

REPENSAR LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA CON AYUDA DEL ESTADO

Marco Antonio Merchand Rojas¹

Resumen

El presente trabajo se orienta con la interrogante: ¿Qué implicaciones tiene para los países en desarrollo como es el caso de México no ofertar localmente sus necesidades tecnológicas, dependiendo estructuralmente de los países centrales que sí cuentan con las capacidades para promover y consolidar tecnologías de vanguardia?

Para cubrir el objetivo del presente documento, éste se estructura en dos apartados:

1. Algunas definiciones de tecnología.

2. Los principales enfoques económicos que interpretan el desarrollo tecnológico de los países periféricos y el papel que le compete al Estado en esta problemática.

1. Algunas definiciones de tecnología

La tecnología como un valor de uso, enfatiza las características intrínsecas de un determinado conjunto de conocimientos que son aplicados para un acordado medio de trabajo.

“Desde el punto de vista del valor de cambio, la tecnología puede ser considerada como un activo que se apropia privadamente, y que es transmisor de poder de mercado. La tecnología, entonces cuenta con la capacidad de generar rentas monopólicas para quienes la controlan y ex-

¹ Profesor de la Universidad de Guadalajara.

plotan. Carlos Marx consideraba que la tecnología es la que media entre el hombre y su relación con el mundo material exterior". Sagasti, F. (1981:24).

En el Cuadro 1, se enuncian algunas definiciones de tecnología.

CUADRO 1. DEFINICIONES DE TECNOLOGÍA

	Artefactual	Cognitivo	Sistémico
Definiciones	Las tecnologías son herramientas o artefactos	La tecnología en ciencia aplicada	La tecnología es un sistema complejo
Relación con la sociedad	Determinismo tecnológico	Determinismo tecnológico producto de comunidades científicas	Tejido sin costuras. Impulso tecnológico
Relación con la ciencia	Artefactos industriales	Conocimiento mediante reglas y leyes	Conocimientos científicos heterogéneos
Relación con la innovación	Difusión de la innovación por las máquinas	La invención y la I+D	La innovación es social y cultural
Críticas	Visión de túnel. Utilidad, neutralidad	Neutralidad. Relación más amplia con ciencia y tecnología	La dicotomía interior y exterior

En términos generales, las definiciones sobre tecnología apuntan, por un lado a considerar ésta como una concepción artefactual³ o instrumentalista en el caso de la alusión a las máquinas, siendo la visión más arraigada en la vida ordinaria (Osorio, 2002). La otra postura es la intelectualista o cognitiva que contempla la tecnología como aplicación de la ciencia.

Respecto al enfoque artefactual cabe señalar que éste corresponde con la tradicional visión del túnel de la ingeniería, al considerar que la tecnología empieza y termina en la máquina (Pacey, 1983)⁴. Esta imagen artefactual separa los objetos tecnológicos de su entramado social.

³ La concepción artefactual o instrumentista de la tecnología es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tarea. Se trata de una imagen según la cual la tecnología tendría siempre como resultado productos industriales de naturaleza material, que se manifiestan en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas. Automóviles, teléfonos y computadoras... serían ejemplos, entre otros muchos, de artefactos tecnológicos en los que se cumplirían las condiciones de esta definición de tecnología. Lo tecnológico sería lo relativo a la moderna producción de bienes materiales que la sociedad demanda.

⁴ Citado por Osorio C (2002).

Bajo este enfoque, se considera que las tecnologías son productos neutros que pueden ser utilizados para el bien o para el mal, siendo la sociedad la responsable de su uso, ya que en principio la tecnología no respondería más que al criterio de la utilidad y la eficacia y nada tendría que ver con los sistemas políticos o sociales de una sociedad.

Sin embargo, no hay que ignorar que la tecnología es un sistema de acciones en donde se plasman intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que la diseñan, desarrollan, financian y controlan.

Winner (1977), acertadamente dice que remotamente la tecnología puede ser considerada neutral, las tecnologías empleadas otorgan un contenido real al espacio de vida en que son aplicadas, incrementando ciertos fines, negando e incluso destruyendo otros.

En otras palabras, las tecnologías como tales se diseñan con presupuestos técnicos, políticos, económicos y sociales y no sólo son productos que siguen la noción instrumental de la utilidad y la eficacia.

Desde el punto de vista cognitivo o intelectualista, la tecnología se conceptualiza como ciencia aplicada, donde se le reduce a un conjunto de reglas tecnológicas que serían consecuencias deducibles de las leyes científicas, el desarrollo tecnológico dependería de la investigación científica (Bunge, 1972).

Se ha cuestionado el argumento, de que la tecnología es la ciencia aplicada, pues existen determinados momentos históricos donde ésta tiene cierta especificidad y a veces establece una relación más amplia con la ciencia de la que sólo deriva de su aplicación; la tecnología utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia.

Por lo que respecta al enfoque sistémico, Quintanilla (1998) establece que la tecnología no es dependiente de la ciencia, o representada por el conjunto de artefactos, sino que es producto de una unidad compleja, en donde forman parte: los materiales, los artefactos y la energía, así como los agentes que la transforman. Desde esta perspectiva, el factor fundamental del desarrollo tecnológico sería la innovación social y cultural, la cual involucra no solamente a las tradicionales referencias al mercado, también a los aspectos organizativos y al ámbito de los valores y la cultura.

2. Los principales enfoques económicos que interpretan el desarrollo tecnológico de los países periféricos y el papel que le compete al Estado en esta problemática

Como bien lo apunta Sagasti, F (1981), muchas de las políticas gubernamentales, con sus correspondientes instrumentos, han sido concebidas y justificadas como consecuencia de una determinada escuela de pensamiento, cuya validez, tanto teórica como empírica, era aceptada por quienes detentaban el poder.

De igual manera, las cuestiones ideológicas también se encuentran íntimamente involucradas en el proceso de selección de un determinado enfoque a partir del cual se establece la política para el desarrollo tecnológico, ya que la elección de un punto de vista o una perspectiva, no está exenta de consideraciones valorativas. No cabe duda que la escuela neoclásica, ha sido por sus postulados económicos subyacentes, la que ha predominado en el establecimiento de implicaciones políticas para hacer recomendaciones que atiendan el progreso tecnológico a partir de las funciones de producción, el comercio internacional y el problema de las proporciones de los factores.

De hecho, los presupuestos del análisis marginal de la escuela neoclásica, proporcionan la base que sustenta las recomendaciones para que las economías nacionales sobre todo la de los países periféricos liberalicen su comercio y así "permitir la entrada del *know how* sobre todo proveniente de las empresas transnacionales, que se supone generaran efectos acumulativos en el conocimiento en general de los países receptores" Sagasti, F. (1981:37). La recomendación de la escuela neoclásica, es que sólo a través del *laissez faire, laissez passer* se permitirá dar paso a una ciencia y tecnología sustentable que provenga del espíritu empresarial (innovación Schumpeteriana).

Por ejemplo, el argumento más socorrido que emplean los neoclásicos para examinar el problema de la tecnología y su relación con el desarrollo, se centra en la disponibilidad de factores de la producción, precios relativos, la existencia de técnicas que emplean estos factores en distintas proporciones y el proceso de selección de técnicas. En su formu-

lación teórica más simple, el modelo emplea como herramienta básica una función de producción de dos factores (capital y trabajo)⁵.

En cambio, en lo que respecta a las distorsiones de los precios relativos de los factores, los neoclásicos postulan que el motivo principal para la selección de tecnologías inadecuadas en los países periféricos es que éstos han seguido estrategias de desarrollo económico y social que han abaratado indebidamente el costo de capital en relación al trabajo. Entre éstas, se encuentran los tipos de cambio sobrevaluados, subsidios tributarios y crediticios, excesiva protección arancelaria contra la competencia de las importaciones que han reducido el costo del capital para los inversionistas de manera artificial, mientras que las políticas sociales, la presión de los sindicatos, y diversas medidas de bienestar social (generalmente adoptadas imitando a países desarrollados, antes de que el sistema económico sea capaz de sostenerlas), han elevado el costo de trabajo muy por encima de su "costo natural".

Cabe resaltar la importancia de la empresa o firma como elemento central que impulsa la introducción de innovaciones en el mercado y que, por tanto, se considera como el principal agente del cambio tecnológico, alrededor del cual se han realizado las reflexiones de la escuela neoclásica y la escuela estructuralista. Una breve ilustración de ambas posturas refleja, los posicionamientos en torno a la importancia de la empresa como agente innovador y aplicador de la tecnología.

Como bien lo ilustran Katz y Kosacoff (1998), el enfoque neoclásico⁶ considera que la empresa goza de perfecta información acerca de sus posibilidades futuras, conoce la distribución de probabilidades de éxito

⁵ Por fortuna existen otros enfoques que han desafiado los postulados de la escuela neoclásica, como lo es la postura estructuralista y, por supuesto, las teorías de crecimiento endógeno sobre el cambio técnico, mismas que se presentan como planteamientos alternativos.

⁶ La teoría neoclásica considera que: a). El conocimiento tecnológico se concibe como explícito, articulado, imitable, codificable y perfectamente transmisible; b). Las empresas pueden producir y usar innovaciones a partir de un *pool* de conocimiento que, según los casos, será o no de acceso gratuito, pero que siempre entregará una información codificada y fácilmente reproducible; se supone, por ende, que las tecnologías son usadas con el mismo grado de eficiencia en todas las empresas; c). La tecnología se percibe como enteramente realizada con anterioridad a su incorporación a la esfera productiva (no hay retroalimentación proveniente de esta última) y, en general, se ignoran las innovaciones provenientes de actividades no formales. La ciencia, en tanto, se concibe como situada afuera del proceso económico y d). Modelo lineal de innovación: El proceso

o fracaso de todos y cada uno de los cursos de acción que puede seguir, opera en mercados perfectos de factores y maximiza beneficios a partir de un conjunto de datos exógenos que describen íntegramente las funciones de producción –a las que tiene libre acceso– y los precios de los factores. En este marco no se contemplan la “racionalidad acotada”, los retornos crecientes a escala, las externalidades o los “bienes públicos”. En la lógica del equilibrio competitivo tales “anomalías” no son compatibles con el buen funcionamiento del sistema de precios. La función de producción es “genérica” y no “específica”. No existe el conocimiento “tácito” no formalizado. Cuando se admite el aprendizaje, se hace de manera determinista, con lo cual se pierden de vista la incertidumbre y el ensayo y error que normalmente rodean al acto de búsqueda de nuevos conocimientos científico-técnicos.

Por el contrario, los estructuralistas imaginan empresas e individuos como agentes imperfectamente informados en lo que atañe al conjunto de opciones que enfrentan y con incompleta percepción acerca del costo/beneficio asociado a cada una de sus posibles decisiones. También suponen que las empresas operan con “racionalidad acotada”, esto es, buscando el beneficio, pero no necesariamente maximizando su tasa de ganancia. Los agentes económicos actúan por ensayo y error, experimentando y buscando nuevas rutinas operativas que les permitan mejorar su desempeño a través del tiempo. Todo ello configura un “proceso madurativo” en el que el tiempo y la historia juegan un papel fundamental, condicionando la complejidad de las actividades que los agentes económicos pueden acometer eficientemente. Existen retornos crecientes a escala, externalidades, inapropiabilidades y otras anomalías varias que impiden que el libre funcionamiento del sistema de precios lleve la asignación de recursos hacia un óptimo social.

También habría que explicar, aunque sea brevemente, que desde otra visión económica, existe un amplio consenso en considerar la diná-

de “traducción” de los principios científicos a conocimientos útiles para la producción industrial es en esencia secuencial, tanto en el plano temporal como institucional comprende fases discretas que deben sucederse. La aparición de nuevas tecnologías sigue una secuencia temporal bien definida que comienza con actividades de I&D, es seguida por una fase de desarrollo y finalmente arriba a las etapas de producción y comercialización. Identifica la innovación con actividades formales de I&D. Las capacidades tecnológicas de una organización o sociedad son esencialmente función de las fronteras de sus conocimientos.

mica de las innovaciones tecnológicas como un proceso evolutivo y lineal (Freeman, 1982; Nelson y Winter, 1982; Dosi *et al.*, 1988; Nelson, 1993; Lundvall, 1992). Dentro de esta visión se analizan las transformaciones, los pasajes, las trayectorias y las etapas diversas por las que atraviesan las tecnologías. Este enfoque llamado evolutivo, alude a un proceso que contempla, en primera instancia, un momento que, en muchos de los casos, se identifica como tradicional y poco relevante, y se llega a otro que se distingue, ciertamente, por su originalidad y novedad⁷. Así tratan de explicar la evolución histórica de las tecnologías en los países centrales, la internacionalización del capital productivo y la configuración del proceso de producción globalmente integrado y unitario, el “paradigma tecnoeconómico”⁸ y el “paradigma de la microelectrónica”.

Existen además otras teorías que se suman a las ya mencionadas. En el Cuadro 2, se exponen las siguientes interpretaciones: a) las tecnologistas, que se sustentan en el enfoque evolucionista y emergente a partir de la teoría del conocimiento y el aprendizaje; b) las institucionalistas, de inclinación weberiana pero también con influencia norteamericana de Veblen⁹; c) las que discuten la transformación del sistema mundial, desde el sesgo de la integración global de la producción, y; d) las que teorizan a partir de conceptos esgrimidos de las revoluciones tecnológicas.

⁷ Este pasaje de lo tradicional a lo original (por mencionarlo de alguna forma), ha llegado a ser seriamente cuestionado, sobre todo, por la sociología de la innovación y la sociología de ciencias y técnicas. Desde estos estudios, han surgido ciertas interrogantes que justamente nos llevan a reflexionar sobre los momentos discontinuos, indeterminados, y hasta los retrocesos y rupturas que implica el proceso de innovación.

⁸ Carlota Pérez analiza los factores que intervienen en el cambio de paradigma tecnoeconómico, explica de qué forma las empresas pueden transitar del viejo al nuevo paradigma, evaluando, particularmente la trayectoria tecnológica de las empresas. Considera que los países subdesarrollados deben estar atentos a las tendencias mundiales que marcan el nuevo paradigma tecnoeconómico, con el objeto de salir beneficiados, porque de lo contrario, será aún mayor su estancamiento económico, de ahí que, “los países en desarrollo necesitan desarrollar capacidad para gestionar la información y el conocimiento en pro de la innovación” (Pérez, 2001:14).

⁹ Veblen, T. fue un sociólogo y economista estadounidense. Fue fundador, junto con John R. Commons, de la corriente institucionalista en las ciencias sociales. Su fama se debe a libros como *La teoría de la clase ociosa* (1899) en los que critica de forma apasionada la evolución de la sociedad y la economía de su país.

CUADRO 2. TEORÍAS SOBRE EL CONCEPTO DE TECNOLOGÍA

Enfoques teóricos	Fundamentos teóricos	Autores	Unidad de análisis	Causa explicativa	Núcleo
Tecnólogos	Teoría evolucionista, Schumpeter, teoría del conocimiento	Ross-Larson Westphal Bell-Pavitt Bell-Albu	Empresa Red Sistema de innovación	Acumulación de conocimiento	Empresarial
Institucionalistas	Veblen Weber Gerschenkron	Amsden Chalmers Jonson	Sistema institucional nacional	Aprendizaje Transformación institucional	Nacional
Cadenas y redes globales	Wallerstein/Penrose	Gereffi Ernst	Cadenas o redes de empresas	Acumulación de conocimientos	Local o subnacional
Ondas de crecimiento y revoluciones tecnológicas	Schumpeter, ciclo de vida	Carlota Pérez	Sistema mundial	Acumulación de conocimientos	Nacional

El cambio tecnológico fue pilar de los enfoques evolucionistas inspirados en la obra de Nelson-Winter (1982), Westphal L. (1978) y Linsu Kim (1980 y 1997) introdujeron modificaciones en la unidad de análisis, pues la economía nacional deja de situarse como objeto central y es la empresa o red de empresas, las que se sitúan como ejes medulares; de aquí emergió el concepto de sistema de innovación.

Se sustituyó el concepto de acumulación de capital por el de acumulación de capacidades tecnológicas a partir de la influyente teoría del conocimiento¹⁰. Se esgrime que el conocimiento útil para la producción, no se encuentra totalmente incorporado a los medios de producción, pues no basta acumular capital físico. La naturaleza compleja del conocimiento tecnológico y su materialización se verifican por medio del aprendizaje que se adquiere durante el progreso económico (Bell y Albu, 1999). Se acentúa el hecho de que los procesos de aprendizaje tecnológico son, por su propia naturaleza, costosos y arriesgados y deben enmarcarse organizativa y cognoscitivamente.

Los teóricos del conocimiento enfatizan en que la adquisición de capacidad para innovar no se logra de manera espontánea a través de la

¹⁰ Este paso, lo da primordialmente Bell y Pavitt (1992) y posteriormente Bell y Albu (1999), haciendo confluir la corriente neoschumpeteriana con el evolucionismo.

expansión de la producción, como sugiere la vieja teoría de las curvas de aprendizaje. Bell y Pavitt (1992) insistieron en que fue un error considerar la acumulación de capacidades tecnológicas como un subproducto de la importación de bienes de capital y de las políticas proteccionistas; igualmente, añaden, que la posición opuesta a políticas aperturistas que sugerían que el dinamismo tecnológico sería una consecuencia casi inevitable de las presiones competitivas generadas por la liberalización comercial, es también infundada.

Esta corriente teórica reconoce que al haber grandes fallas de mercado en la acumulación de conocimiento tecnológico y por el origen de las externalidades negativas, se requiere de intervención pública. Pero también se formula la idea de que el Estado no puede sustituir a los agentes innovadores. Bell y Pavitt (1992).

De acuerdo a seguidores de Weber y Gerschenkron -como Chalmers Johnson (1987), Wade (1990) y Amsden (1989)-, los factores institucionales juegan un papel central en el desarrollo tardío. Particularmente, como apunta Amsden, para que tenga lugar el aprendizaje tecnológico debe existir una institución Estatal capaz de ejecutar funciones complejas de impulso al desarrollo. Este sistema de apoyo selectivo se conceptualizó como Estado desarrollista (*Developmental State*). Para ello, debe existir una burocracia competente, pero al mismo tiempo aislada de las presiones de los grupos de interés. La misión de esta burocracia consiste en dirigir el aprendizaje estableciendo y administrando un sistema de incentivos que se centre en sectores estratégicos, es decir, aquellos que modifiquen dinámicamente las ventajas competitivas.

Habría que considerar los análisis desde una perspectiva más amplia que visualiza un cambio del conjunto del sistema capitalista. Aunque tienen un referente sistémico, sus unidades de análisis son también las redes empresariales, con un sesgo hacia el desarrollo local. Una de ellas parte del pasaje de la producción organizada sobre bases nacionales a la organizada sobre bases globales; la otra se ubica en el marco de la difusión de las revoluciones tecnológicas y las ondas largas o de crecimiento mundial.

La teoría de las cadenas o redes globales de producción, sustenta que la desintegración y reintegración de los procesos productivos y la

concomitante extensión a los países en desarrollo, abre nuevas vías de progreso industrial gracias a la difusión del conocimiento tecnológico, que tiene lugar a lo largo de la cadena (Gereffi, 1994; Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Ernst y Kim, 2002). La clave para las empresas ubicadas en los países periféricos radica, entonces, en integrarse a las cadenas globales, buscando el ascenso a papeles exportadores superiores (de productos primarios a ensamble simple, por ejemplo y más tarde a la manufactura a través del diseño propio).

Aunque las dos versiones de esta corriente de estudio llegan a una misma conclusión, se apoyan en una teoría diferente del aprendizaje. Gereffi más bien se aproxima a la noción de aprender haciendo, en tanto que Ernst se apoya en una teoría cognoscitiva formulada por Nonaka y Takeuchi (1995).

Sin embargo, existen dos limitantes en el enfoque de la producción global: 1) insuficiente elaboración de una respuesta estratégica a los problemas concernientes a las crecientes barreras a la entrada de actividades centrales de la cadena global de valor (diseño, mercadeo, control estratégico), y; 2) la tendencia a que el enfoque del desarrollo adquiera una connotación local o subnacional, en detrimento de la dimensión nacional que debe tutelar la formulación de estrategias.

En relación al primer punto, la elaboración analítica de Gereffi, por un lado, y la de Kaplinsky (2000), por otro, apuntan en direcciones opuestas. En sus primeros escritos, Gereffi (1995) parece sobrestimar las posibilidades de *upgrading* que brinda el acceso *per se* a la cadena, en tanto que Kaplinsky (2000) insiste en el creciente abismo entre las actividades altas de la cadena (diseño) y las bajas (ensamble simple o manufactura básica), lo que crearía una nueva forma de dependencia o de empobrecimiento para los países en desarrollo. En cambio, parece que Ernst y Linsu (2002) esquivan el problema al mantener el concepto integral de industria por encima del de segmentación, indicando, bajo la inspiración del concepto de ciclo de vida del producto, que a los países periféricos les queda abierta la posibilidad de aprovechar la especialización de las empresas líderes en industrias de frontera para situarse favorablemente en una gama de actividades, las que pueden abordar integralmente, es decir, desde el diseño a la manufactura.

Schmitz y Knorringa, (2000) también esbozan la idea de que el hecho de que la producción se organice sobre bases globales, o sea que implique una creciente especialización funcional (diseño vs. manufactura básica), no excluye la posibilidad de que los países periféricos puedan trazar estrategias para entrar en industrias rejuvenecidas, dominando las actividades "altas" de las mismas.

En relación a la dicotomía desarrollo local/nacional, el instrumental analítico de las cadenas o redes globales asienta cabalmente que la inserción se da por conducto de las estructuras territoriales locales, es decir, clusters o distritos industriales. Sin embargo, resta por averiguar en torno a la relación entre lo nacional y lo local, algunos autores han sobredimensionado el papel de esta última, olvidando que puede coexistir el dinamismo local con el estancamiento nacional.

En cuanto a la línea de estudio sobre la transformación del sistema mundial, se encuentran los autores de la escuela de Sussex. Sin constituir estrictamente una teoría del desarrollo, los estudios de Carlota Pérez (1992, 2001 y 2002), en el marco de su colaboración con Chris Freeman (1988), significan aportaciones en el enfoque sistémico. Bajo la hipótesis de que las revoluciones tecnológicas son fenómenos recurrentes del desarrollo capitalista, y que se propagan siguiendo una secuencia dictada por la racionalidad de la ganancia, se verifica una sucesión de oportunidades y restricciones para el desarrollo nacional, que convierte a éste en un blanco móvil, para utilizar la expresión de Pérez. Los responsables de la política nacional deben tomar en cuenta las oportunidades cambiantes para capitalizarlas y evitar fracasos estrepitosos.

Esta misma línea de estudio, que fundamenta sus postulados a partir del sistema mundial, define al desarrollo como un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas y sociales. Pérez, C. (2001) subraya que la constante de la industrialización tardía radica en adaptar, adoptar, modificar y dominar los conocimientos generados por los países centrales. "Tomando como base el trabajo pionero de Hirschman, S. (1961), subsiste que las ventajas se desplazan a favor de los países atrasados cuando la tecnología se aproxima a su madurez" Pérez, C. (2001:14)¹¹.

¹¹ Citado por Pérez, C.

Pérez (2001) advierte que en las fases iniciales de la propagación de una revolución, la tecnología requiere fuerza laboral de alto conocimiento y calificación que constituye en sí una barrera a la entrada de los recién llegados. Otra barrera a la entrada, expresa la autora, surge tras las primeras innovaciones, o sea, con la emergencia del diseño dominante; los que están desarrollando la tecnología adquieren ventajas no sólo mediante patentes, sino fundamentalmente gracias a la experiencia acumulada. Se tienden a confinar los conocimientos dentro de la empresa y sus proveedores, haciéndolos con ello inaccesibles a nuevos participantes.

Schumpeter enlazó la innovación con los ciclos económicos, centrando su atención en las "ondas largas". La difusión de innovaciones radicales producía "explosiones de productividad" en determinadas actividades líderes que empujaban a la economía hacia el auge, al tiempo que la depresión reflejaba la declinación de ese conjunto de innovaciones radicales para impulsar el desarrollo (Sztulwark, 2005).

Tras la influencia de Schumpeter, el vínculo entre innovación y cambio estructural cobró nueva actualidad, a partir de la emergencia de un conjunto de nuevas tecnologías de la información y la comunicación que vienen "revolucionando" la actividad económica. Algunos autores neoschumpeterianos introdujeron la noción de "paradigma tecnológico" (Dosi, 2003) o "tecnoeconómico" (Pérez, 1983)¹². La idea central consiste en que con el surgimiento de nuevas tecnologías, nacen y declinan industrias enteras, asociadas a grandes inversiones de infraestructura, potenciales permutas en el liderazgo tecnológico internacional y otros cambios estructurales relacionados.

La noción de paradigma tecnoeconómico acorde a Freeman y Pérez, (1988)¹³ remiten a la superposición de innovaciones radicales, incrementales, y nuevos sistemas tecnológicos que afectan, de manera directa o indirecta, a todas las ramas de la economía. Estos cambios modifican la estructura de costos de los insumos, así como a las condiciones de

¹² Citado por Sztulwark, S. (2005).

¹³ Citados por Sztulwark, S. (2005).

producción y distribución de todo el sistema, marcando un salto en la productividad potencial para toda o la mayor parte de la economía.

En suma, el paradigma tecnoeconómico implica un nuevo “tipo ideal” de organización productiva para tomar ventaja de un nuevo factor clave¹⁴ que provoca una reestructuración de la totalidad del sistema productivo.

Reinert (1994) identifica a las actividades en que se producen “explosiones de productividad”, como aquellas en las que el progreso tecnológico es más intenso, a la vez que están sujetas a condiciones de competencia imperfecta. Esto es, las que presentan rendimientos crecientes, información imperfecta y barreras a la entrada. Esta distinción está basada en dos fundamentos: i) el desigual avance de la frontera tecnológica, en la medida en que el cambio tecnológico está focalizado en algunos problemas y oportunidades; ii) la posibilidad de apropiación “colusiva” de las rentas tecnológicas, a partir de la creación de dos sets de barreras a la entrada que interactúan y se acumulan: barreras de escala y de conocimiento.

Desde este punto de vista, el concepto de “subdesarrollo schumpeteriano” remite a una situación en la que una nación (o un territorio) es eficiente en actividades de baja calidad innovativa. Así, Reinert vincula especialización productiva y subdesarrollo, desplazando la preocupación neoclásica por la eficiencia a un segundo plano, salvo en las actividades de alto potencial de crecimiento de la productividad. “Hay países –sostiene Reinert, y se podría agregar: territorios y sectores– cuya eficiencia es cercana a la mejor práctica internacional, pero igual son pobres. Eso es el subdesarrollo schumpeteriano” Reinert, E. (2000:72).

Lo anterior se puede ilustrar con un estudio realizado por Cimoli, M. (2005), donde analiza una muestra de países, entre desarrollados

¹⁴ En cada paradigma tecnoeconómico un insumo (o conjunto de insumos) resulta “factor clave” si cumple tres condiciones: i) impactar de manera sustancial y persistente sobre la estructura de costos; ii) tener una perspectiva de disponibilidad ilimitada de oferta para grandes períodos; y iii) tener un potencial claro para el uso o incorporación como factor clave. A su vez, el factor clave no aparece como insumo aislado, sino en el núcleo de un sistema rápidamente creciente en innovaciones técnicas, sociales y de gerenciamiento, algunas relacionadas con la producción del factor clave y otras con su utilización. Freeman y Pérez, (1988).

(centrales) y en vías de desarrollo (periféricos), con distintos patrones de industrialización y especialización productiva y comercial. El cambio estructural¹⁵ lo analiza desde la perspectiva de la evolución de los sectores que componen la industria: i) los basados en recursos naturales; ii) los intensivos en mano de obra, y; iii) los difusores de conocimiento (DFC). Entre los resultados destaca que las economías latinoamericanas se encuentran rezagadas tanto en términos de variación del peso de sectores industriales intensivos en conocimiento, como en la evolución de los niveles de productividad. La mayor parte de los países de América Latina se caracterizan por una baja participación de los sectores DFC en la industria y por un reducido gasto en I&D: en torno del 0,5% del PIB. En América Latina, los sectores más productivos y que más contribuyen a la generación del valor agregado manufacturero total son los intensivos en recursos naturales, a diferencia de los EUA donde el 60% del valor agregado industrial proviene de sectores intensivos en tecnología.

Además, como bien lo explica Cimoli (2005), en los modelos schumpeterianos, las políticas públicas son importantes especialmente al cambiar el paradigma tecnoeconómico, ya que el aprendizaje tecnológico se vuelve más difícil cuando la economía se diversifica hacia sectores más alejados de su base tecnológica inicial, y cuando deben superarse las resistencias derivadas de la dependencia de la trayectoria anterior (*path-dependency*), como se expone en Arthur (1994)¹⁶.

Holland y Porcile (2005) sugieren que el rezago tecnológico que caracteriza a la periferia es clave para explicar un patrón de especialización concentrado en sectores de bajo dinamismo de la demanda en el mercado internacional (constituido, en gran medida, por productos homogéneos de baja intensidad tecnológica). Esa inserción desfavorable explica la debilidad de los impulsos al crecimiento proporcionados por la expansión de las demandas externa e interna.

¹⁵ La capacidad de cada país de promover el cambio estructural de acuerdo con las tendencias dominantes de la tecnología y la demanda puede definir su desempeño relativo en la economía internacional. Y ello es particularmente cierto bajo las condiciones que hoy caracterizan a la economía internacional, en que la tecnología transforma cada vez más rápido la dinámica competitiva y da lugar a la emergencia de nuevos productos, procesos productivos y sectores, en tanto que otros tienden a desaparecer.

¹⁶ Citado por Cimoli, M. *et al* (2005).

Ahora cabría preguntarse ¿Qué hacer para reducir la brecha tecnológica entre el centro y la periferia? La sugerencia expuesta por Pérez (2004), es adecuada en el sentido de ir con la idea básica schumpeteriana, según la cual el crecimiento de empresas o países, y en particular la posibilidad de dar un salto en el desarrollo, se basa en lograr sacar ventaja de la innovación tecnológica. Pero no basta con identificar una oportunidad tecnológica y de mercado, hace falta también una organización adecuada para aprovecharla. Es tan importante el “qué hacer” como el modo de hacerlo. Si la organización no es adecuada, aún con una buena oportunidad tecnológica y de mercado, no es posible avanzar. Más aún, las oportunidades tecnológicas son, por naturaleza, un blanco móvil.

También importa el dónde y el cuándo. La estrategia debe ser adecuada al contexto mundial de la tecnología en cuestión y a la situación específica del país, la empresa o la industria. El aprovechamiento de la oportunidad tiene que producirse en un momento propicio del cambiante contexto mundial y el momento más apropiado es antes de que ocurra el fenómeno tecnológico, porque si se llega tarde, es muy difícil entrar con fuerza para producir un proceso de crecimiento significativo.

Pérez (2004), dice que ya se perdió el autobús de la manufactura. Asia se ha convertido en la ensambladora global electrónica, eléctrica, mecánica y de la confección. Aunque podemos aún ocupar muchos nichos lucrativos y exitosos, en términos gruesos no podemos competir con la abundante y barata mano de obra de Asia. La autora propone, entonces que nos orientemos hacia la industria de procesos, con base en nuestros recursos naturales. América podría conformar una red panamericana de alianzas para convertir al continente en el proveedor mundial de materiales especializados de todo tipo, incluyendo recursos naturales, renovables y servicios conexos.

Sin lugar a dudas, la función económica de un Estado, es transcendental para que un país cuente con una política de desarrollo tecnológico nacional que lo haga menos dependiente de una tecnología supeditada a los intereses extranjeros.

Como lo explica Pérez, C. (2002), en cualquier caso, una estrategia exitosa de desarrollo para un país rezagado, según la lógica del para-

digma actualmente en difusión y –especialmente en presencia de megaempresas globales– exigirá una gran cooperación entre empresas locales y entre éstas y el Estado en distintos niveles.

Se puede decir que la promoción y el fomento de la innovación tecnológica le corresponde al Estado; entre otras cosas, crear un sistema efectivo de patentes que pueda contribuir de forma directa e indirecta a aumentar los recursos dedicados a la Investigación y Desarrollo (I&D).

En palabras del propio Schumpeter, los empresarios individuales ya no lideran el proceso de destrucción creativa, quienes innovan son los grupos de burócratas especializados de las grandes corporaciones. En estas nuevas condiciones, el Estado puede promover el crecimiento económico mediante programas públicos que involucren al sector privado en el desarrollo de nuevos inventos e innovaciones.

Como lo explica Chang (1994)¹⁷, la intervención estatal puede ser útil, no porque resuelva las fallas del mercado a corto plazo, sino porque “ofrece a las empresas recursos y las oportunidades necesarias para modernizar sus tecnologías por medio del aprendizaje y, más importante aún, porque ofrece una visión general del futuro que una sola firma no podría proporcionar”, Sánchez, D. (2005).

El Este de Asia (Corea y Taiwan) ofrece ejemplos aleccionadores que pueden servir de referencia para las economías Latinoamericanas. Las experiencias del milagro del Este de Asia incluyen los siguientes elementos:

1. El alto nivel de inversión, que se financió principalmente con ahorro doméstico, a través de la reinversión de los beneficios empresariales.
2. La habilidad para adquirir nuevas tecnologías, principalmente mediante la importación de bienes de capitales extranjeros.
3. La habilidad para elevar la capacidad técnica de las empresas y los trabajadores.

¹⁷ Citado por Sánchez, D (2005).

4. El papel central del Estado en la promoción de las exportaciones, la inversión doméstica y el aprendizaje.
5. La creación de grandes empresas nacionales y el carácter dinámico de los capitalistas domésticos.

Los cinco puntos anteriores se articularon en torno a una burocracia fuerte que contribuyó a maximizar el impacto positivo del Estado en la economía. En el caso de la experiencia de América Latina sucedió lo contrario, no se tuvo un Estado eficiente y una clase empresarial dinámica y comprometida con los intereses nacionales.

Como lo explica Méndez (1997), la importancia otorgada hoy a los recursos tecnológicos como factor dinamizador de las economías, justifica la creciente atención concedida a los indicadores que reflejan, al menos de forma parcial, tanto el nivel de desarrollo alcanzado en esta materia como la dotación de infraestructura tecnológica y recursos humanos cualificados de que disponen diversos territorios (ver Cuadro 3).

CUADRO 3. INDICADORES DE ESFUERZO TECNOLÓGICO DE PAÍSES Y REGIONES

Insumos/esfuerzo	Resultados
1. Gastos en I&D (empresas/sector público) -Total y %PIB -Coeficiente de esfuerzo tecnológico	1. Registro de patentes -Número total -Relación con gasto en I&D -Relación con PIB
2. Personal investigador -Investigadores y personal de apoyo -%población activa -Gasto medio por investigador	2. Eficiencia productiva: -Crecimiento de la productividad -Evolución de las exportaciones -Índice de especialización tecnológica
3. Infraestructuras tecnológicas: -Institutos tecnológicos/centro de empresas -Parques tecnológicos científicos	3. Producción científica -Participación en proyectos de investigación - Publicaciones científicas
4. Programas Sectoriales de investigación	Esparcidos geográficamente

Se hace necesaria una sistematización de las líneas de intervención pública con tres tipos de políticas que suelen llevarse a cabo con distinta intensidad según territorios, a partir de una valoración diferente de los objetivos prioritarios a alcanzar. Los tres tipos de políticas a considerar son las políticas de oferta, demanda y coordinación.

Las políticas de oferta, son las más frecuentes y tienen por objeto intensificar el esfuerzo tecnológico de las empresas mediante subvenciones, desgravaciones fiscales o créditos a bajo interés destinados a financiar programas de I&D o la compra de tecnología exterior, ya sea en forma de maquinaria y equipos (tecnología incorporada), o en forma de patentes y asistencia técnica (tecnología no incorporada).

Las políticas de oferta también incluyen a las que se orientan a la mejora de la infraestructura tecnológica y servicios de apoyo. Entre estas acciones, se encuentran: a) la urbanización y gestión de parques tecnológicos y científicos; b) la creación de centros de servicios e institutos tecnológicos sectoriales, donde se realicen actividades de información y asistencia técnica a las empresas, I&D y diseño, o formación empresarial y técnica; c) la creación de incubadoras o centros de empresas, edificios donde se ofrecen pequeños espacios y servicios de apoyo para favorecer el nacimiento de pequeñas firmas innovadoras; d) la instalación de laboratorios para pruebas y ensayos, control de calidad y certificación de productos; e) redes y equipos de telecomunicación de gran capacidad, y; f) la mejora de la calidad y los recursos para la investigación disponibles por universidades y centros de investigación públicos.

Por su parte, las políticas de demanda, incluyen actuaciones en: a) el apoyo a la transferencia de tecnología procedente del exterior, favoreciendo también el acceso por parte de las empresas a la información disponible sobre tecnologías existentes en el mercado, y la ayuda para la compra de patentes; b) la subvención a las pequeñas y medianas empresas regionales para la adquisición de servicios orientados a elevar la calidad y valor de productos; c) las compras por parte del sector público a empresas innovadoras; d) la formación de los recursos humanos que faciliten la posterior incorporación de innovaciones por parte de las empresas.

Las políticas de coordinación son con frecuencia las más olvidadas, y se destinan a fomentar la cooperación entre empresas, así como entre éstas y las universidades e instituciones de la región, como factor esencial para llegar a constituir un verdadero sistema regional de innovación, capaz de generar sinergias positivas entre diversos agentes que participan en los procesos de innovación.

Comentario finales

La complejidad que representa definir el concepto de tecnología está en función del encuadre teórico que se utilice. Se analizó la importancia del desarrollo tecnológico en las economías llamadas periféricas y el papel que debe de jugar el Estado para el fomento e incentivo científico y tecnológico de estos países. La mayoría de los enfoques teóricos de la economía –excluyendo a los neoclásicos– proponen desarrollar una tecnología que dependa de los tres tipos de políticas estudiadas (política de oferta, política de demanda y política de coordinación).

Bibliografía

- Amsden, Alice (1989). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialisation*, Oxford University Press, Nueva York.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1992). "Accumulating Technological Capability in Developing Countries", *Annual Conference on Development Economics*.
- Bell, M y Albu, M. (1999). "Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries", *World Development*, vol. 27, núm. 9.
- Bunge, M. (1972). *La investigación científica, su estrategia y su filosofía*, ediciones Ariel, Barcelona, España.
- Cimoli, M. (2005). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, Cepal y BID, noviembre.
- Cimoli, M. et al (2005). *Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina*, Mario Cimoli, editor, Cepal y BID
- Chalmers, J. (1987). "Political Institutions and Economic Performance: The Government-Business Relationship in Japan, Korea and Taiwan", F. Deyo (ed.), *The Political Economy*.
- Dosi, G, Freeman, C, Nelson, R. and Soete, L. (1988). *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London.
- Ernst, D. y Linsu K. (2002). "Global Production Networks. Knowledge Difusión and Local Capability Formation", *Research Policy*, Vol. 31.
- Fajnzylber, F. (1983). *La industrialización trunca de América Latina*, Nueva Imagen, México.
- Freeman, C. (1982). *The Economics of Industrial Innovation*, F, Printer, London.

-
- Freeman, C. y Pérez, C. (1988). "Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour", G. Dosi, R.
- Gereffi, y Korzeniewicz, M. (1994). "Introducción", G. Gereffi y M. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger, Wesport.
- Gereffi, G. (1994). "The Organization of Buyer-Driven Commodity Chains: How US Retailers Shape Overseas Production Networks", G. Gereffi y M. Korzeniewicz...
- Gereffi, G. (1990). "Paths of Industrialization: An Overview", en G. Gereffi y D. Wyman (eds.), *Manufacturing Miracles. Paths of Industrialization in Latin America and East Asia*, Princeton University Press, Princeton.
- Gereffi, G. (1995). "Global Production Systems and Third World Development", Barbara Stallings (ed.), *Global Change, Regional Response: The New International Context of Development*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Gerschenkron, A. (2002). "Economic Backwardness in Historical Perspective", en Amita K. Dutt (ed.), *The Political Economy of Development*, Vol. I, an Elgar Reference Collection, Cheltenham.
- Holland, M. y Porcile, G. (2005). Brecha tecnológica y crecimiento en América latina. Editor Cimoli: *heterogeneidad estructural, asimetrías y crecimiento en América Latina*, CEPAL y BID.
- Hirschman, A. (1961). *La estrategia del desarrollo económico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Katz, J. y Kosacoff, B. (1998). "Aprendizaje Tecnológico, Desarrollo Institucional y la microeconomía de la Sustitución de Importaciones. IDES (Instituto de Desarrollo Económico Social)", *Revista de Ciencias sociales: Desarrollo Económico*, vol. 37, N° 148, en/ mar, Buenos Aires, Argentina.
-

- Kaplinsky, R. (2000). "Globalisation and Unequalisation; What Can Be Learned from Value Chain Analysis?", *Journal of Development Studies*, vol. 27, núm. 2, diciembre.
- Kim, L. (1980). "Stages of development of Industrial Technology in a Developing Country: a Model", *Research Policy*, vol. 9, núm. 3.
- Kim, L. (1997). "Imitation to innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning", *Harvard Business School Press*, Boston.
- Lundvall, B. (1992). *National System of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Publishers, London.
- Nelson, R. (1993). *National System of Innovation*, Oxford, University Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolucionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Nelson, G. y Soete, L. (2001). *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Nelson, R. y Pack, H. (1999). "The Asian Miracle and Modern Growth Theory", *The Economic Journal*, núm. 109, Julio.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company. How Japanese companies Created the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York.
- Méndez, R. (1997). *Geografía económica: la lógica espacial del capitalismo global*, Editorial Ariel, Madrid, España.
- Osorio, C. (2002). "Enfoques sobre tecnología", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e innovación*, número 21 enero-abril.
- Pérez, C. (1992). "Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo", *El Trimestre Económico*, Vol. LIX (1), núm. 233, enero-marzo

-
- Pérez, C. (2001). "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil", *Revista de la CEPAL*, No 75 diciembre.
- Pérez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Pérez, C. (2004). *Conferencia presentada en el Seminario Anual del Círculo de Innovación de Icare*, Santiago de Chile, Julio 2004
- Quintanilla, M. (1988). *Tecnología: Un Enfoque Filosófico*, Fundesco, Madrid.
- Reinert, E. (2000). "The role of technology in the creation of rich and poor nations: underdevelopment in a schumpeterian system", en Aldcroft y Catterall (ed.), *Rich Nations-Poor Nations, the long-run perspective*, Edward Elgar Publishing Company, Vermont.
- Sánchez, D. (2005). "Capitalismo, desarrollo y estado. Una revisión crítica de la teoría del Estado de Schumpeter", *Revista de Economía Institucional*, Vol. 7, No 13, segundo semestre/2005.
- Sagasti, F. (1981). *Ciencia, tecnología y desarrollo*, Colegio de México
- Schmitz, H. y Knorringa, P. (2000). "Learning from global buyers," *The Journal of Development Studies*, Taylor and Francis Journals, vol. 37(2), December.
- Sztulwark, S. (2005). "Especialización Productiva y Subdesarrollo en el Paradigma Informacional. Una Aproximación a Partir del Caso de las Semillas Transgénicas y su Difusión en la Argentina", *Ponencia en el XI seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica*, ALTEC 25 al 28 de octubre.
- Wade, R. (1990). *Governing the Market. Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton University Press, Princeton.
- Weiss, L. (1998). *The Myth of the Powerless State*, Cornell University Press, Ithaca.
-

Winner, L. (1977). *Tecnología autónoma*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

Westphal, L. (1978). "The Republic of Korea's Experience with Export-Led Growth Industrial Development", *World Development Report*, num. 6.