

Trayectoria tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológica acerca del rumbo de la innovación

Javier Jasso Villazul *

Resumen¹

El objetivo del ensayo es analizar la trayectoria tecnológica de una industria, o empresa, como una forma de explicar su crecimiento o ciclo de vida. Para ello, se discuten aspectos teóricos que vinculan el crecimiento de las industrias y empresas con la innovación tecnológica; finalmente se propone un esquema metodológico que incluye una propuesta para medir dicha trayectoria tecnológica. En el ensayo se argumenta que para caracterizar a una tecnología como “innovadora” o “madura” es necesario realizar algún tipo de medición de la trayectoria tecnológica de la propia empresa y también de la industria en la que participa, a partir de consideraciones no sólo de la propia tecnología, sino también de variables de mercado y de producción.

La estructura del ensayo abarca cuatro apartados. En el primero se justifica la importancia del ensayo, relacionando la trayectoria tecnológica con el ciclo de vida de las empresas. En el segundo se presentan las etapas de la trayectoria tecnológica. En el apartado tres se presenta la metodología del estudio que incluye las variables e indicadores seleccionados. Por último, se presenta la recapitulación, reflexiones y líneas de investigación resultantes.

Palabras clave: trayectoria tecnológica, ciclo de vida, innovación tecnológica, variables tecnológicas, de mercado y de producción.

* Investigador de la División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Correo electrónico: jassov@correo.posgrado.unam.mx

¹ El ensayo formó parte de las discusiones realizadas en el seminario del proyecto “La acumulación de capacidades en la construcción de trayectorias tecnológicas en las grandes empresas mexicanas”, financiado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, UNAM. Agradezco los comentarios de los participantes en el Seminario de Investigación, FCA-UNAM y de los dictaminadores anónimos. Todos ellos han contribuido para mejorar el ensayo que aquí se presenta.

I. Trayectoria tecnológica y ciclo de vida

El crecimiento y evolución de las empresas están inmersos en su dinámica innovadora. Dicha evolución se plasma en ciclos que a su vez marcan la pauta de trayectorias cimentadas en la tecnología; es decir que el proceso de nacimiento, crecimiento, madurez y declive de las distintas industrias² y tecnologías son temas muy vinculados con el crecimiento de las empresas, las industrias, las regiones y los países.³

La evolución empresarial se refleja en trayectorias que la mayoría de las veces marcan ciclos que en algunos casos pueden coincidir con la trayectoria de la tecnología, de la producción y del mercado. Estas trayectorias implican rasgos e indicadores que a su vez han sido utilizados para caracterizar las diferentes etapas de nacimiento, crecimiento, estancamiento y declive en las industrias (véase figura 1).

A pesar de la importancia teórica y empírica del tema, existen pocos estudios que, desde un enfoque del crecimiento empresarial, han caracterizado y medido esta trayectoria. En la mayoría de los casos donde se ha intentado esa medición, las variables utilizadas indistintamente han sido de tipo “tecnológicas”, sobre todo a partir del uso de indicadores de invención e innovación como las patentes⁴, y “no tecnológicas”, como el uso de variables de producción que utilizan indicadores relacionados con el tipo y volumen en productos y procesos, y finalmente variables de “mercado”, referidas a rubros del comercio y a la participación internacional, así como a indicadores financieros y a grados de concentración y localización industriales⁵.

² Para efectos de este ensayo el concepto de “sector” o “industria” se utilizan indistintamente y se refiere al conjunto de empresas que elaboran productos homogéneos. También se utiliza el término de industria o empresa de manera indistinta, a menos que se señale o precise lo contrario.

³ Algunos autores que han analizado esta temática son citados por Freeman *et al.* (1982) y Dosi *et al.* (1988); con un enfoque del crecimiento de la empresa, véase Bhidé (2001).

⁴ Entre otros véanse Kondratiev (1925), Mensch (1981) y Schmookler (1966) (citados en Freeman *et al.*, 1982); Griliches (1990) y OECD (1997). Referente a la propuesta teórica en esta dirección véase a Dosi *et al.* (1988 y 1990), Arjona (1995) y Amable (1993).

⁵ Desde un enfoque del ciclo de vida de los productos véanse Abernathy y Clark (1985) y Vernon (1966), así como diversos trabajos sobre mercadotecnia como Kotler (1994), Stanton *et al.* (2000) y Jasso (2003); con respecto a un enfoque de organización industrial (grado de concentración y localización) véanse Deans *et al.* (2002) y Rozga (2002).

Con respecto a los diversos estudios realizados en México⁶, se ha constatado un uso intuitivo acerca de considerar al sector como tecnológicamente “innovador o maduro”, lo que evidencia la importancia de medir y caracterizar la trayectoria tecnológica y, por lo tanto, la propia evolución de las empresas utilizando otro tipo de categorías como “líderes-seguidoras” (Unger *et al.*, 1994; Jasso, 1999; Torres y Jasso, 2003).

Si bien, *a priori*, se deduce que dicha trayectoria tecnológica a nivel de la empresa y de la industria no necesariamente es la misma que las trayectorias de mercado y/o de producción⁷, debido a que las bases para definirla o medirla son diferentes, es conveniente incluir en la discusión teórico-metodológica esta deducción, lo que justifica proponer criterios alternos para medir una trayectoria que refleje el ciclo de vida de la empresa y así estandarizar o generalizar su uso.

En este ensayo se sugiere que el análisis de la trayectoria tecnológica, que incluye la innovación, incide en las trayectorias de producción y de mercado, por lo que cualquier medición deberá incorporar preferentemente las variables antes señaladas para caracterizar con mayor precisión la trayectoria tecnológica y el crecimiento empresarial a partir del grado de innovación y/o madurez tecnológica⁸. Asimismo, se propone, como parte de la reflexión teórica, una aproximación metodológica que utiliza no sólo variables tecnológicas (como patentes o gastos I y D), usualmente las más utilizadas en la bibliografía especializada⁹, sino también variables de mercado y de producción como criterios de medición de dicha trayectoria tecnológica para contribuir en la discusión teórico-metodológico del tema.

II. La trayectoria tecnológica y sus etapas

La trayectoria tecnológica está en gran medida determinada por la posición y ritmo que la empresa tiene en relación con la dinámica innovadora del producto o proce-

⁶ Entre otros véanse a Unger, *et al.* (1994), Jasso y Torres, (2003) y Jasso (1999); desde un enfoque regional, Casas (2001), Corona y Hernández (2002), Corona *et al.* (1999), Dussell *et al.* (1997), OCDE (1996) y Rozga (2002).

⁷ Con la obvia excepción de que se trate de una industria monopolística.

⁸ Evidentemente esta trayectoria considera un periodo y es conveniente incluir el espacio o territorio e incluso las circunstancias por las que se sigue dicha trayectoria. Al respecto existen trabajos como los de Lundvall (1992), Edquist (1997) y Jasso (2003), que siguen un enfoque socioinstitucional donde se encuentran los Sistemas Nacionales de Innovación.

⁹ En el siguiente apartado se hace una revisión de algunos de los autores relevantes.

so que elabora; por ello, el entendimiento de esta trayectoria implica conocer el grado de innovación tecnológica, en términos de distinguir categorías de “madurez” o de “innovación”¹⁰ (véase figura 1).

La introducción de una nueva tecnología, si bien puede difundirse años después de su invención, mantiene una trayectoria cíclica —factible de medirse— para identificar las etapas de crecimiento o evolución de una empresa o industria.¹¹ Estas etapas por las que evoluciona la trayectoria tecnológica abarcan tres momentos: 1. innovación, 2. madurez-estancamiento y 3. madurez-obsolescencia.

En estas etapas se refleja el uso y creación de conocimiento necesario para competir o definir un liderazgo: La pertenencia la da el mercado que actúa como un agente regulador e impulsor de innovaciones.¹²

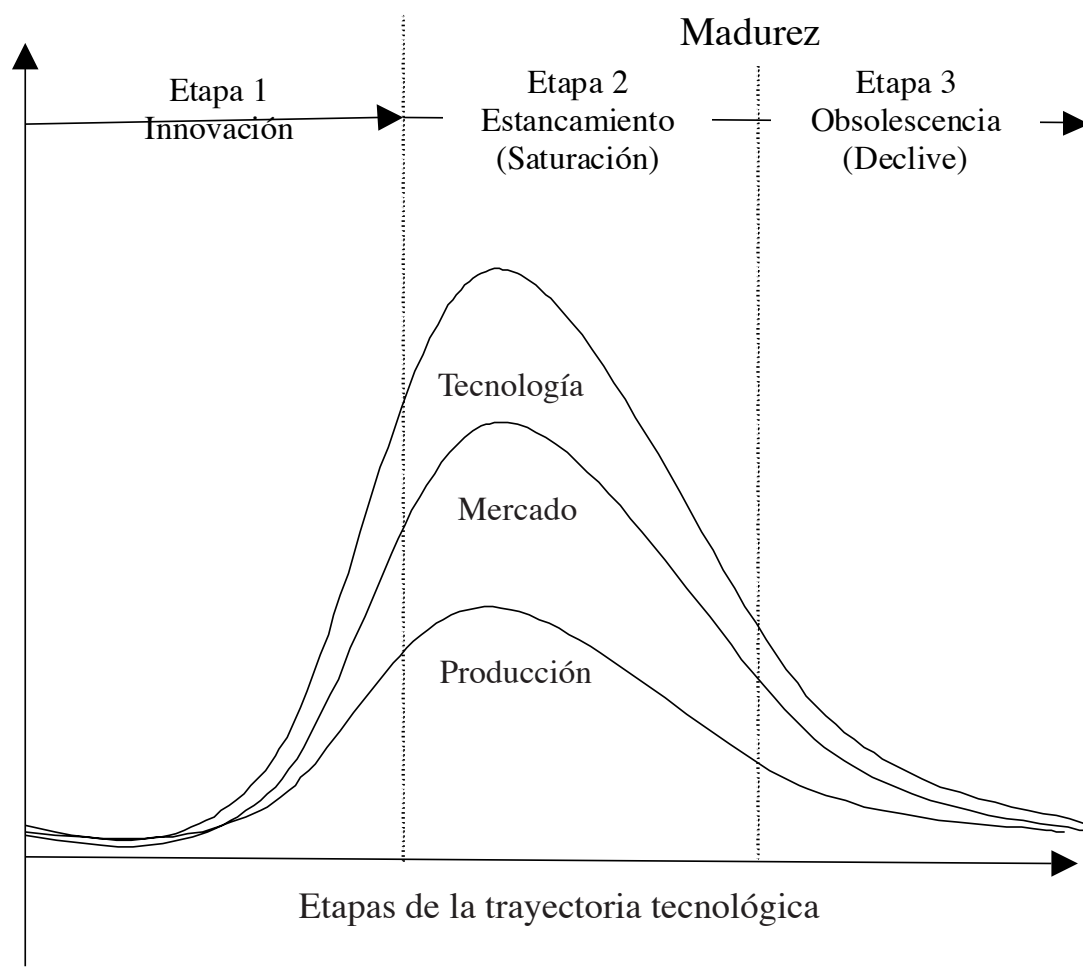
La trayectoria tecnológica considera procesos de acumulación de conocimientos, de capacidades y de recurso, por lo que los pasos de esfuerzos pasados repercutirán en los resultados futuros (*path depende*).

¹⁰ Posteriormente, se explican con mayor detalle cada una de estas etapas.

¹¹ Como se señala más adelante, en dicha trayectoria pueden identificarse los niveles de especialización (comercial, productiva y/o tecnológica).

¹² Para mayor detalle véase Tidd, Bessant y Pavitt (1997).

Figura 1
Trayectoria tecnológica y ciclo de vida empresarial



Fuente: Elaboración propia

III. La interpretación metodológica: hacia una medición de la trayectoria tecnológica

Como se ha señalado, la evolución de las empresas está definida, en gran medida, por su trayectoria tecnológica; por lo tanto, su medición es nuestro punto de partida. En la propuesta metodológica se incluyen indicadores de mercado, de producción y de tecnología de un sector en relación con otros sectores debido a que la dinámica innovadora está claramente definida por características propias de la

innovación; es decir, las condiciones para innovar no son las mismas en uno u otro sector. Esto conforma lo que se ha definido en la corriente evolutiva del cambio tecnológico como “hechos estilizados”.¹³

La medición se realiza en el ámbito internacional, y no en el nacional, pues para medir mejor la caracterización del fenómeno de la innovación es mejor considerar el contexto donde ocurre; esto es, en un escenario internacional más interdependiente, globalizado y de mayor apertura económica que ha ido creciendo desde hace dos décadas¹⁴.

La medición de la trayectoria, como se ha señalado en las secciones anteriores, ha sido construida por diversos autores a partir de alguno de los indicadores propuestos, pero de manera indistinta. Se argumenta que la trayectoria construida a partir de alguno de los indicadores antes descritos si bien define una tendencia, no necesariamente refleja una trayectoria tecnológica relacionada con el proceso innovador; en consecuencia, los resultados y caracterización de las etapas deben tomarse con cierta reserva.

Así, la posición en el mercado, en la producción y en la tecnología señalaría las etapas en la trayectoria tecnológica (1. Innovadora, 2. Madurez-Estancamiento y 3. Madurez-Obsolescencia), donde se ubica a cada empresa o sector en relación con su evolución o ciclo de vida del propio sector que se refleja en la curva “S” o de Engel (véanse figuras 1 y 2). Por ello, las variables que se sugieren analizar, así como las variables y los indicadores propuestos se presentan en la tabla 1.

¹³ Para mayor detalle véase Dosi (1982), Cimoli y Dosi (1995) y Dosi *et al.* (1988).

¹⁴ Sin embargo, dada la dificultad de medir la innovación en el nivel internacional, existen algunas mediciones como las incluidas en el Manual Oslo (OECD, 1997) donde sólo se utilizan indicadores en el nivel nacional.

Tabla 1
Variables e indicadores de la trayectoria tecnológica

Variable Constructo	Indicadores		Resultado	Categorías del análisis (productos o sectores)
		¿Hay un nuevo diseño que domina?		
Innovación tecnológica	Participación de las innovaciones tecnológicas de un sector en el nivel internacional	Sí: innovación	Participación de las innovaciones tecnológicas de un sector en el nivel internacional	Alta y/o dinámica: innovadora Baja y/o no dinámica: madurez
Mercado internacional	Participación sectorial en el mercado mundial	No: madurez	Participación sectorial en el mercado mundial	
Producción internacional	Participación sectorial en la producción mundial		Participación sectorial en la producción mundial	

Fuente: Elaboración propia

La medición propuesta se asocia con el dinamismo tecnológico que incluye aspectos “tecnológicos”, como la innovación tecnológica, y “no tecnológicos” que inciden en ese dinamismo¹⁵. Así, se considera el dinamismo productivo y el dinamismo de mercado¹⁶.

Considerando la variable de mercado, el esfuerzo innovador definirá si los productos que elabora son dinámicos o bien si tienden a estancarse. La categoría de análisis de esta variable puede ser “alta o baja”; así, un producto es considerado “dinámico” y, por lo tanto, “innovador” si tiene una tasa de crecimiento mayor al promedio de los demás productos, y “no dinámico” o “maduro” si su tasa de crecimiento es inferior al promedio¹⁷ (véase tabla 1).

¹⁵ Véase apartado I, en página 2.

¹⁶ La inclusión del indicador de “Diseño que domina” considera las condiciones a partir de la cual el diseño de un producto se impone o sustituye a otro. Para mayor detalle véanse Tushman *et al.* (2000) y Cimoli (2001).

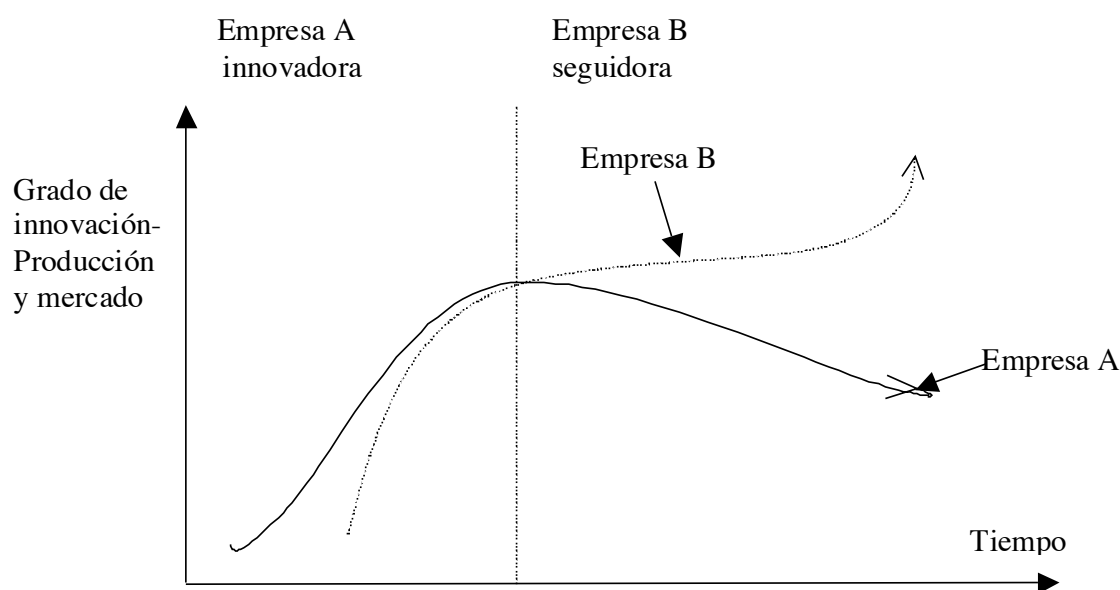
¹⁷ Es necesario considerar si estas categorías de medición coinciden con la misma tendencia y resultados de las otras dos variables que tienen un alto contenido tecnológico (véase tabla 1).

Cuando consideramos a la industria y no a la empresa, la innovación tecnológica será medida con base en la participación de cada rama del sector en el mercado mundial y en el dinamismo de mercado, en el dinamismo productivo y en la intensidad patentadora (véase tabla 1).¹⁸

Asimismo, se sugiere que la trayectoria tecnológica incide y, en su caso, define la evolución de la empresa, por lo que la dinámica de los productos y la del mercado debieran seguir trayectorias similares.

El posicionamiento de cada empresa dependerá del lugar que ocupe en la trayectoria tecnológica de la innovación de la industria; es decir, dependerá de la etapa (1, 2 o 3) que ocupe la empresa en dicha trayectoria (véase figura 2).

Figura 2
Ciclo de vida de las empresas innovadora y seguidora



Fuente. Elaboración propia

¹⁸ Otro tipo de análisis más amplio debiera considerar aspectos históricos y evolutivos como la historia de las empresas y diversos estudios de caso de sectores y productos.

Por lo anterior, su posición podrá cambiar o mantenerse en su situación inicial, dependiendo de su propio esfuerzo y resultados innovadores en relación con la de los competidores. Esta posición dependerá en gran medida del grado de innovación, que es el resultado de los esfuerzos y logros en el mercado, en la producción y en su dinamismo tecnológico¹⁹.

IV. Recapitulación y reflexiones finales

La trayectoria tecnológica ha sido enmarcada a partir del análisis de la innovación tecnológica. Dicha trayectoria está relacionada con el ciclo de la vida de las empresas e industrias. Este fenómeno es un proceso complejo y evolutivo del que no sólo la dimensión tecnológica forma parte, sino también otras como las del mercado y de la producción. Por lo tanto, estas tres dimensiones inciden en la construcción y rumbo de la propia trayectoria. Dependiendo de los indicadores utilizados en su medición, la trayectoria tecnológica puede ser diferente.

En este ensayo se sugiere que la medición de la trayectoria, que incluye la identificación de las etapas donde se ubican empresas y sectores, puede mostrar una dinámica tecnológica, productiva y de mercado que puede caracterizarse como productos-empresa “maduros” o industrias “innovadoras”.

Dichos resultados podrán ser diferentes dependiendo de los indicadores utilizados intuitivamente, los cuales podrán ser no claros ni precisos. Esto evidencia la importancia de uniformar los criterios para construir la trayectoria tecnológica de los diversos sectores y caracterizarlos de acuerdo con la etapa en la que se encuentren.

Después de revisar otros estudios que consideran sólo variables de mercado como las comúnmente utilizadas de ventajas comparativas, en este ensayo se argumentó que estos estudios son un acercamiento incompleto que el que se sugiere aquí para medir la trayectoria tecnológica. Esta inquietud es compartida por Lall (2003) quien desde una perspectiva diferente acerca de las diferencias entre países y regiones señala lo siguiente:

¹⁹ En este caso suponemos que se trata de una empresa uniprodueto. Si fuese multiproductos, el análisis deberá considerar a las diferentes líneas de productos o de negocios que la integren.

[...] los países en desarrollo se desempeñan muy bien en la globalización. Han elevado su competitividad general y se han movido con rapidez hacia las dinámicas de las exportaciones basadas en la tecnología. Por desgracia, esto sólo es parcialmente cierto. El dinamismo de las exportaciones y el éxito de las ventas externas de bienes intensivos en tecnología están muy concentrados, por región y por país. Más aún, la profundidad y el arraigo nacionales de las actividades de alta tecnología varían mucho entre los exportadores exitosos; los que no consiguen arraigarla a profundidad pueden tener dificultades para sostener su reciente crecimiento de producción competitiva. (Lall: 2003, 58).

Por lo tanto, un análisis más preciso debe incluir no sólo variables de mercado, sino también variables relacionadas con la producción y la tecnología para considerar otros rubros característicos en la dinámica de la trayectoria tecnológica.

Las variables e indicadores sugeridos (de mercado, producción y tecnológicas) fortalecen los argumentos conceptual y metodológico acerca de la trayectoria tecnológica y el ciclo de vida de las empresas.

La aplicación de esta metodología a diferente niveles de análisis, como el de países, industrias o empresas, puede contribuir a explicar y mostrar la forma de cómo intervienen y se ubican en el nivel internacional, así como evidenciar la inserción internacional a partir del posicionamiento en la trayectoria tecnológica en el sentido del liderazgo innovador.

Una medición más precisa de la trayectoria tecnológica, como la aquí argumentada, puede utilizarse para identificar la situación y tendencias del mercado mundial entre sectores innovadores y maduros con el objeto de entender y definir lineamientos sectoriales de competencia en términos de mercado y resultados tecnológicos para fortalecer la posición competitiva de un país o empresa en el nivel internacional.

Entre las líneas de investigación resultantes destacan: identificar y constatar si efectivamente el resultado obtenido por la industria de un país en el nivel internacional coincide con el desempeño de las empresas ubicadas en ese país; otra, profundizar y encontrar matices a nivel de empresas que no son “visibles” en los indicadores y estadísticas a nivel de países, industrias y/o productos; es decir, analizar el desempeño estratégico y de las capacidades para aprender y desarrollar habilidades tecnológicas de estas empresas.

Referencias

- Abernathy, W. y K. Clark (1985), "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, Núm. 14, Amsterdam.
- Amable, B. (1993), "National effects of learning, international specialization and growth paths", en Freeman, Ch., y D. Foray (comps.) *Technology and the Wealth of Nations: the Dynamics of Constructed Advantage*, St. Martin's Press, Nueva York.
- Arjona, L., (1995), "La tecnología en la teoría del comercio: la perspectiva evolutiva", en *El Trimestre Económico*, Vol. LXII (4), Núm. 248, octubre-diciembre, México.
- Bhidé, Amar (2000), *Origen y evolución de nuevas empresas*, Oxford University Press, México.
- Casas, R. (2001), *La formación de redes de conocimiento*, IIS-UNAM, México.
- Casas, R. (2003), "Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología: enfoques, problemas y temas para una agenda de investigación", en Santos M.J., (Coord) *Perspectivas y desafíos de la educación, la ciencia y la tecnología*, IIS-UNAM, México.
- Cimoli, M. (2001), "Some notes on mexican economic reforms and their implications on the technological and organizational learning paths" en Dutrénit G., C. Garrido y G. Valenti, *Sistema Nacional de Innovación Tecnológica. Temas para el debate en México*, UAM, México.
- Cimoli, M. y G. Dosi (1995), "Technological paradigm patterns of learning and development: an introductory road map", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 5, Núm. 3, Heidelberg, Alemania.
- Corona, L. y R. Hernández, coordinadores (2002), *Innovación universitaria e industria en el desarrollo regional*, IPN, México

Corona, L., coordinador (1999), *Innovación tecnológica y desarrollo regional*, UAEH-UNAM-UAEM y BUAP, México.

Deans, G., F. Kroeger y S. Zeisel (2002), “The Consolidation Curve”, en *Harvard Business Review*, vol. 80 #12, diciembre, Boston.

Dosi, G., K. Pavitt, y L. Soete, (1990), *The Economics of Technical Change and International Trade*, Harvester Wheatsheaf, Londres.

Dosi, G., Ch. Freeman, R. Nelson, Silverberg y L. Soete, (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publisher, Londres.

Dosi, G., (1982), “Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of determinants and directions of technical change”, en *Research Policy*, vol. 11, Amsterdam.

Dussel, E., M. Piore y C. Ruiz, (1997), *Pensar globalmente y actuar regionalmente*, UNAM/Friedrich Ebert Stiftung/ JUS, México.

Edquist, Ch., editor (1997), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, Londres y Washington.

Freeman, Ch., (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Penguin Books Ltd., Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra.

Freeman, Ch., J. Clark y L. Soete (1982), *Unemployment and Technical Innovation. A study of long waves and economic development*, Frances Pinter Ltd, Gran Bretaña.

Griliches, Z., (1990), “Patent statistics as economics indicators: A survey”, en *Journal of Economic Literature*, vol. 28, Núm.4, Stanford, CA.

Jasso, J., (2004), “Relevancia de la innovación y las redes institucionales”, en *Aportes*, núm. 25, BUAP, enero-abril, México.

Jasso, J. (2003), “Los Sistemas Nacionales de Innovación: una aproximación histórica al entendimiento de la evolución competitiva mundial”, en *Seminario Sistemas Nacional de Innovación en México*, IIE-UNAM, octubre, México.

Jasso, J. (1999), “La madurez tecnológica en la industria petroquímica mundial”, en *Revista de la CEPAL*, Núm. 69, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Kottler, P. (1994), *Mercadotecnia*, Mc Graw Hill, México.

Lall, S. (2003) “Éxitos y fracasos industriales en un mundo en globalización”, en Dussel, Coord. *Perspectivas y retos de la competitividad en México*, UNAM-FE/ CANACINTRA, México.

Lundvall, B. (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter, Londres-NuevaYork

Nelson R. y S. Winter, (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge University Press, Massachusetts.

OECD (1996), *Redes de Empresas y Desarrollo Local. Competencia y cooperación en los sistemas productivos locales*, OECD, 1999, México/París.

OECD (1997), *El Manual Oslo. Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Directrices propuestas para recabar e interpretar datos de la innovación tecnológica*, OECD, París

Pérez, C. (2002), *Technological Revolutions and Financial Capital. The dynamics of bubble and golden ages*, Edward Elgar Publishing, Gran Bretaña.

Rozga, R. (2002), “Hacia una geografía de la innovación en México”, en *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, Num. 60, Conaculta-INAH, Universidad de la Ciudad de México, México.

Schumpeter, J. (1939), *Teoría del desarrollo económico*, Fondo de Cultura Económica, México.

Stanton, W., M. Etzel y B. Walker, (2000), *Fundamentos de marketing*, Mc Graw Hill, México.

Tidd, J., J. Bessant y K. Pavitt (1997), *Managing Innovation. Integrating Technological Market*, Wiley, Gran Bretaña.

Torres, A. y J. Jasso (2003), “Adquisiciones y fusiones transfronterizas. El aprendizaje de los grupos corporativos mexicanos”, *seminario ALTEC. Conocimiento, innovación y competitividad. Los desafíos de la globalización*, México.

Tushman, M., P. Anderson, y C. O'reilly (2000) “Technology cycles, innovation streams, and ambidextrous organizations: organization renewal through innovation streams and strategic change”, en *Managing Strategic Innovation and Change*, Massachusetts.

Unger K., L. Saldaña, J. Jasso y G. Durand (1994), *Ajuste estructural y estrategias empresariales en México. Las industrias petroquímica y de máquinas-herramientas*, Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.

Vernon, (1966), “International investment and international trade in the product cycle”, *Quarterly Journal of Economics*, 1979, Massachusetts.