Por otro lado, la idea de una esfera económica aislada, donde las instituciones y los elementos sociales se encuentran ausentes, es completamente inútil cuando el proceso de innovación se entiende fundamentalmente como interactivo.

La concepción de sistemas tecnológicos mencionada en anterior oportunidad, ha contribuido a mejorar nuestro entendimiento de cómo los campos tecnológicos específicos han evolucionado y de su interacción con las empresas y las instituciones de conocimiento; igualmente ha sido especialmente útil para soportar las políticas industriales y las políticas tecnológicas cuando debe promoverse el desarrollo de sistemas tecnológicos nuevos y emergentes.

Pero ha sido el concepto de Sistema Nacional de Innovación<sup>5</sup> el que ha permitido complementar la aproximación sistémica al problema de la innovación, desde una perspectiva susceptible de ser sometida al análisis y desarrollo de políticas públicas en un espectro que efectivamente trascienda los elementos puramente técnicos.



**Figura 3.** Modelo de Sistema Nacional de Innovación (adaptado de Muñoz, Espinosa y Díaz, 2000).

Como señalamos antes, un Sistema Nacional de Innovación es definido como una red de múltiples agentes e instituciones del sector público y privado, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías, determinando el desempeño innovativo a nivel nacional (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Construir o mejorar el funcionamiento de tales sistemas en gran medida sigue marcando hoy día la mayoría de los esfuerzos públicos en innovación, particularmente en Europa y América Latina (entre muchos: Oteiza, 1992; Salter et al., 2000; Sanz-Menéndez y Borrás, 2000; Mercado et al., 1999).

Una de las intenciones básicas detrás de dicho concepto es cambiar la perspectiva analítica de las políticas de desarrollo desde el paradigma de la ‘colocación de recursos’ hacia la tesis de la innovación, y la perspectiva de los procesos políticos asociados desde el paradigma de la ‘toma de decisiones’ hacia la tesis del ‘aprendizaje’.

El enfoque de Sistema Nacional de Innovación es crucial para enfrentar los dogmas derivados acerca de la superioridad final de los mercados puros y de la flexibilización máxima de las condiciones de los trabajadores en las condiciones de desenvolvimiento económico mundial actual<sup>6</sup>. Refleja la idea de que la innovación está enraizada en procesos de aprendizaje interactivos y que el aprendizaje interactivo no se llevará a cabo en los mercados puros. Especialmente en los mercados de trabajo, las relaciones industriales y las relaciones entre empresas son elementos de 'rigidez', de relaciones de no mercado de largo plazo, las cuales envuelven elementos de autoridad, lealtad y confianza que son necesarios para hacer posible el aprendizaje. En un mercado puro, no deberían existir.

La economía de mercado puro funcionaría si pudiese ser reproducida en la realidad lo que Schumpeter definió como el estado de flujo circular. Poco aprendizaje habría en esa situación, pocas innovaciones serían introducidas y la economía se estancaría. Definitivamente sería un mundo muy diferente al capitalismo moderno que conocemos, mas no se distanciaría mucho de las dinámicas típicas de muchos países subdesarrollados.

Enfocarse en el aprendizaje interactivo en el nivel sistémico institucional llama la atención sobre el importante rol de la estructura económica y las instituciones en la determinación de la tasa y dirección de las actividades innovativas. Las instituciones, entendidas como normas, hábitos y reglas, están profundamente engranadas en la sociedad y juegan un rol de importancia en la determinación de cómo la gente se relaciona entre sí y cómo aprende y usa el conocimiento. En una economía caracterizada por las innovaciones crecientes,

---

<sup>6</sup> Aun así, debe señalarse que existen conceptualizaciones que hacen uso del concepto de Sistema Nacional de Innovación subordinándolo al tema del logro de la eficiencia económica clásica.

en el marco de una incertidumbre esencial, el arreglo institucional tendrá un impacto superior sobre cómo los agentes económicos se comportan y cómo las organizaciones se desempeñan.

La interdependencia entre estructura e instituciones es una de las razones por las cuales es importante y significativo aplicar la perspectiva de sistemas. Pero debe tomarse cuidado de no aplicar el razonamiento funcionalista simple a la hora de hacer el análisis. Es un hecho la existencia de importantes diferencias en el desempeño entre sistemas nacionales, lo cual puede deberse al grado en que calzan las estructuras y las instituciones en los diferentes países. Las instituciones pueden estar enraizadas en hechos de la sociedad de mucho tiempo atrás y pueden cambiar o adaptarse muy lentamente a los cambios en la estructura económica; por tanto, no debe esperarse una alta correlación de manera automática, y ese tipo de análisis debe evitarse para tener un mejor entendimiento de por qué un acoplamiento completo no surge y cómo, en todo caso, debe procurarse avanzar hacia él. Por lo demás, existen múltiples maneras de constituirse los sistemas de innovación (Frinking et al., 2002), adquiriendo mucha relevancia las especificidades locales, ya que en definitiva son ellas las que definen qué tipo de sistema se constituye y qué grado de impacto genera.

## **7. A manera de conclusión**

La noción de Sistema Nacional de Innovación ha constituido un hito particular dentro de la perspectiva de sistemas aplicado al tema del desarrollo, ya que ha permitido afrontar asuntos previamente no identificados (sin dejar de reconocer que en muchos casos el cambio de nomenclatura simplemente ha



representado un acto cosmético). El enfoque de sistemas para el desempeño de un sistema nacional necesita enfocarse no solamente en las relaciones de red sino también en la educación, el entrenamiento, la dinámica del mercado de trabajo y la difusión de nuevas formas de organización (con características de organizaciones que aprenden).

Sin duda alguna, el entendimiento del fenómeno innovador continúa hoy en día siendo difuso y muchas veces inadecuado, lo cual obliga a seguir profundizando en cómo traducir el conocimiento teórico y empírico en acciones políticas para impulsar el crecimiento y el desarrollo socio-económico. ¡En alguna medida también puede hablarse de una co-evolución entre las políticas que intentan tratar con la innovación y el mejoramiento del entendimiento de su naturaleza!

En ese sentido no puede dejar de mencionarse un elemento crucial: un sub-producto de los procesos innovativos es que potencian la polarización social y la exclusión (véase la situación europea en Fagerberg, Verspagen y Marjolein, 1997; y la mundial en World Bank, 2000). Por tanto, en un país como el nuestro, en donde persisten profundas desigualdades sociales y económicas, las políticas de innovación deben buscar influenciar las expectativas y la estructuración social, con el fin de ayudar en la construcción del consenso y en la diseminación de las nuevas tecnologías entre los más amplios estratos de la población, particularmente los que ya se encuentran desfavorecidos a la luz de las políticas económicas tradicionales y son, por tanto, más vulnerables a la diferenciación adicional que pudiese potenciar la innovación.

Por razones tanto éticas como económicas, y ante la imposibilidad de que una sociedad pueda mantener su cohesión en el mediano y largo plazo en climas de

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. **Argos**, 38, Julio 2003. pp. 41-74

extrema polarización, las políticas de innovación deben combinar elementos que también pongan énfasis en una más equitativa distribución de las habilidades y competencias, en particular la capacidad para aprender durante toda la vida.

## **8. Bibliografía**

Albornoz, Mario (1999). “Indicadores y la política científica y tecnológica”. **IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología**, México.

Álvarez, Mauricio (1999). “Modern technology and technological determinism: the Empire strikes again”. **Bulletin of Science, Technology & Society**, V. 19, N. 5, pp. 403-410.

Bryant, Kevin (2001). “Promoting innovation: an overview of the application of evolutionary economics and systems approaches to policy issues”. En: Foster, John y Stanley Metcalfe (Eds.). **Frontiers of evolutionary economics: competition, self-organization and innovation policy**. Cheltenham, Edward Elgar.

Bush, Vannevar (1990 [1945]). **Science, the Endless Frontier**. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.

Castells, M. (1996-1998). **The Information Age: Economy, Society and Culture**. 3 V. Cambridge, Mass., Blackwell.

Clark, Norman (1995). “Interactive nature of knowledge systems: some implications for the third world”. **Science and Public Policy**, V. 22, N. 4, pp. 249-258.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Commission of the European Communities (1997). **The First Action Plan for Innovation in Europe – Innovation for Growth and Employment**. Luxembourg, CEC.

Committee of Advisors on Science and Technology (2000). **Wellspring of Prosperity: Science and Technology in the U.S. Economy**. President's Committee of Advisors on Science and Technology, USA, Washington, DC.

Cowan, Robin y Gert van de Paal (2000). **Innovation Policy in a Knowledge-Based Economy**. Commission of the European Communities, Luxembourg.

Dagnino, Renato y Hernán Thomas (1999). "Latin American science and technology policy: new scenarios and the research community". **Science, Technology & Society**, V. 4, N. 1, pp. 35-54.

Drucker, Peter (1987). **La innovación y el empresario innovador**. Bogotá, Norma.

Ebner, A. (2000). "Systems of innovation between Globalisation and Transformation: policy implications for the Support of Schumpeterian Entrepreneurship". En: Kukliński, A. y W. Orłowski [ed.]. **The knowledge-based economy: the global challenges of the 21st century**. Warsaw, State Committee for Scientific Research of the Republic of Poland.

Elster, Jon (1992). **El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social**. Barcelona, Gedisa.

Fagerberg, J.; Verspagen, B. y C. Marjolein (1997). "Technology, growth and unemployment across European regions". **Regional Studies**, V. 31, N. 5.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Freeman, C. (1987). **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London, Pinter.

Freeman, C. y L. Soete (1997). **The economics of industrial innovation**. London, Pinter.

Freeman, C.; Clark, C. y L. Soete (1982). **Unemployment and technical innovation: a study of Long Waves in economic development**. London, Pinter.

French Ministry of Industry (1999). **Tableau de bord de l'innovation**. [www.industrie.gouv.fr/observat/pdf/tbioct99.pdf](http://www.industrie.gouv.fr/observat/pdf/tbioct99.pdf) [Consultado el 12-12-2001]

Frinking, E.; Hjelt, M.; Essers, I.; Luoma, P. y S. Mahroum (2002). **Benchmarking innovation systems: government funding for R&D**. Helsinki, National Technology Agency.

Gibbons, M.; Limoges, C; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P. y M. Throw (1994). **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London, Sage.

Kanter, R. (1983). **The change masters**. New York.

Keirstead, B. (1948). **The theory of economic change**. Toronto, Macmillan.

Kline, S. y N. Rosenberg (1986). "An overview of innovation". En: Landau, R. y N. Rosenberg (Eds.). **The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth**. Washington D.C., National Academy Press.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Kuhlmann, Stefan y Frieder Meyer-Krahmer (1995). "Practice of technology policy evaluation in Germany: introduction and overview". En: Becher, Gerhard y Stefan Kuhlmann [ed.]. **Evaluation of technology policy programmes in Germany**. Dordrecht, Kluwer.

Lander, Edgardo (1994). **La ciencia y la tecnología como asuntos políticos: límites de la democracia en la sociedad tecnológica**. Caracas, Nueva Sociedad.

Landes, David (1999). **The wealth and poverty of nations**. New York, Norton.

Lundvall, Bengt-Åke (1992) (ed.), **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London, Pinter

Maddison, Angus (1998). **Historia del desarrollo capitalista: sus fuerzas dinámicas**. Barcelona [España], Ariel.

Mandel, Ernest (1975). **Late capitalism**. London, New Left Books.

Mercado, A.; Testa, P.; Rengifo, R.; Gómez, N. y T. Patruyo (1999). "El ofertismo limitado: una aproximación al Sistema Nacional de Innovación venezolano". *Espacios*, V. 20, N. 2, pp. 5-21.

Metcalfe, J.; Georghiou, L. y A. James (1997). **Adaptation and learning in European technology policy**. American Association for the Advancement of Science, Annual Meeting, Seattle, USA, 13-18 February.

Meyer-Krahmer, Frieder (1995). "Technology policy evaluation in Germany". **International Journal of Technology Management**. *Special Issue on the Evaluation of Research and Innovation*, V. 10, N. 4-6, pp. 601-621.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Ministerio de Economía de Chile (1997). **Programa innovación tecnológica 1996-2000**. Ministerio de Economía, Santiago de Chile.

Mintzberg, H. y J. Quinn [ed.]. (1991). **El proceso estratégico**. New Jersey, Prentice Hall.

Mokyr, Joel (1990). **Lever of riches: technological creativity and economic progress**. New York, Oxford University Press.

Muñoz, Emilio; Espinosa, Juan y Víctor Díaz (2000). **Innovation policy and the concept of National System of Innovation in the Spanish context: are they ghost images or real entities?** CSIC, Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Working Paper 00-14. Madrid, CSIC.

Nelson, Richard (1993) (Ed.). **National Systems of Innovation**. Oxford, University Press.

North, Douglass (1984). **Estructura y cambio en la historia económica**. Alianza, Madrid.

Oteiza, Enrique (1992). **La política de investigación científica y tecnológica argentina: historia y perspectivas**. Buenos Aires, CEAL.

Peña Cedillo, Jesús (2002). **La innovación como un fenómeno evolutivo: implicaciones para el campo de la economía y las políticas públicas asociadas**. Trabajo de Ascenso para optar al grado de Profesor Asociado en la Universidad Simón Bolívar. Caracas.

Pérez, Carlota (1985). "Microelectronics, long Waves and Structural Change: new perspectives for developing countries". **World Development**, V. 13, N. 3, pp. 441-463.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Pérez, Carlota (1986). **Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto**. Santiago de Chile, PREALC.

Porter, M. y S. Stern (1999). **The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index**. Council on Competitiveness, Washington DC.

Raymond, Susan (1996). **The technology link to economic development: past lessons and future imperatives**. New York, Academy of Sciences.

Romer, P. (1994). "The Origins of Endogenous Growth". **Journal of Economic Perspectives**, V. 8, Winter, pp. 3-22.

Rostow, W. (1978). **The world economy**. London, Macmillan.

Russian Federation (2001). "Role of state in creating favorable innovation climate in Russia: Background report". **Helsinki Seminar on innovation policy and the valorisation of science and technology in Russia**, OECD, Helsinki, Finland, 1-2 march 2001.

Salter, A.; D'Este, P.; Martín, B.; Geuna, A.; Scott, A.; Pavitt, K.; Patel, P. y P. Nightingale (2000). **Talent, not technology: publicly funded research and innovation in the UK**. Sussex, SPRU.

Sanz-Menéndez, Luis y Susana Borrás (2000). **Explaining changes and continuity in EU technology policy: the politics of ideas**. Madrid, CSIC.

Schumpeter, J. (1934 [1911]). **The theory of economic development**. Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Jesús Peña. Cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación: elementos para la teoría y la política del desarrollo socioeconómico. *Argos*, 38, Julio 2003. pp. 41-74

Suh, Joonghae (2000). **Korea's innovation system: challenges and new policy agenda**. United Nations University, Institute for New Technologies (INTECH), Discussion Papers Series N. 2004, Maastricht, The Netherlands.

Sundbo, Jon (1998). **The theory of innovation: entrepreneurs, technology and strategy**. Cheltenham, UK; Northampton, Mass., Edward Elgar.

Thurow, Lester (2000). **Construir riqueza: las nuevas reglas para individuos, empresas y naciones en una economía basada en el conocimiento**. Barcelona [España], Vergara.

Tushman, M. y C. O'Reilly (1999). "Winning through innovation". **Gestión**. Book Summary.

Utterback, J. (1994). **Mastering the dynamics of innovation**. Cambridge, Mass., Harvard Business Publishing.

World Bank (2000). **Entering the 21st century: World Development Report 1999/2000**. New York, Oxford University Press.