

## CAMBIO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN. UN NUEVO MODELO DE DESARROLLO

**Eduardo Mallo<sup>i</sup>** -  
Universidad de San Martín

### Resumen

El desarrollo exponencial experimentado en las últimas décadas por las nuevas tecnologías de la información (TIC's) nos sitúa ante un hecho que incorpora en la sociedad nuevas amenazas y oportunidades, impulsando un proceso de transformación sustancial en las relaciones humanas, la cultura, la política, la economía y fundamentalmente en las oportunidades de desarrollo en todos sus niveles, nacional, regional y urbano.

**Palabras clave:** tecnología, innovación, desarrollo

### Abstract

The exponential development experienced in the last decades by the new information technologies (ICT) leads us to face new opportunities and threats in the society, impelling a substantial transformation process in the human relations, the culture, the politic, the economy and, fundamentally, in the development opportunities in all their levels, national, regional and urban.

**Key Words:** technology, innovation, development

### Introducción

Manuel Castells en su libro, La ciudad informacional Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional, afirmó que “Una revolución tecnológica de proporciones históricas está transformando las dimensiones fundamentales de la vida humana: el tiempo y el espacio”. Lo expresado por el autor resume la profundidad de las transformaciones a las que la sociedad contemporánea asiste y de las cuales participa en un doble esquema, donde influye y es influida dentro del mismo proceso.

Pero, si bien la tecnología es uno de los factores fundamentales del cambio hacia un nuevo paradigma tecnológico - económico, no es causa o condición suficiente para explicar la complejidad de tales transformaciones. Su impacto en el contexto de una

sociedad determinada depende de la estructura y características particulares del grupo social y de las condiciones y coyuntura históricas que la misma atraviesa.

Tal como dice Pierre Vilar, si la tecnología representa la condición necesaria para el crecimiento humano global, no es la condición suficiente para cualquier avance histórico<sup>1</sup>. En este sentido, Vázquez Barquero afirma que los factores determinantes de la acumulación de capital se explican por las innovaciones y difusión del conocimiento, el desarrollo urbano del territorio, la densidad institucional y la organización flexible de la producción.

De esta forma, analizar la interacción entre las formas de producción y modelos de desarrollo adoptados por el capitalismo a partir de la década del '60, nos permitirá observar como las continuas y profundas transformaciones operadas en la variable tecnológica afectan a la totalidad de los procesos sociales e institucionales y, consecuentemente, modifica los senderos de desarrollo posibles.

### **Modelo de desarrollo, modo de producción y formación social**

El proceso de reestructuración evidenciado en la forma de producción adoptada por el capitalismo, puede ser visto como el punto de partida de un conjunto de transformaciones económicas y sociales, cuya consecuencia es el nacimiento y difusión de un nuevo paradigma tecnológico - económico.

Para encauzar en forma muy sintética la complejidad de los procesos sociales asumimos, siguiendo a Castells, que las sociedades están organizadas en función de procesos humanos estructurados por relaciones de producción, experiencia y poder históricamente determinados<sup>2</sup>.

Este proceso de reestructuración puede ser identificado con el desarrollo experimentado por el complejo electrónico/informático<sup>3</sup>, particularmente durante las décadas del '80 y '90 respectivamente. Dicho desarrollo está fuertemente ligado a dos

---

<sup>1</sup> Pierre Vilar "CRECIMIENTO Y DESARROLLO Economía e Historia, reflexiones sobre el caso español" Obras Maestras del Pensamiento Contemporáneo. Editorial Planeta Argentina SAIC Buenos Aires 1993 - pág. 11-

<sup>2</sup> Manuel Castells op.cit - pág. 34 -.

<sup>3</sup> Las nuevas tecnologías de la información pueden ser incluidas dentro del complejo electrónico que fuera definido por la OECD como "el polo principal en torno del cual se reorganizarán las estructuras productivas de la sociedades industrializadas". Citado por Daniel Azpiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff en "La revolución tecnológica y las políticas hegemónicas. El complejo electrónico en la Argentina" Editorial Legasa SA, Buenos Aires 1988 -pág. 11-

de las características principales que, según distintos autores, caracterizan al capitalismo moderno.

Por un lado, la tendencia hacia la independización del proceso de acumulación de capital de toda limitación proveniente de la naturaleza, en un sentido amplio esto incluye a la mano de obra, entendida ésta como un insumo del propio proceso de acumulación capitalista.

Por el otro, una segunda característica ligada a lo que Azpiazu, Basualdo y Nochteff denominan “capitalismo de organización”, que hace referencia al proceso en el cual los comportamientos económicos están relacionados directamente con la tendencia marcada por las grandes organizaciones y empresas multinacionales, más que con la libre interacción y elección de los individuos, asumidos como unidades económicas.

Este enfoque pone el acento en la importancia relativa adquirida por las denominadas “tecnologías blandas”. Básicamente, administración y organización de los procesos productivos, que incluye los aportes realizados por autores como Taylor, con su modelo de administración científica, pasando por la escuela de las relaciones humanas, a partir de las experiencias realizadas en la Western Electric Union (Elton Mayo) y hasta los primeros trabajos de las escuelas de adopción de decisiones y de teoría de la organización<sup>4</sup>.

El capitalismo puede ser abordado, en principio, como un modo de producción que se abre paso desde los inicios de la edad moderna, pero alcanza su realización y punto más alto de inflexión a partir de la denominada revolución industrial, expandiéndose por toda Europa a lo largo del siglo XIX y alcanzando su primer etapa de apogeo hacia mediados de ese mismo siglo.

Pero sobre todo, es en el transcurso del siglo XX que se instala como un modo de producción característico, constituyendo en la actualidad el régimen económico dominante en casi todo el mundo. Desde este punto de vista, el capitalismo constituye y determina un modo de organización particular, no solo de las relaciones de producción sino también de las relaciones sociales<sup>5</sup>, basado en la creación de un

---

<sup>4</sup> De hecho, la forma de organización que adquieren las empresas ha generado un proceso de evolución cuyo punto más alto se reconoce en la globalización. Ver por ejemplo Patrick Cohendet, “La globalización. El nuevo papel del Estado”. Ciclo de conferencias “Investigación, Tecnología y Empleo” INAP-PIETTE del CONICET 13 de noviembre de 1996.

<sup>5</sup> Según Castells, el capitalismo puede ser visto como la matriz fundamental de la organización económica e institucional de nuestras sociedades. En Manuel Castells op.cit. - pág. 22 -.

mercado libre y caracterizado por la formación de una clase dominante que afirma su primacía en la capacidad de reproducir la riqueza y, además, por la formación de una clase trabajadora con la capacidad de ofrecer su fuerza de trabajo en el mercado.

En forma sintética, el capitalismo como formación social puede definirse como un sistema que eleva a sujetos principales del juego económico, al empresario y al trabajador, sobre la base del régimen de mercado y de la propiedad privada de los medios de producción<sup>6</sup>.

La producción por su parte, está organizada en relaciones de clases que definen el proceso en donde el sector improductivo (quienes poseen los medios de producción) se apropia del excedente del sector productivo (la fuerza de trabajo)<sup>7</sup>.

Por excedente se entiende a aquella parte del producto que no se utiliza para la reproducción de los elementos que constituyen el proceso de producción, es decir, el consumo y la inversión<sup>8</sup>. Así, las estructuras sociales interactúan con los procesos de producción determinando las reglas para la apropiación y distribución del excedente.

La interacción entre las estructuras sociales, organizadas a partir del proceso productivo constituyen lo que Castells denomina el principio estructural por el cual el excedente es apropiado, otorgando entidad al beneficiario de dicha apropiación, es decir, definiendo a la clase dominante y caracterizando un modo de producción determinado.

Del mismo modo, las relaciones técnicas que se establecen dentro del proceso de producción a partir de la aplicación de la energía y el conocimiento, es decir, las fórmulas tecnológicas con que la mano de obra (el trabajo) opera sobre la materia (materias primas o insumos) son las que definen un modelo de desarrollo determinado.

En este ámbito de ideas, es posible hablar de modelos de desarrollo y formas de producción insertos en un mismo contexto, Las relaciones sociales de producción y las relaciones técnicas de producción (o fuerzas productivas), no se superponen, se trata de diferentes niveles analíticos refiriéndose uno al principio de organización social y

---

<sup>6</sup> Joseph María Figueras "de "EL CAPITAL" al capitalismo" Editorial Planeta SA, Barcelona 1980 -pág. 12-

<sup>7</sup> Manuel Castells op.cit. - pág. 30 -. El agregado entre paréntesis obedece a mantener la lógica de la exposición.

<sup>8</sup> Una descripción más detallada se encuentra en: Manuel Castells op.cit. - pág. 32 -

otro a la infraestructura tecnológica de la sociedad<sup>9</sup>. Por lo tanto, toda modificación, transformación o cambio producido en el modelo de desarrollo dominante, trae como consecuencia una transformación de la estructura y organización de la sociedad.

A continuación intentaremos definir el concepto de paradigma tecnológico-económico, describiendo sus características principales y analizando cuáles son los factores cuya modificación generan una secuencia de transformaciones en el modo de producción y, consecuentemente, en el modelo de desarrollo dominante.

### **Paradigma tecnológico-económico, factor llave o insumo clave**

Antes de entrar de lleno en nuestro intento por comprender el proceso de transformación y reestructuración económica operado en las últimas décadas, es necesario detenernos para analizar algunos conceptos importantes que merecen un tratamiento particular.

Como dijimos, la interacción entre las estructuras sociales y las relaciones técnicas de producción, es decir, las fórmulas tecnológicas derivadas de la aplicación de la energía y el conocimiento (traducido en innovaciones tecnológicas) que regulan como la mano de obra (el trabajo) transforma y opera sobre la materia (materias primas o insumos) para la obtención de un producto, determinan las reglas para la apropiación y distribución del excedente.

El factor que explica y define el nivel o volumen de excedente en un modo de producción determinado es la productividad, constituida como la relación existente entre producción e inversión. La productividad mide la relación entre una unidad de inversión y el resultado obtenido en términos de producto<sup>10</sup>.

Otro factor importante para entender cómo evoluciona el nuevo paradigma o patrón productivo se refiere al proceso de innovación tecnológica. Si bien analizaremos el proceso de innovación más adelante por su importancia relativa en el enfoque del desarrollo endógeno y la estrecha vinculación que tiene con el objetivo del presente trabajo. Asumimos que, la innovación no es un “acto” voluntarioso de un protagonista neutro dentro del sistema económico de una nación. Es, por el contrario, un proceso complejo que comienza con una idea y sólo termina cuando el producto o el proceso desarrollado se introduce, con éxito, en el mercado. Se trata pues, de un fenómeno

---

<sup>9</sup> Manuel Castells op.cit. - pág. 30 -.

fundamentalmente económico, no científico, aunque utilice como variable fundamental la tecnología<sup>11</sup>.

Todo proceso de reestructuración supone un cambio dentro del paradigma o patrón productivo dominante. Por patrón o paradigma productivo entendemos al conjunto o sendero de innovaciones incrementales cuyas transformaciones permiten el aumento de la productividad y la acumulación de capital modificando pero no transformando la matriz insumo-producto<sup>12</sup>.

De esta forma, un cambio en el paradigma o patrón productivo dominante se produce cuando efectivamente aparece un conjunto de innovaciones mayores que sí transforman la matriz insumo-producto<sup>13</sup>.

Aquí, adquiere especial importancia el concepto de factor llave o insumo clave, es decir, aquella invención que transformada en una innovación tecnológica se aplica en el sistema productivo generando un aumento de la productividad y una disminución en los costos.

Consecuentemente la condición necesaria para el surgimiento de un nuevo paradigma supone la aparición de una invención mayor (factor llave) cuyo desarrollo e inserción dentro del proceso productivo dispara la transformación y reestructuración del modo de producción dominante, definiendo a su vez un modo de desarrollo característico.

Según Aspiazu, Basualdo y Nochteff, el factor llave o núcleo de un nuevo paradigma puede identificarse buscando el complejo tecnológico/productivo que cumpla las siguientes condiciones:

- Costo relativo bajo y con tendencia decreciente.
- Oferta aparentemente ilimitada en términos prácticos.
- Universalidad de uso, masiva y evidente.
- Ser el factor base de un conjunto de innovaciones tecnológicas capaz de reducir los costos de insumos.

---

<sup>10</sup> Es decir, la productividad esta dada por la relación del valor de cada unidad de producción con el valor de cada unidad de inversión.

<sup>11</sup> Eduardo Fasulino. "La innovación Tecnológica. Análisis económico – jurídico de los sistemas de promoción". Pág. 20. Editorial Heliasta – 1999.

<sup>12</sup> Daniel Aspiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff. Op.cit -pág. 12-.

<sup>13</sup> Daniel Aspiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff. Op.cit -pág. 12-.

El factor llave o núcleo del nuevo paradigma tecnológico – económico, nos interesa particularmente para explicar la importancia de las TIC's en este contexto. Dado que cada modo de desarrollo adquiere especificidad propia y se define en torno a este elemento fundamental.

Habiendo establecido las condiciones necesarias para la identificación del factor llave, cuyo impacto dentro del proceso productivo determina el surgimiento y desarrollo de un nuevo patrón productivo, en el próximo apartado intentaremos responder a las siguientes cuestiones: ¿Las TIC's cumplen con las condiciones antes formuladas para ser consideradas como el factor llave del nuevo paradigma?, si esto es así, ¿Cómo impactan en el proceso productivo y cuál es el fundamento central en el que se sostiene el nuevo paradigma?.

#### **El nuevo paradigma tecnológico-económico, el modo de desarrollo informacional<sup>14</sup>**

Las condiciones establecidas en las páginas anteriores con respecto a las características que debe cumplir el factor llave o núcleo de un paradigma tecnológico – productivo, nos permitirán determinar si las TIC's pueden ser encuadradas dentro de este concepto.

Para ello, nuestro modelo analítico requiere que simplifiquemos la problemática del proceso de acumulación del capital a sus factores o insumos fundamentales, es decir, tecnología (en sentido amplio, tecnología de productos, de procesos y de organización), materias primas (incluyendo la energía), y fuerza de trabajo.

El fundamento científico para el nacimiento del nuevo paradigma lo constituye la microelectrónica, cuyo desarrollo se inicia con el descubrimiento del transistor en 1947, el circuito integrado en 1957, el proceso planar en 1959 y el microprocesador en 1971<sup>15</sup>.

Con el descubrimiento del microprocesador aparecen los ordenadores o computadoras personales (PC), que ayudadas por el aumento exponencial de su potencia ponen en marcha un proceso de cambio cuantitativo y cualitativo en materia de almacenamiento y procesamiento de información.

---

<sup>14</sup> El término es acuñado en el texto de Manuel Castells "La ciudad informacional Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional" Alianza Editorial SA, Madrid 1995

Sumado a ello, y como consecuencia del aprovechamiento intensivo que hacen de estas nuevas tecnologías, las telecomunicaciones posibilitan la conexión entre diferentes unidades de procesamiento para facilitar la formación de sistemas de información<sup>16</sup>. Se traducen así, en un factor fundamental para la difusión y desarrollo del nuevo paradigma tecnológico – productivo.

Distintos autores coinciden en señalar que las aplicaciones de estos sistemas de información basados en la microelectrónica sirvieron de base para el desarrollo de los sistemas CAD (diseño asistido por computadora) y CAM (fabricación asistida por computadora). Este conjunto de tecnologías junto con el proceso de automatización de las actividades de oficina, básicamente gracias a la utilización de PC's, se integran a su vez en un sistema de producción flexible generando una notable disminución de los costos de producción e impactando en casi la totalidad del proceso productivo.

Del mismo modo, y sustentado por este conjunto de nuevas tecnologías y sistemas de información se descubren nuevos productos e innovaciones fundamentales. Por ejemplo, en el terreno de los nuevos materiales la fibra óptica significó una revolución desde el punto de vista de la transmisión de información. Mientras que un cable telefónico (par telefónico) puede transmitir aproximadamente 6 millones de bits por segundo, la fibra óptica permite transmitir aproximadamente 1 billón de bits por segundo<sup>17</sup>.

La aplicación de las nuevas tecnologías genera una caída sostenida en los requerimientos de personal en los sectores tradicionales y una dramática disminución del gasto en mano de obra, reduciendo la participación del gasto salarial en el total del proceso de producción<sup>18</sup>.

Desde el punto de vista de las materias primas el fenómeno en general se repite, es decir, la disminución de los costos surge como consecuencia de la aplicación de los nuevos materiales que paralelamente también reduce los requerimientos de energía dentro del proceso.

---

<sup>15</sup> Manuel Castells op.cit. - pág. 36 -.

<sup>16</sup> Manuel Castells op.cit. - pág. 37 -.

<sup>17</sup> Una explicación más detallada se encuentra en: Nicholas Negroponte "Ser Digital" Editorial Atlántida Buenos Aires 1995. – Pág 29/38 –

<sup>18</sup> Según Azpiazu, Basualdo y Nochteff, en la mayoría de los casos, simultáneamente con la reducción de los costos salariales y el empleo se produce una polarización de la fuerza de trabajo. La caída del empleo (para el mismo nivel de producción) es especialmente profunda en el tramo que incluye a los obreros y al personal administrativo calificado y es menor en los obreros no calificados y los profesionales en general. Lo expresado evidencia un proceso de transferencia de capacidades físicas e intelectuales que es "absorbido" por los nuevos sistemas de información y control asistido por computadora.



Un caso que puede ser considerado emblemático para el desarrollo de las TIC's, se refiere al insumo básico de un circuito integrado. El núcleo central necesario para la aplicación de las nuevas tecnologías es el silicio<sup>19</sup>. Esto permite, en términos de reducción de costos, que un circuito integrado reemplace una infinidad de piezas y dispositivos plásticos y metálicos reduciendo en forma dramática los requerimientos de materias primas naturales y demuestra, además, el carácter sinérgico de las TIC's. Esto explica, por otro lado, la universalidad de usos que permiten, derivada del potencial de su aplicación tanto en productos como en procesos, basados generalmente en la capacidad de constituir sistemas y redes de información y control integrados.

El siguiente cuadro intenta resumir las características analizadas que evidencian que las TIC's cumplen satisfactoriamente con las condiciones para ser reconocidas como el factor llave del nuevo paradigma tecnológico – económico.

<b>Condiciones para identificar el factor llave o núcleo</b>	<b>Características de las TIC's</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Costo relativo bajo y con tendencia decreciente</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce los requerimientos de personal y la masa salarial insumida por el proceso de producción.</li> <li>• Reduce la necesidad de mano de obra calificada.</li> <li>• Reduce el requerimiento de materias primas por unidad de producto vía sustitución de materias primas “Tradicionales” por nuevas.</li> <li>• Reduce la demanda de materias primas básicas por el mayor aprovechamiento que se consigue de las mismas.</li> <li>• Reduce los requerimientos de energía en el proceso productivo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oferta aparentemente ilimitada en términos prácticos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de nuevas capacidades para la captación, procesamiento y transmisión de la información.</li> <li>• Desarrollo de nuevos materiales (circuito integrado)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Universalidad de uso,</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su carácter sinérgico es a</li> </ul>

<sup>19</sup> El silicio es un elemento químico no metálico. Es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno y el componente más común de la arena en tierra continental. En <http://es.wikipedia.org/wiki/Silicio> . Enero de 2006.

<b>masiva y evidente</b>	su vez causa del dinamismo y difusión de su utilización y efecto de su aplicación en prácticamente la totalidad de las instancias del proceso productivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ser el factor base de un conjunto de innovaciones tecnológicas capaz de reducir los costos de insumos.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de integrar en un mismo sistema distintas áreas con el uso de bancos de información específicos y sistemas de información.</li> <li>• Capacidad de retroalimentación de los sistemas</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Daniel Azpiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff. “La revolución tecnológica y las políticas hegemónicas. El complejo electrónico en la Argentina” Editorial Legasa SA, Buenos Aires 1988.

Por otra parte, las características centrales de las tecnologías utilizadas en el nuevo paradigma tecnológico – económico están centradas en el procesamiento de información y aparecen como un rasgo distintivo que evidencia su calidad de factor llave, afectando particularmente a los procesos. Es decir, mientras todas las actividades biológicas y sociales son de hecho procesos, algunos elementos de dichos procesos cristalizan en formas materiales que constituyen bienes y servicios, el contenido normal de los productos de la economía. Las revoluciones tecnológicas están hechas de innovaciones que son en realidad procesos<sup>20</sup>.

El nuevo paradigma tecnológico – económico se explica entonces, por el desarrollo y aplicación de los nuevos conocimientos aportados por la ciencia que están claramente orientados hacia el procesamiento de información, constituyendo tanto la materia prima como el producto del mismo.

Esta perspectiva, nos permite pensar que las estructuras organizativas, los mecanismos institucionales y, evidentemente, los procesos económicos, sociales, políticos y de toma de decisiones se adaptan, se organizan y reordenan a partir de la proliferación y consolidación de mecanismos de interacción y comunicación reticulares, que aparecen como una forma más flexible y eficiente de organización ante la dinámica que las transformaciones impulsadas por el cambio hacia el modo informacional de desarrollo le imprimen a la sociedad en su conjunto.

De lo expuesto hasta ahora, y de acuerdo con Castells, es posible afirmar que durante las dos décadas que van de finales de los ´60 hasta finales de los ´80 una serie de

innovaciones científico tecnológicas han convergido constituyendo un nuevo paradigma tecnológico – económico, su surgimiento relativamente simultáneo y la sinergia creada por su interacción contribuyeron a su rápida difusión y aplicación, lo cual a su vez, aumentó el potencial de cada tecnología e indujo a un desarrollo mayor y más rápido del nuevo paradigma tecnológico<sup>21</sup>.

Es posible extraer algunas conclusiones que profundicen aún más las características particulares que derivan de este nuevo patrón productivo. Resulta evidente que durante las últimas décadas se produce un acercamiento entre ciencia y tecnología. Una de las características más importantes del proceso de acumulación de capital, descansa actualmente en la capacidad diferencial de las sociedades locales para diseñar y poner en marcha políticas y acciones que vinculen estrechamente la generación de conocimiento y la difusión de innovaciones tecnológicas con las demandas de los sectores productivos. Nunca antes en la historia de la humanidad el proceso de acumulación de capital estuvo tan directamente vinculado a la ciencia y la tecnología<sup>22</sup>.

Las transformaciones operadas en los procesos de acumulación de capital en las últimas décadas descansan, fundamentalmente, en el desarrollo tecnológico, la innovación y la transferencia de tecnología. Por lo que corresponde entonces, profundizar el análisis para explorar las imbricaciones teóricas que tales procesos de innovación y transferencia de tecnología tienen, puntualmente, con la perspectiva del desarrollo endógeno y más en general con la problemática del desarrollo local.

### **Innovación y desarrollo**

Siguiendo a Vázquez Barquero, entendemos el desarrollo endógeno como una interpretación que ayuda a comprender el papel determinante de la interacción entre tecnología, organización de la producción, desarrollo urbano e instituciones en la dinámica económica.

El desarrollo económico y la dinámica productiva dependen de la introducción y difusión de las innovaciones y el conocimiento, que impulsan la transformación y

---

<sup>20</sup> Manuel Castells op.cit - pág. 40 -.

<sup>21</sup> Manuel Castells op.cit. - pág. 37 -.

<sup>22</sup> Daniel Azpiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff. Op.cit -pág. 27-.

renovación del sistema productivo, ya que, en último análisis, la acumulación de capital es acumulación de tecnología y conocimiento<sup>23</sup>.

La tecnología y la innovación tecnológica son instrumentos centrales a la hora de pensar el desarrollo en todos sus niveles. Ahora bien, ¿Por qué las naciones, las regiones, las ciudades, observan diferentes niveles de éxito relativo?, ¿Cuáles son las causas de tales disparidades?, ¿Qué factores condicionan lo que a simple vista parece un proceso lineal de interacción entre tecnología, producción, productividad y crecimiento económico?

Hasta no hace mucho tiempo, la mayoría de los economistas se conformaba con tratar al proceso de cambio tecnológico como una variable exógena. El cambio tecnológico – y el conocimiento científico sobre el crecimiento en el cual se apoyaba – era considerado como algo que avanzaba de acuerdo con procesos o leyes internos propios, en cualquier caso, independientes de las fuerzas económicas.<sup>24</sup>.

Tal como afirma Jorge Katz, en el campo de lo innovativo y tecnológico, muchas veces los supuestos sobre los que se asienta el razonamiento neoclásico bloquean, más que facilitan, la conceptualización de los problemas. La firma neoclásica goza de perfecta información acerca de sus posibilidades. El conocimiento tecnológico constituye para ella un dato exógeno, al que tiene libre acceso y sobre el que posee absoluta comprensión. Opera en mercados perfectos de factores y maximiza beneficios. En este mundo no caben la racionalidad acotada, los retornos crecientes a escala, las externalidades o los bienes públicos. La función de producción es genérica y no firma - específica. No existe el conocimiento tácito, no formalizado. Cuando se admite el aprendizaje se lo hace de manera determinística, con lo cual se pierde de vista la incertidumbre y el ensayo - y - error que normalmente rodean el acto de búsqueda de nuevos conocimientos científicos tecnológicos<sup>25</sup>.

La moderna teoría del crecimiento (Romer, 1986, 1990; Barro y Salas i Martin, 1996 Helpman y Grossman, 1992), según el mismo autor, si bien ha logrado mejorar en

---

<sup>23</sup> Antonio Vázquez Barquero "Desarrollo endógeno y globalización". pág. 78. En "Transformaciones globales, instituciones y políticas de desarrollo local". Antonio Vázquez Barquero / Oscar Madoery compiladores – HomoSapiens Ediciones – Noviembre de 2001.

<sup>24</sup> Nathan Rosemberg "Ciencia, innovación y crecimiento económico". Pág. 17. En "Ciencia, Tecnología y crecimiento económico". Francois Chesnais / Julio César Neffa compiladores - CEIL-PIETTE CONICET - Marzo de 2003.

<sup>25</sup> Jorge M. Katz "Reformas estructurales y comportamiento tecnológico. Reflexiones en torno a las fuentes y naturaleza del cambio tecnológico en América Latina en los años noventa" Pág. 255. en "Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón" – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998

mucho la percepción de los procesos de innovación y desarrollo de las economías se encuentra lejos, todavía, de captar la complejidad institucional y “cultural” que implica necesariamente la comprensión del campo innovativo tecnológico.

En el mismo sentido, dice, las instituciones son “portadoras de la historia” (David, 1994) y van dando forma y contenido a una vasta “cultura” organizacional y productiva que permea a la sociedad. Tal cultura, que incluye saberes tecnológicos, capacidades de gestión empresarial, hábitos de comportamiento laboral, normas éticas, constituye un “capital social” de gran importancia que condiciona y es, a su vez, condicionado por la capacidad social de absorción de nuevos conocimientos tecnológicos. Así definía Kuznets, en 1956, la particular habilidad de una determinada comunidad para gestionar su conducta innovativa y tecnológica. A todas luces esa habilidad difiere de una sociedad a otra, más allá de la tasa de ahorro o del coeficiente de inversión sobre el producto, que son los indicadores en cuyo análisis se concentra normalmente la profesión. Es justamente por ello que similares tasas de acumulación pueden dar lugar a ritmos de expansión muy dispares, fenómeno que con frecuencia debemos enfrentar sin que el modelo convencional de equilibrio competitivo proporcione una explicación adecuada.

Finalmente y citando a Saxenian, 1994, Katz afirma que los “estilos” de interacción directa entre los agentes económicos individuales, los mecanismos de coordinación entre éstos y las agencias e instituciones relacionadas con lo innovativo y tecnológico, etc., van dando forma a una “cultura” particular propia de cada sociedad, y aún de regiones o sectores productivos de la misma<sup>26</sup>.

En este orden de ideas, corresponde centrar la atención en la forma y el contexto en que las innovaciones se integran al sistema productivo. La innovación, como ya dijimos, no es “espontánea” aparece como resultado de un complejo proceso de interacción.

Es decir, los procesos de difusión de las innovaciones y del conocimiento están condicionados por el entorno (sistema de empresas, instituciones, actores económicos y sociales) en los que las empresas toman decisiones de inversión. Las empresas invierten en tecnología y conocimiento con el fin de mejorar su rentabilidad y su posicionamiento competitivo, pero sus necesidades y sus respuestas están

---

<sup>26</sup> Jorge M. Katz “Reformas estructurales y comportamiento tecnológico. Reflexiones en torno a las fuentes y naturaleza del cambio tecnológico en América Latina en los años noventa” Pág. 263. en “Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón” – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998

condicionadas por el contexto en el que realizan su actividad productiva. Los resultados dependen, por lo tanto, de lo que sus competidores hacen, del tipo de relaciones que las empresas mantienen con el entorno, y, en definitiva, del carácter innovador o no del entorno<sup>27</sup>.

### **Innovación, redes y sistemas de innovación**

La innovación es el proceso de generación de nuevas tecnologías. Sin embargo, y siguiendo a Saavedra-Rivano, en algunos contextos el término de innovación se usa de manera más estricta para referirse a la generación de nuevos productos o nuevos procesos de producción.

Por ejemplo, Freeman (1992) distingue cuatro etapas en la generación de nuevas tecnologías. Primero, la investigación básica, que tiene por objeto la producción de trabajos científicos o, para presentarlo de la manera más esquemática posible, entrega formulas o teorías. Segundo, la actividad inventiva que resulta en esbozos o ideas que pueden conducir a nuevos productos o procesos y cuyo resultado tangible son las patentes. Tercero, el desarrollo basado en inventos y conocimiento ya existentes sobre temas afines y que se traducen en especificaciones para nuevos productos o procesos. Superados los problemas prácticos que impiden su realización, la cuarta y última etapa conduce al lanzamiento de nuevos productos o procesos a los mercados. En este sentido más estricto, una innovación ocurre únicamente cuando se genera un nuevo producto o proceso.

Para el autor esta distinción resulta importante dado que, solo una minoría de los inventos se convierte en productos comerciales. Sin embargo, la totalidad de estas etapas conforman el proceso de innovación. Es que incluso aquellas teorías, invenciones o especificaciones que nunca se convertirán en productos, contribuyen al aprendizaje, el cual, es un componente necesario de la innovación<sup>28</sup>.

Dentro del proceso de innovación, en particular, es posible diferenciar distintos períodos o fases. Una primera fase pertenece a la invención y desarrollo de una innovación mayor, una segunda fase que podemos denominar de innovación incremental y, una tercera fase de caída o agotamiento de la innovación mayor y consecuentemente de la productividad.

---

<sup>27</sup> Antonio Vázquez Barquero "Desarrollo endógeno y globalización". pág. 85. En "Transformaciones globales, instituciones y políticas de desarrollo local". Antonio Vázquez Barquero / Oscar Madoery compiladores – HomoSapiens Ediciones – Noviembre de 2001.

<sup>28</sup> Neandro Saavedra-Rivano "Aspectos conceptuales de los sistemas nacionales de innovación" Pág. 24. en "Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón" – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998.

En la primera fase es necesario hacer una diferencia entre invención<sup>29</sup> e innovación. Innovación es el proceso por el cual un invento se difunde como una aplicación exitosa en el campo económico<sup>30</sup>. En esta etapa de difusión limitada de la innovación el rendimiento o producto marginal<sup>31</sup> del gasto en I+D es bajo para el conjunto de la economía, es decir, la inversión en I+D es alta en relación al nivel de productividad que se obtiene de dicha innovación.

En la segunda fase, que denominamos de innovaciones incrementales, el rendimiento marginal aumenta más que proporcionalmente en relación con el gasto en I+D, esto es, cuando cada unidad de gasto en I+D produce muchas más unidades de productividad que en el período anterior.

Esta fase se desarrolla durante un tiempo más prolongado que la fase anterior, en función del relativamente simple y rápido desarrollo de innovaciones menores o incrementales vinculadas con la innovación mayor o central.

La última fase, de caída o agotamiento de la innovación mayor se produce cuando las innovaciones incrementales generan un efecto decreciente o nulo en los niveles de productividad y entran a jugar otros factores ajenos al proceso de innovación tecnológica, que a los efectos de la presente investigación no resultan relevantes. Siguiendo a Aspiazu, Basualdo y Nochteff es posible considerar que en esta fase los efectos de la innovación mayor en términos de acumulación de capital se han agotado<sup>32</sup>.

Ahora bien, una vez más y dicho de esta manera, parece que el proceso de innovación se explica como resultado de un mecanismo lineal, la secuencia: invento – innovación radical – innovaciones incrementales y agotamiento de la innovación, evidentemente ordena conceptualmente el análisis pero simplifica la realidad obviando una cantidad de factores que necesariamente intervienen en dicho proceso.

---

<sup>29</sup> Hallar o descubrir una cosa nueva o no conocida. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. Vigésima primera edición -Madrid 1992-

<sup>30</sup> Daniel Aspiazu, Eduardo M. Basualdo y Hugo Nochteff. Op.cit -pág. 15-

<sup>31</sup> El concepto pertenece a la teoría microeconómica. El producto o rendimiento marginal de un insumo (en sentido amplio, trabajo, materia prima o tecnología) se define por el agregado al producto total, imputable al agregado de una unidad del insumo variable en el proceso productivo, cuando el insumo fijo permanece constante. Sintéticamente, el rendimiento marginal muestra en cuanto varía la producción total cuando se agrega una unidad de insumo al proceso de producción. Una explicación más detallada se encuentra por ejemplo en C. E. Ferguson y J. P. Gould "Teoría Microeconómica" Fondo de Cultura Económica SA Buenos Aires 1977 -pág. 131-

<sup>32</sup> Según los autores el análisis más clásico de este ciclo y probablemente aún no superado por la literatura sobre el tema es el de Shumpeter (1939).

Toda la evidencia empírica apunta a la interdependencia de muchas innovaciones radicales e incrementales. Tanto los historiadores de la tecnología (como Gille, 1978) como los estudios sobre la difusión (por ejemplo el de Gold, 1981), señalan la importancia de los “sistemas” de innovación o las “redes” de elementos interdependientes. Los ejemplos obvios son los sistemas de energía eléctrica, los ferrocarriles y las telecomunicaciones. En estos casos, el éxito de cualquier innovación depende a menudo de modificaciones realizadas en alguna otra parte del sistema y las fallas de equilibrio son poderosos condicionantes de innovaciones complementarias (Rosemberg, 1976,1982)<sup>33</sup>

Por lo tanto, la innovación es el producto de un gran número de actores, entre los que se encuentran, en primer lugar, las empresas productivas. Pero ellas están inmersas en un entorno que puede ser más o menos propicio a la innovación. Ese entorno está compuesto por los marcos legal y regulatorio en el que se desenvuelven, el estado y sus políticas, las instituciones y las formas de interrelacionarse de los actores económicos<sup>34</sup>.

Por otra parte, distintos autores<sup>35</sup> destacan las características de desigualdad, discontinuidad e impredecibilidad del cambio técnico, que es, “más como una serie de explosiones que una transformación suave pero incesante”(Fels, 1974 Pág. 75). Las innovaciones son “desparejas, discontinuas y poco armónicas por naturaleza” y ni siquiera están distribuidas regularmente a lo largo del tiempo o del espacio, sino que tienden a agruparse “porque primero algunas y luego la mayoría de las firmas, siguen la estela de las innovaciones exitosas.

Muchos de los más recientes trabajos empíricos sobre el cambio técnico destacan la gran importancia que tiene el aprender haciendo (*learning by doing*) y el aprender usando (*learning by using*). Estas expresiones introducidas por Arrow (1962), Von Hippel (1976) y otros economistas post-Schumpeterianos, se han vuelto parte de la jerga aceptada del análisis del cambio técnico. Más recientemente, la expresión aprender por la interacción (*learning by interacting*) (Lundvall, 1988) también se ha

---

<sup>33</sup> Christopher Freeman “Ciencia, innovación y crecimiento económico”. Pág. 36. En “Ciencia, Tecnología y crecimiento económico”. Francois Chesnais / Julio César Neffa compiladores - CEIL-PIETTE CONICET - Marzo de 2003.

<sup>34</sup> Manuel R. Agosin y Neantro Saavedra Rivano “Introducción y conclusiones de política” Pág. 10. en “Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón” – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998

<sup>35</sup> Schumpeter es, sin dudas, uno de los más importantes.



vuelto parte de la terminología corriente y sirve para destacar la interdependencia mutua entre los “proveedores” y “usuarios” de las innovaciones dentro de un sistema nacional o internacional<sup>36</sup>.

La innovación no es el resultado de las acciones de un actor “en solitario” sino que se explica como un conjunto de eventos concomitantes, tanto en sus fundamentos técnicos como científicos y sus conexiones físicas con otras partes del conjunto, más complejo, que supone el sistema económico.

Siguiendo a Correa la noción básica que sustenta este enfoque es que las innovaciones son creadas sistémicamente: ocurren en un proceso colectivo e interactivo que involucra un conjunto de agentes e instituciones. El conocimiento no es creado en forma aislada y las empresas innovan en tanto se vinculan con competidores, proveedores, clientes y una diversidad de instituciones<sup>37</sup>.

### **Sistemas de innovación. Una aproximación conceptual**

En este contexto, el concepto de sistemas de innovación ha demostrado su utilidad para resaltar el papel de diferentes agentes (privados y públicos) en la creación y difusión de tecnología. El análisis de sistemas de innovación nacionales se centra en la caracterización de las prácticas y, más importante aún, en el estudio de la relación entre instituciones “primarias”<sup>38</sup> y de “apoyo”<sup>39</sup>.

La perspectiva central de estos estudios consiste en considerar que el desempeño innovador de una economía “depende no tanto de cuál sea el desempeño de las organizaciones específicas (universidades, empresas, etc.), sino de cuán bien interactúen entre ellas (Edquist, 1995)<sup>40</sup>

Por sistema se entiende una colección de componentes vinculados entre sí y cuyo comportamiento refleja más que la simple suma de aquellos. Un sistema es en esencia

---

<sup>36</sup> Christopher Freeman “Ciencia, innovación y crecimiento económico”. Pág. 39. En “Ciencia, Tecnología y crecimiento económico”. Francois Chesnais / Julio César Neffa compiladores - CEIL-PIETTE CONICET - Marzo de 2003.

<sup>37</sup> Carlos María Correa “Liberalización económica e innovación: El caso Argentino” Pág. 151. en “Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón” – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998.

<sup>38</sup> Tales como empresas, universidades, laboratorios de investigación.

<sup>39</sup> El concepto incluye instituciones de educación y entrenamiento y organismos regulatorios.

<sup>40</sup> Citado por Carlos María Correa “Liberalización económica e innovación: El caso Argentino” Pág. 151. en “Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón” – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998.

dinámico y posee una estructura, que es lo que determina el comportamiento observado. La gestación del sistema no es necesariamente fruto de un esfuerzo deliberado de diseño; a menudo surge de la necesidad o para ejecutar actividades socialmente necesarias. Por motivos semejantes, la estructura del sistema no es rígida y puede cambiar o adaptarse según la naturaleza de sus funciones<sup>41</sup>.

La definición de sistema nacional de innovación, siguiendo a Saavedra-Rivano, es “un SNI es un conjunto integrado de actores e instituciones que, en el ámbito de una nación, se interrelacionan con el fin de llevar adelante el proceso de innovación. Esta es, más o menos, la definición que postula Nelson (1993).

En términos prácticos, los componentes de un SNI son los laboratorios de investigación y desarrollo de las empresas innovadoras, los institutos públicos de investigación básica y aplicada, las universidades (públicas y privadas), los organismos públicos de promoción de la investigación científica y tecnológica (a nivel nacional o de los gobiernos locales), las fundaciones privadas que apoyan las actividades científicas.

Esta perspectiva nos interesa fundamentalmente porque, como vimos antes, el concepto de red, en principio, parece el más apropiado para explicitar y “ver” en términos gráficos la complejidad que supone este proceso de interacción e interrelación de los distintos actores.

### **La importancia de las redes en los sistemas de innovación**

Francois Chesnais propone el término “redes tecnoeconómicas” como una constelación de relaciones interactivas establecidas en torno a las firmas (tanto entre ellas como entre las instituciones públicas de innovación) a través de una amplia variedad contractual y de acuerdos informales; que tienen la propiedad de permitir la formación de capacidades innovadoras y productivas más grandes que la suma de las capacidades tecnológicas de las firmas e instituciones individuales participantes<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Neandro Saavedra-Rivano “Aspectos conceptuales de los sistemas nacionales de innovación” Pág. 26. en “Sistemas nacionales de innovación. ¿Qué puede aprender América Latina de Japón” – Dolmen Ediciones Caracas - Santiago de Chile. 1998. El autor aclara que la descripción corresponde a una interpretación intuitiva del término y que formalizaciones del concepto abundan en la disciplina denominada teoría general de sistemas y sugiere autores por ejemplo ver a Von Bertalanffy, 1975, Klir, 1969.

<sup>42</sup> Francois Chesnais “Acuerdos tecnológicos, redes y temas seleccionados en la teoría económica” pág. 17 en “Sistemas de innovación y política tecnológica”. Francois Chesnais / Julio César Neffa compiladores - CEIL-PIETTE CONICET - Marzo de 2003.

Esto explica en gran medida, por qué las políticas públicas de I+D y, fundamentalmente, sus resultados en términos de desarrollo y fortalecimiento de los sistemas de innovación nacionales y regionales adquieren especial importancia, en tanto como vimos, más que nunca la difusión y transferencia de tecnología opera como una de las variables centrales para el desarrollo. Asumiendo que el proceso en sí mismo implica un nivel de complejidad tal que resulta dificultoso modelizar.

Aquí descansa el objetivo del presente trabajo, dado que la formación de redes facilita el proceso de apropiación y difusión del conocimiento y dinamiza los mecanismos organizacionales y relacionales que permiten la introducción de innovaciones, lo que “personaliza” y a su vez define y optimiza el diseño de senderos locales de desarrollo, en tanto opciones estratégicas.

Entendemos que el enfoque del análisis de redes de políticas públicas nos permitirá aportar una mirada distinta al proceso complejo que intentamos abordar. De esta forma, en el próximo capítulo nos detendremos a analizar cómo y quiénes constituyen el sistema de innovación nacional, en un intento para identificar a los actores más relevantes con el fin de esbozar un mapa del entramado institucional que lo sostiene y, más adelante, analizar puntualmente alguna de las políticas que se desarrollan para su fortalecimiento y desarrollo.

**Para citar este Documento:**

**Mallo E. (26-4-2006).** *Cambio tecnológico e innovación. Un nuevo modelo de desarrollo. HOLOGRAMÁTICA – Facultad de Ciencias Sociales – UNLZ - Año III, Número 4, V2 (2006), pp 47-65 ISSN 1668-5024*  
Recuperado: (fecha) de [www.hologramatica.com.ar](http://www.hologramatica.com.ar)

URL del Documento:

<http://www.cienciared.com.ar/ra/doc.php?n=381>

URL de la Revista:

<http://www.hologramatica.com.ar>

---

**i EDUARDO MALLO**

Maestrando en Desarrollo Económico Local (Universidad Autónoma de Madrid – Universidad Nacional de San Martín), Licenciado en Administración Pública (Universidad Nacional de San Martín). Director de la Carrera de Licenciatura en Administración Pública (UNSAM). Docente e investigador universitario. Titular de Cátedra “Teoría de las Organizaciones Públicas” (UNSAM). Investigador del Centro de Estudios Desarrollo y Territorio (CEDET – UNSAM). Asesor en la Secretaría de Políticas Universitarias dependiente del Ministerio de Educación de la Nación.