

Las colecciones de Documentos de Trabajo del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es).
❖ D.R. © 1998, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C., carretera México-Toluca 3655 (km. 16.5), Lomas de Santa Fe, 01210 México, D. F., tel. 727-9800, fax: 292-1304 y 570-4277. ❖ Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido como el estilo y la redacción son responsabilidad exclusiva suya.



NÚMERO 69

Javier Jasso Villazul

**MADUREZ TECNOLÓGICA Y COMPETITIVIDAD
EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA INTERNACIONAL**

I. Introducción

El nuevo escenario de creciente competencia regionalizada e internacionalizada, está redimensionando los factores de competitividad tradicional relacionada con el precio, y se tienden a generalizar nuevas ventajas competitivas relacionadas con el cambio tecnológico, que incluye el manejo del tiempo, y la estructura organizacional de las firmas. Esta nueva competencia incluye a la tecnología, en una versión amplia, como una de sus características más importantes.

Los impactos de este redimensionamiento son diferenciados entre productos y empresas de cada sector y también entre países. Estas diferencias muestran resultados negativos para muchos países en desarrollo, en términos de competencia tecnológica, dada la disminución de la importancia de los factores intensivos en recursos naturales y la creciente importancia de ventajas dinámicas relacionadas con aspectos tecnológicos.¹

La idea es la de contrastar y evidenciar, que el asociar niveles de competitividad con el indicador de participación de mercado, no es un indicador suficiente para mostrar la competitividad “genuina” de un país o de una industria. Por lo tanto, es necesario incluir variables que den cuenta de la madurez tecnológica, para contribuir a matizar los resultados de competitividad relacionados con el mercado.² El análisis de la competitividad internacional debe considerar el ambiente competitivo cambiante, y las diferencias entre capacidad productiva y tecnológica de los agentes en un proceso complejo y evolutivo (Bell y Pavitt, 1993 y Cimoli y Dosi, 1994).³

Proponemos que la competitividad internacional debe estar asociada a los resultados en el mercado y a la posición productiva y tecnológica de cada subrama de la industria petroquímica (IPQ en adelante). Ya que se trata de un proceso dinámico, la interrelación de ambas variables modificará la situación competitiva de los agentes, según sea el grado de madurez-innovación de cada rama, dando como resultado tipos de competitividad diferenciadas como lo mostramos en la figura 1.

¹ Referente a los procesos de internacionalización y regionalización véase Oman (1994; 83-96) y para el caso de la ipq véase Chapman (1991), Achilladelis, *et.al.*, (1990), Bower (1985), Walsh (1984) y Freeman (1974).

² Reconocemos que la medición no es simple y sí más compleja de lo que un indicador podría mostrar. Por ello, hemos incorporado en nuestro análisis indicadores con mediciones cuantitativas y cualitativas que intentan rescatar los aspectos dinámicos de la competitividad. Para mayor detalle véase Jasso (1996).

³ La capacidad productiva incluye el stock de recursos como los bienes de capital, los conocimientos, la capacitación laboral y los métodos y sistemas organizacionales, necesarios para producir bienes con una tecnología dada. En cambio, la capacidad tecnológica son los recursos requeridos, como la capacitación, el conocimiento, la experiencia y las estructuras institucionales, para generar, administrar y gestionar el cambio técnico. Para mayor detalle véase Bell y Pavitt (1993).

Figura 1. Resultados y tipos de competitividad

Variable de mercado

“APARENTE” O VULNERABLE	ÓPTIMA O GENUINA
NO COMPETITIVA O DE RETIRADA	TRAYECTORIA TECNOLÓGICA PERDIDA
Ramas maduras	Ramas innovadoras

Es decir, no necesariamente una mayor participación en el mercado internacional da como resultado una mayor competitividad “óptima” o genuina, a menos que este resultado este acompañado de un mejor posicionamiento tecnológico. Esta propuesta es válida a nivel de países o grupos corporativos.

Con base en esta propuesta de análisis adaptada a las características de la IPQ, planteamos el siguiente escenario para la IPQ. El caso de la IPQ es útil para analizar los procesos de desagregación de etapas en la cadena de valor y verificar si la etapa de cada rama petroquímica corresponde con los niveles de madurez tecnológica definidos por las otras variables definidas en la figura 2. En una la figura 2 se presenta la unidad de análisis y las variables utilizadas para medir la madurez tecnológica e identificar el tipo de competitividad propuesto en la figura 1.

Figura 2. Categoría y variables utilizadas para la medición de la competitividad

Unidad de análisis	Variables
Rama de la industria a nivel internacional	Participación de mercado vs. Dinamismo de mercado Dinamismo productivo Dinamismo patentador Ubicación en la cadena productiva Características-intensidad de la innovación

II. La industria petroquímica como objeto de estudio: definición y evolución

La industria petroquímica es un ejemplo claro acerca de los cambios competitivos ocurridos durante la evolución de la industria, desde el inicio de este siglo, pero sobre todo a partir de la década de los años cincuenta. Es una industria en la que el conocimiento científico y la relación entre las universidades y la industria asumen formas de competitividad con bases globales a nivel de países y de las empresas.⁴ Este ambiente competitivo ha estado asociado a la evolución tecnológica de la industria en su conjunto y al proceso innovador de cada rama petroquímica. Este proceso innovador ha definido cambios en la madurez de cada rama petroquímica como lo mostramos enseguida.

Definición de la industria petroquímica

Consideramos a la IPQ como el conjunto de 18 ramas de CUCI (3 dígitos).⁵ Esta elección se abarca a la cadena petroquímica en un sentido amplio. Es decir, que incluye es aquella industria que se obtiene en su totalidad de los primeros derivados del petróleo (naftas, aromáticos, olefinas y gas natural). Algunos petroquímicos se separan directamente del petróleo en forma de producto sin sufrir cambios en la composición química. Otros petroquímicos pueden sufrir varios pasos intermedios en su síntesis, antes de volverse productos finales. Esta característica en el proceso ha llevado al término petroquímico intermedio para designar composiciones químicas en etapas entre una o más materias primas y los productos finales comercializados.

Esta definición la utilizamos como referente necesario en la compatibilización de fuentes y series estadísticas, sobre todo en los niveles de agregación utilizados por las diversas clasificaciones internacionales de comercio, producción y patentes.⁶

⁴ Este escenario como señala Landau (1994), rompe con los postulados librecambistas propuestos desde Adam Smith y David Ricardo.

⁵ Si bien algunos productos petroquímicos pueden considerarse como químicos, a lo largo de esta investigación nos referiremos indistintamente a ambos conceptos cuando en el caso de la química nos refiramos a la orgánica. El listado de las 18 ramas consideradas aparece más adelante en el cuadro No. 1 del anexo.

⁶ La base para compatibilizar las series estadísticas ha sido la Clasificación Uniforme de Comercio Internacional, (CUCI) a 3 dígitos, con los datos de las Naciones Unidas para la producción mundial y con la de la U.S. Patent Office para las patentes de EUA.

Evolución de la industria petroquímica

La IPQ ha estado desde su surgimiento en este siglo enmarcada por el cambio tecnológico asociado a procesos científicos y técnicos en torno a la industria química. Ha sido también, parte colateral de la generación de algunas de las industrias como los nuevos materiales, la biotecnología, la microelectrónica, las telecomunicaciones y la ingeniería genética, que conforman el paradigma tecnoeconómico actual.

A nivel mundial la IPQ ha sido una de las industrias con más rápido crecimiento y con altas tasas de beneficio⁷. La tendencia innovadora en la IPQ estuvo conformada inicialmente por actividades de innovación surgidas por las empresas pioneras, en el denominado empuje de la oferta (*technology push*) en los años cincuenta y sesenta. A raíz de esta rápida expansión de la IPQ, las empresas multinacionales petroquímicas fueron especializándose en líneas de productos en donde poseían algún tipo de ventaja de mercado, de producción y/o tecnológica. En su proceso de internacionalización, estas empresas implantaron filiales en los países productores de petróleo, para asegurar el insumo petrolero o de los primeros derivados del petróleo y atender el mercado local, reproduciendo el modelo productivo y comercial de la matriz. En esta estrategia de internacionalización inicialmente no integraban actividades importantes de investigación y desarrollo. En esas mismas décadas, los grupos corporativos productores de petróleo, aumentaron su participación mundial en operaciones “aguas abajo” o más integradas hacia adelante en la cadena petroquímica, elaborando productos petroquímicos básicos, intermedios y algunos plásticos de ingeniería. Por otro lado los grupos químicos se especializaron en las etapas finales de la cadena y tendieron a integrarse hacia atrás a bienes intermedios, aunque permaneciendo en los bienes finales. El modelo de innovación característico partía de la ciencia básica que generaba diseños en producto y nuevos procesos petroquímicos (véase figura 3).

Figura 3. El empuje de la oferta (primera generación)



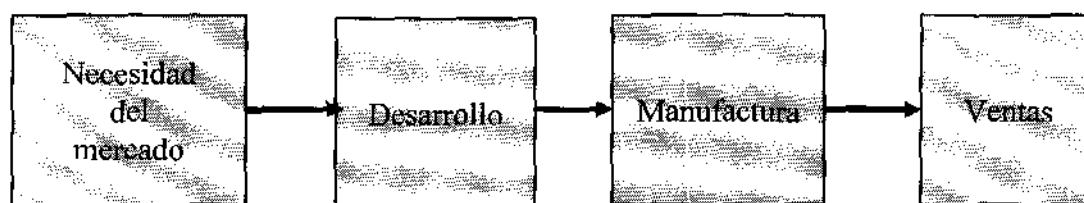
Esto condujo a un proceso de reestructuración en la IPQ en la que los principales productores de petroquímicos habían acumulado capacidades tecnológicas que les permitieron posicionarse como líderes, con una tradición tecnológica en algunos

⁷ El período de mayor auge fue durante las décadas de los años cincuenta hasta la de los años setenta.

productos o líneas de productos a lo largo de la ruta tecnológica.⁸ Esta creciente especialización y acumulación de capacidades productivas y tecnológicas ha sido una de las principales barreras de entrada a los posibles entrantes o imitadores.⁹

Esta caracterización competitiva conformó un mercado repartido y oligopolizado hacia fines de los años sesenta y setenta. En esta etapa el papel de la demanda como impulsora de las innovaciones fue más importante, y las empresas tendieron a realizar cambios en los productos y procesos en respuesta a las necesidades del mercado (véase figura 4).

Figura 4. El empuje de la demanda (segunda generación)



Desde mediados de los años setenta a los años ochenta la entrada de nuevos competidores generó un modelo de innovación complementario entre el empuje de la oferta y de la demanda, que caracteriza la actividad innovadora en la IPQ.¹⁰

III. El análisis de la madurez tecnológica y la competitividad internacional

Los análisis en torno al crecimiento y la tecnología, en las décadas de los años cincuenta y sesenta, han estado asociados a modelos de estática comparada, en los que la tecnología está dada y libre en el mercado. Recientemente se han realizado avances en el sentido de flexibilizar el modelo estático, introduciendo la dimensión dinámica, manteniendo los principios establecidos por el modelo neoclásico, como lo muestra el trabajo pionero de Krugman (1979). También han surgido otros enfoques que evidencian la necesidad de realizar con otras metodologías más explicativas que

⁸ La tradición tecnológica está evidenciada en Achilladelis *et.al.* (1990).

⁹ La decisión de copiar productos o procesos por medio de la ingeniería de reversa o consulta de patentes, en la IPQ es más complejo que en otras industrias, ya que se trata de productos con características fisicoquímicas muy precisas en las que el proceso productivo es determinante para escalar el producto de prototipo a volúmenes de producción en planta.

¹⁰ Para mayor detalle acerca del proceso de innovación en la industria puede verse a Rothwell (1994) y en la industria química a Walsh (1984).

consideran al proceso de cambio tecnológico como fuente de competitividad (Nelson y Winter, 1974 y 1982; Dosi *et al.*, 1988; y Cimoli y Dosi, 1994).¹¹

Los estudios recientes no convencionales, en este sentido, parten de considerar a la tecnología en un sentido amplio que no sólo involucra la disponibilidad de las máquinas y de los equipos, sino también la creación de conocimientos y posibilidades de aprendizaje.¹² Los enfoques retoman posturas que implican la necesidad de un importante esfuerzo empírico que incorpore variables cualitativas, dada la dificultad de realizar mediciones precisas y cerradas del proceso de cambio tecnológico. Algunos de los intentos contrastan teórica y empíricamente, en los niveles macro, meso y micro, y desarrollan diversas categorías, tipologías y taxonomías que explican los procesos de cambio tecnológico. En este esquema proponemos un instrumental empírico y una metodología que intenta profundizar el análisis de la madurez e innovación tecnológica y la competitividad.

La competitividad internacional ha sido identificada comúnmente con el dinamismo en los mercados internacionales. Por lo tanto, el análisis de la competitividad internacional, según esta definición, indicaría que un país es competitivo internacionalmente, a medida que aumenta su participación en los mercados internacionales. Si bien esta apreciación es cierta "aparentemente",¹³ descuida el efecto dinámico, que es el de considerar al cambio tecnológico como un proceso dinámico, diferenciado, acumulativo, y apropiable, que en gran medida, contribuye a la permanencia en ese mercado internacional en el largo plazo, más allá de las discrepancias en cuanto al tiempo y a la mera sobrevivencia.¹⁴ Por ello, proponemos, para efectos de nuestra investigación, que la competitividad internacional está relacionada con la posición en el mercado que ocupa el sector o producto de un país, con perspectiva de mantenerse en el largo plazo. El posicionamiento de cada rama petroquímica puede tener una presencia creciente o igual a su situación inicial, en segmentos de mercado

¹¹ Una revisión del enfoque evolutivo desde la perspectiva del comercio internacional y la tecnología puede verse en Arjona (1995).

¹² Entre los estudios pioneros está el de Arrow (1962) y el denominado *learning by doing*. Recientemente se han realizado otros con una perspectiva dinámica en el que la empresa acumula conocimiento y experiencia deliberadamente en un ambiente cambiante (Maxwell, 1981; Dodgson, 1991, y Malerba, 1992).

¹³ Retomamos el concepto de "competitividad aparente", de Chudnovsky y Porta (1990), para referirnos a los resultados obtenidos por los indicadores de ventajas comparativas, para un país, que a su vez, están identificados con los enfoques convencionales de la teoría neoclásica del comercio internacional.

¹⁴ Con la finalidad de no desviarnos de nuestro marco metodológico, por ahora resaltamos el concepto de competitividad internacional utilizado, para indicar la posición competitiva de cada rama petroquímica.

dinámicos o estancados,¹⁵ lo que conforma la condición de madurez o innovación, reflejada por los esfuerzos y resultados de mercado y tecnológicos en el largo plazo. Este concepto de competitividad internacional incluye al conjunto de líneas de productos o productos dinámicos, que generalmente corresponden a los productos tecnológicamente innovadores. La competencia internacional está identificada con las actividades tecnológicas, que son endógenas a las actividades de los agentes económicos,¹⁶ que definen los resultados competitivos de las ramas petroquímicas. Estos agentes se orientan por la percepción de que existen oportunidades no explotadas y por la expectativa de apropiarse de los beneficios de la innovación.

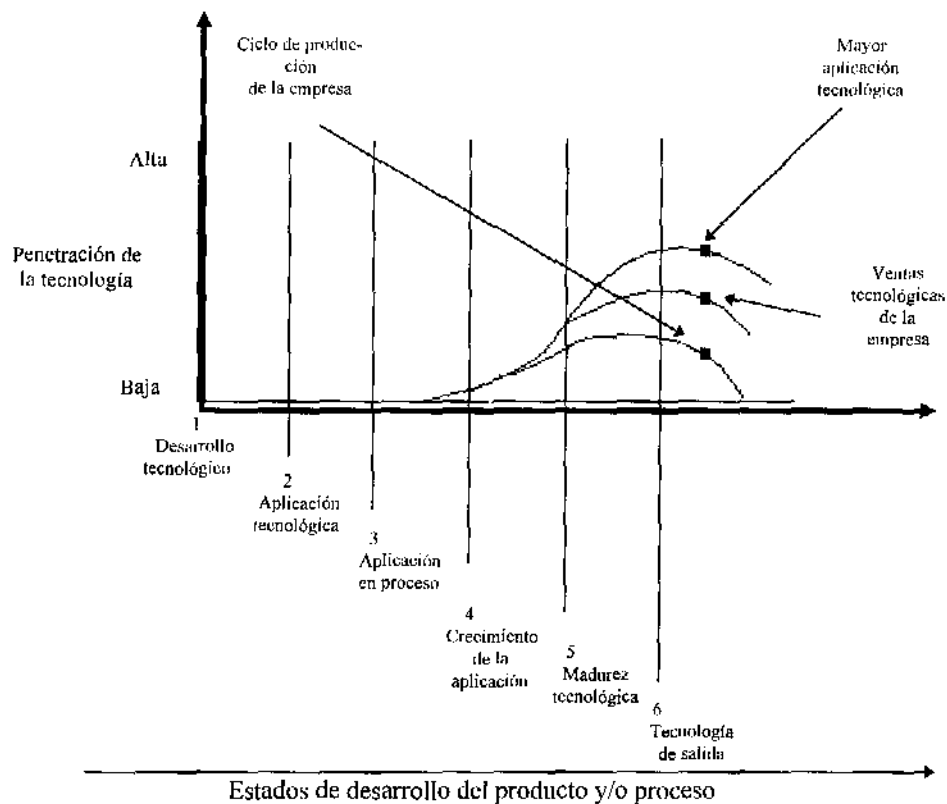
La competitividad de la IPQ será medida con base en dos criterios: uno de participación de mercado y el otro de madurez-innovación tecnológica. El primero abarca la participación de cada rama petroquímica en el mercado mundial. En el segundo criterio está compuesto por diversos indicadores que se combinan con el anterior para medir la madurez-innovación tecnológica. Las variables que hemos retomado son las de dinamismo de mercado, dinamismo productivo, intensidad patentadora, ubicación en la cadena productiva y la relación proveedor-usuario. Para el análisis de la madurez-innovación tecnológica de los productos petroquímicos se utilizan las variables de dinamismo en el mercado, en la producción y en patentamiento, así como el de la cadena productiva y las características e intensidad de la innovación, de cada rama petroquímica (véase figura 2). Estas variables se ubican en torno al ciclo de vida de las ramas que define la curva "S" o de Engel. Las etapas de esta tendencia son las de innovación, madurez y declinación como lo señalamos en la figura 5.

El análisis del ciclo es importante para identificar el tipo de especialización comercial y tecnológica, ya que los productos que ofrecen mayor potencial de crecimiento, generalmente innovadores, son los que se encuentran en la parte inicial de la curva. En esta etapa del ciclo es donde también se encuentran las oportunidades asociadas a la trayectoria de cada tecnología. Conforme el producto avanza en su ciclo de vida, su tendencia en el crecimiento es menor, debido a la entrada de nuevos competidores imitadores que tienden a saturar la trayectoria tecnológica, provocando la creciente madurez del producto.

¹⁵ Los productos dinámicos son aquellos que tienen una tasa de crecimiento mayor que las del promedio de los demás productos y que tienen un alto contenido tecnológico. Para mayor detalle véase el apartado siguiente, en donde evaluamos ambos niveles de dinamismo.

¹⁶ La perspectiva neochumpeteriana destaca a las empresas.

Figura 5. Ciclo de vida de los productos



FUENTE: Elaboración propia con base en Ford y Ryan (1988).

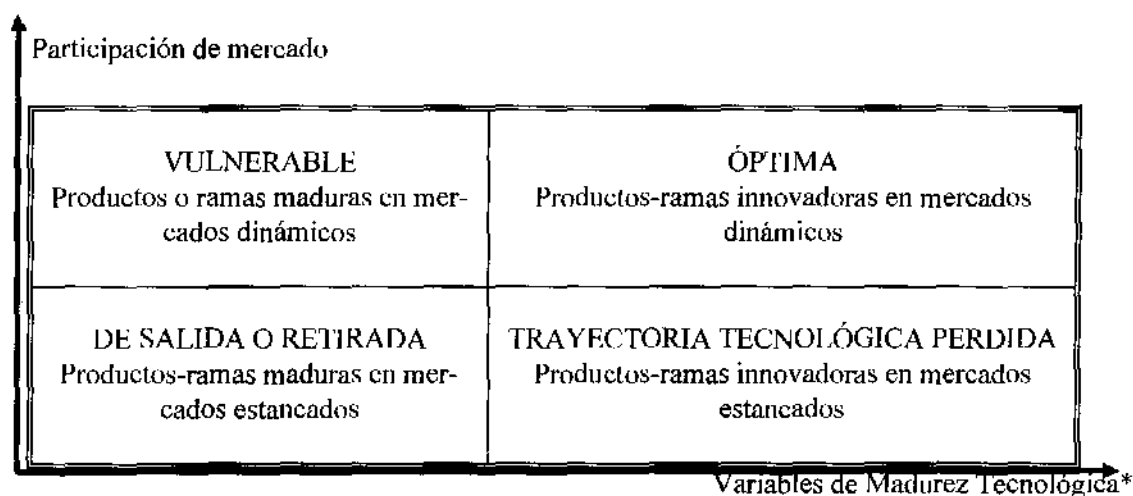
Los resultados de cada trayectoria tecnológica están íntimamente relacionados con la presencia en el mercado y el resultado competitivo, tal como lo proponemos en la figura 6.

Este análisis evidencia que los diferentes patrones de especialización tendrán, en general, diferentes perspectivas de desarrollo tecnológico y crecimiento de largo plazo, siendo ventajoso para un país ser capaz de competir exitosamente en una industria, rama o producto, cuyos mercados ofrecen buenas perspectivas de desarrollo y que descansan en tecnologías claves (Arjona, 1995, y Amable, 1993), que corresponden a las de los productos innovadores.

Con este análisis ubicaremos cada rama petroquímica con base en las variables de mercado y de madurez o innovación tecnológica. La identificación de la etapa de cada producto en el ciclo de vida y la posición en el mercado serán la base para identificar el tipo de trayectoria tecnológica y por lo tanto, la situación competitiva

de cada rama en el mercado internacional¹⁷. Las situaciones competitivas resultantes de la combinación entre madurez y competitividad en los mercados se presenta en la figura 6.

Figura 6. Situaciones posibles para identificar resultados competitivos



* Las variables son: a) dinamismo de mercado, b) dinamismo productivo, c) intensidad patentadora, d) ubicación en la cadena productiva y e) características-intensidad de la innovación.

En esta propuesta queda interrelacionada la medición de la madurez tecnológica y la precisión de la competitividad al destacarse cuatro resultados posibles de competencia, como son el óptimo, el de trayectoria tecnológica perdida, el de vulnerabilidad y el de salida o retirada. Por otra parte, los tipos de innovaciones estarán relacionadas con el ciclo de vida del producto, en el que en las etapas iniciales de desarrollo y aplicación tecnológica las innovaciones serán preponderantemente de producto y en las siguientes etapas de saturación y declive las innovaciones serán preponderantemente de proceso. Este planteamiento es útil para el caso de la IPQ, ya que si en conjunto se encuentra en la etapa de madurez, como veremos más adelante, las innovaciones predominantes serán de proceso.¹⁸ Los resultados de esta propuesta los detallamos a continuación.

¹⁷ Este análisis de la madurez y la trayectoria tecnológica forma parte del proceso competitivo, en el que el papel del mercado como ambiente de selección y la importancia de la diversidad sobre la que operan los mecanismos de selección son determinantes en la especialización comercial resultante de los países y/o las empresas. Para mayor detalle véase Arjona y Unger (1996).

¹⁸ En esta dirección apuntarían los trabajos realizados sobre patentamiento y bibliometría. Para mayor detalle véase Sancho (1990).

IV. La participación de la industria petroquímica en el mercado internacional

El análisis de la madurez tecnológica y la posición competitiva de la IPQ se basa en las variables de competitividad internacional, estudiadas por los indicadores de ventajas comparativas reveladas, a través del indicador de participación de la IPQ, es decir de las importaciones de petroquímicos de la OCDE en relación a sus importaciones totales.¹⁹

El indicador utilizado para la participación de la IPQ en el mercado mundial como se indica:

Participación de la IPQ = Mi/Mt , donde $Mt = Mi$

Donde:

Mt = Importaciones totales de la OCDE

Mi = Importaciones de la OCDE del grupo de productos petroquímicos

En este nivel ubicamos a las ramas de acuerdo con su participación de mercado. Cada una de las dieciocho ramas que integran la IPQ, incluyen un conjunto de productos petroquímicos ubicados a lo largo de todos los pasos de la cadena petroquímica.

Los resultados de la participación de la IPQ en conjunto muestran que el crecimiento disminuyó en 22.6%, pasando de 0.48% en 1980 a 0.37% en 1993 en las importaciones mundiales, lo que evidencia la madurez relativa por el lado del mercado en la que se encuentra la IPQ (véase cuadro 1 en el anexo).

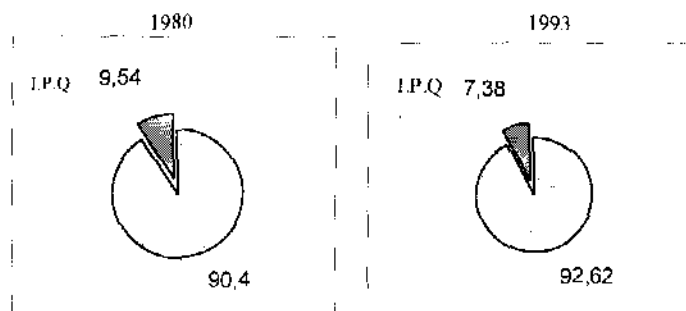
Existe una alta concentración, ya que pocas ramas tienen una alta participación en el total de la IPQ. Los tres principales: a) derivados del petróleo; b) resinas de polietileno, polipropileno, PVC y ABS-SAN y c) los plastificantes, aditivos para aceites y antidetonantes, concentraron el 64% de la participación del mercado mundial petroquímico. En cambio, para los cinco principales sectores la concentración aumenta (en 1980 fue de 71% y en 1993 de 66%). Sin embargo esta concentración tiende a disminuir en 1993, debido en gran medida a la disminución de la participación de los bienes básicos más maduros, sobre todo, derivados del petróleo, en contraste con el aumento de los bienes finales y especialidades petroquímicas (véase cuadro 1 en el anexo y gráfica 1).

Este primer indicador de participación de la IPQ será nuestra variable independiente que combinaremos con los diversos indicadores para medir la madurez-innovación tecnológica en la industria y precisar en el análisis de la competitividad industrial como lo señalamos en los siguientes cinco apartados

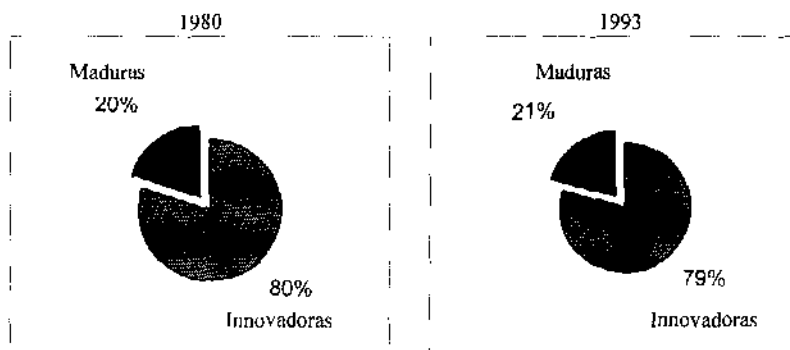
¹⁹ La base de datos procede del modelo CAN desarrollado por la CEPAL (1994).

Gráfica 1.

Participación de la IPQ en las importaciones mundiales



Participación de las ramas petroquímicas maduras e innovadoras



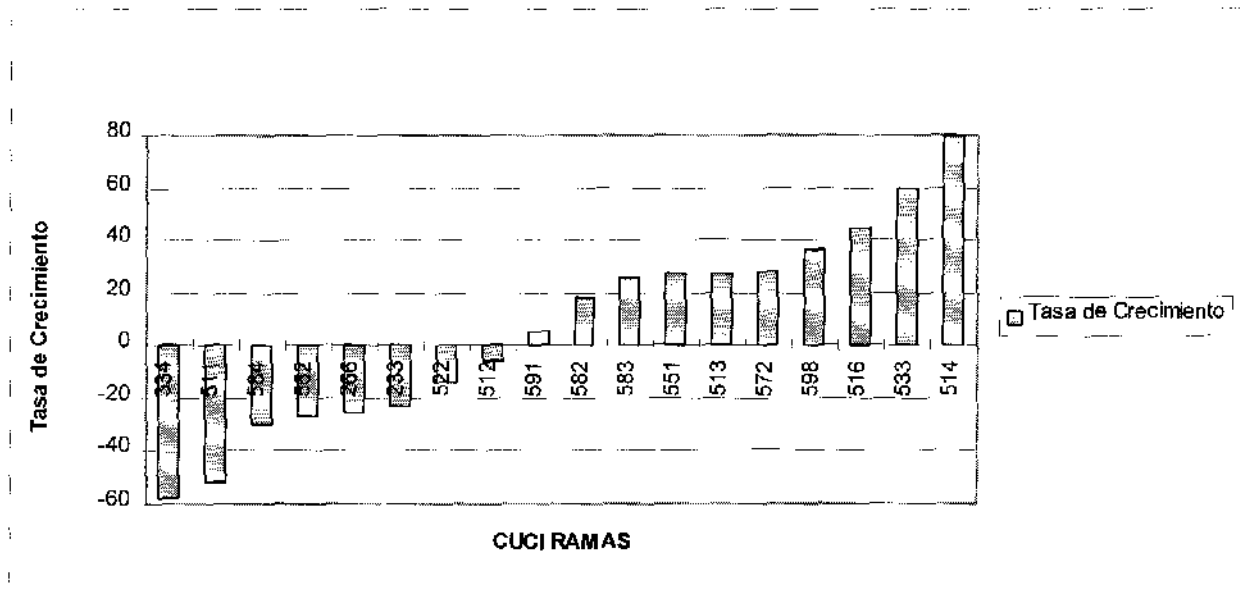
V. Participación y dinamismo de mercado: la madurez por el mercado

Con este apartado iniciamos el análisis de la madurez-innovación tecnológica al combinar la participación de la IPQ vs. el dinamismo de la misma. Caracterizamos el dinamismo de la IPQ, distinguiendo entre productos “innovadores o dinámicos”, y “maduros o no dinámicos”, como aquellos que crecen (decrecen) más (menos) que el promedio del total de productos importados por la OCDE entre 1980 y 1993 en el mercado internacional. Esta caracterización que combina la participación de la IPQ en relación con su participación en 1993, definirá nuestra primera identificación de madurez de “mercado”, en la que los productos dinámicos son los innovadores y los no dinámicos los maduros.

En el conjunto de la IPQ se aprecia que son más las ramas innovadoras (diez de dieciocho), pero el resultado neto es negativo (-23%), debido a que el crecimiento negativo de las ramas maduras (-50 %) fue mayor que el crecimiento promedio de las ramas innovadoras (35%) (véase cuadro 2 en el anexo).

Otro rasgo sobresaliente es que, como veremos más adelante, casi todas las ramas innovadoras son también aquellas que coinciden en tener un mayor contenido tecnológico. En cambio, en las ramas "maduras" el contenido tecnológico es diferenciado y por lo tanto hay ramas con alto y bajo contenido tecnológico²⁰. También, las "maduras", son menos importantes en número de ramas (ocho de dieciocho) y en participación del mercado mundial petroquímico en 1993 (44%), aunque en 1980 eran las de mayor participación (68%). Destaca la alta presencia de los derivados del petróleo (49% en 1980) y (26% en 1993), que también es la rama que más disminuye (58%) (véase cuadro 2 en el anexo).

Gráfica 2. Tasas de crecimiento en la participación de mercado de las ramas petroquímicas mundiales, 1980-1993 (porcentajes)



FUENTE :Elaboración propia con base al cuadro 2.

La importancia de las ramas innovadoras es cada vez mayor, ya que aumenta en 35% su participación. Este aumento es debido a que en esta categoría se encuentran las ramas con mayor dinamismo en el mercado que, como lo señalamos más adelante, están ubicadas más adelante en la cadena petroquímica. Destacan en cre-

²⁰ Este hallazgo coincide con el obtenido por Hochgraf (1983), en cuatro de los cinco productos en que basa su muestra: alcohol cítrico (rama 512), benceno (rama 511), fibras sintéticas (rama 266) y elastómeros sintéticos (rama 233).

cimiento las ramas 514: acrilonitrilo, amidas y anilinas, con 80%, y la 533: pigmentos, pinturas y barnices, con 60%, (véase cuadro 2 en el anexo y gráfica 2).

Este comportamiento indica que algunas de las ramas de la IPQ están, como hemos indicado antes, en estado de madurez o bien están siendo sustituidas por otros productos. También observamos que el dinamismo de algunas ramas, se explica por ser insumos de productos muy dinámicos internacionalmente, como por ejemplo los plastificantes en electrónica y automotriz, o los nuevos materiales para el ensamblaje de hardware en informática, robótica y telecomunicaciones.

La importancia que asumen algunas ramas, entre las que destacan las especialidades, ha hecho que incluso la IPQ sea reconsiderada como parte del nuevo paradigma tecnoeconómico actual, en el que los sectores punta tienen amplia difusión y presencia en los demás sectores.²¹

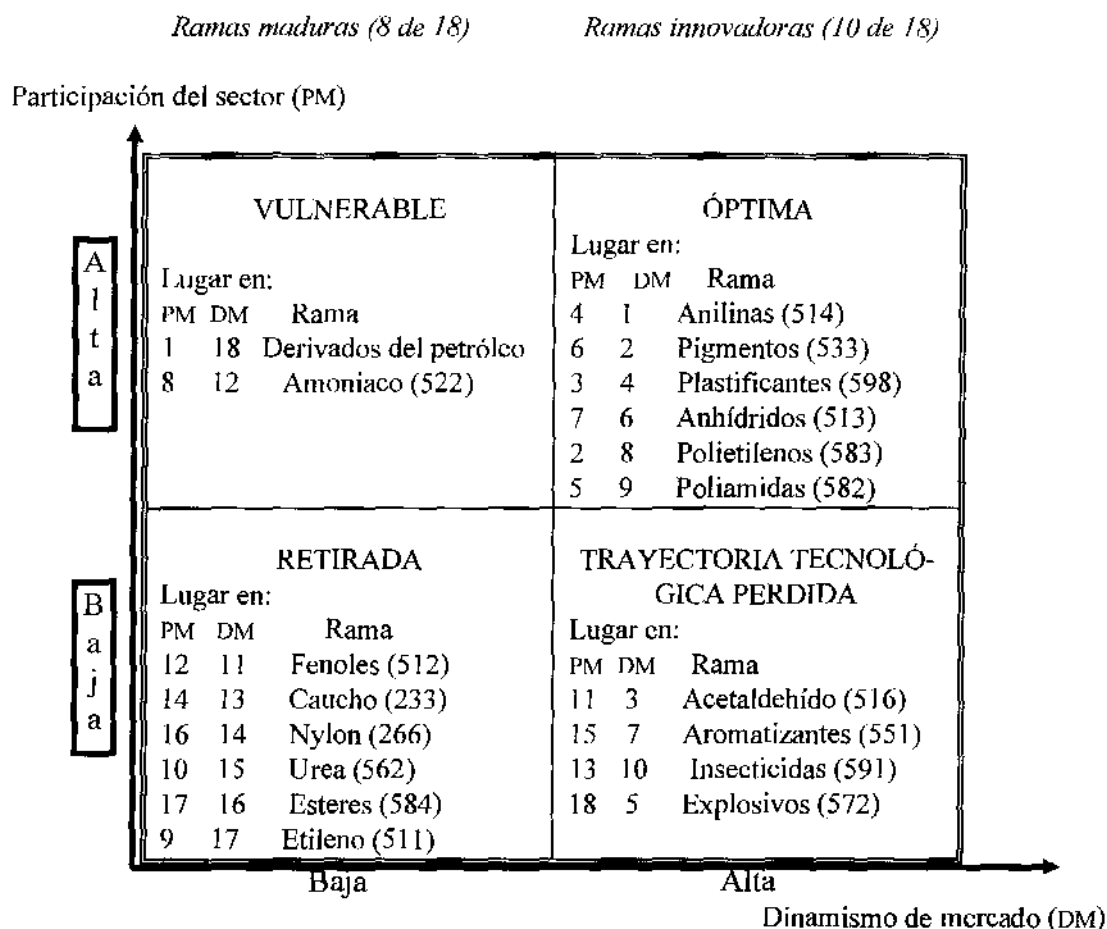
Destacan seis ramas innovadoras (583, 514, 582, 598, 533 y 513) por tener una alta participación de mercado (mayor a 4%). Entre las ramas maduras solo están los derivados del petróleo y la rama 522 (véase cuadro 1 en el anexo).

Con la finalidad de precisar el resultado competitivo, ubicamos a las ramas petroquímicas en la matriz de competitividad internacional propuesta en los apartados anteriores. Los criterios de ubicación son los de considerar la participación de la IPQ en el mercado mundial en 1993 en relación con su dinamismo entre 1980 y 1993.

Los resultados que se sintetizan en la figura 7, muestran que la mayoría de las ramas son innovadoras (10 de 18) estando poco más de la mitad (6 de 10) en una situación óptima y el resto (4 de 10) en una trayectoria tecnológica perdida. Poco menos de la mitad de las ramas petroquímicas son maduras (8 de 18). Entre las maduras la mayoría (6 de 8) se encuentran en la peor situación competitiva o "de retirada". El resto de las ramas maduras (2 de 8) están en la situación vulnerable. Este resultado indicaría una posición competitiva de la IPQ diferenciada y contrastante, ya que la tercera parte de la industria (6 de 18 ramas) se encuentra en la mejor situación u "óptima" y otro tercio de la industria (6 de 18) en la peor situación "de retirada".

²¹ Acerca del paradigma tecnoeconómico véase Dosi (1982) y Pérez (1985).

Figura 7. Matriz de competitividad: participación y dinamismo de mercado

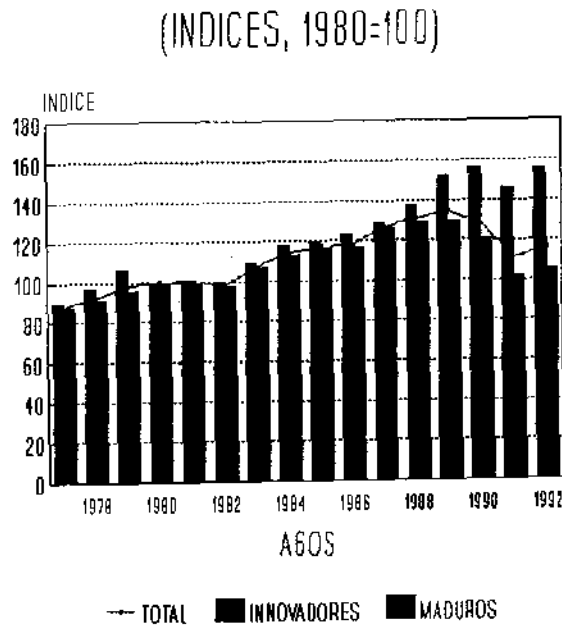


NOTA: Cada rama incluye los productos indicados en el cuadro 1 del anexo, aunque sólo se hace referencia a uno de ellos.

VI. Participación en el mercado y dinamismo productivo: la madurez productiva

El dinamismo productivo está basado en el volumen de la producción mundial contenido en las estadísticas de las Naciones Unidas compatibilizadas con CUCI. Los criterios para definir la madurez-innovación estará de acuerdo al crecimiento de los productos petroquímicos en relación con el promedio de la industria total. El criterio para definir a las ramas "innovadoras" son aquellas que tuvieron una tasa de crecimiento promedio entre 1980 y 1992 positivas, respecto al promedio de las ramas petroquímicas y "maduras" a aquellas ramas que tuvieron una tasa de crecimiento negativas respecto al promedio. Los resultados se presentan en la gráfica 3.

Gráfica 3. Tasas de crecimiento del volumen de la producción petroquímica mundial, 1977-1992 (toneladas métricas en porcentajes)



FUENTE: U.K. INDUSTRIAL STATISTICS

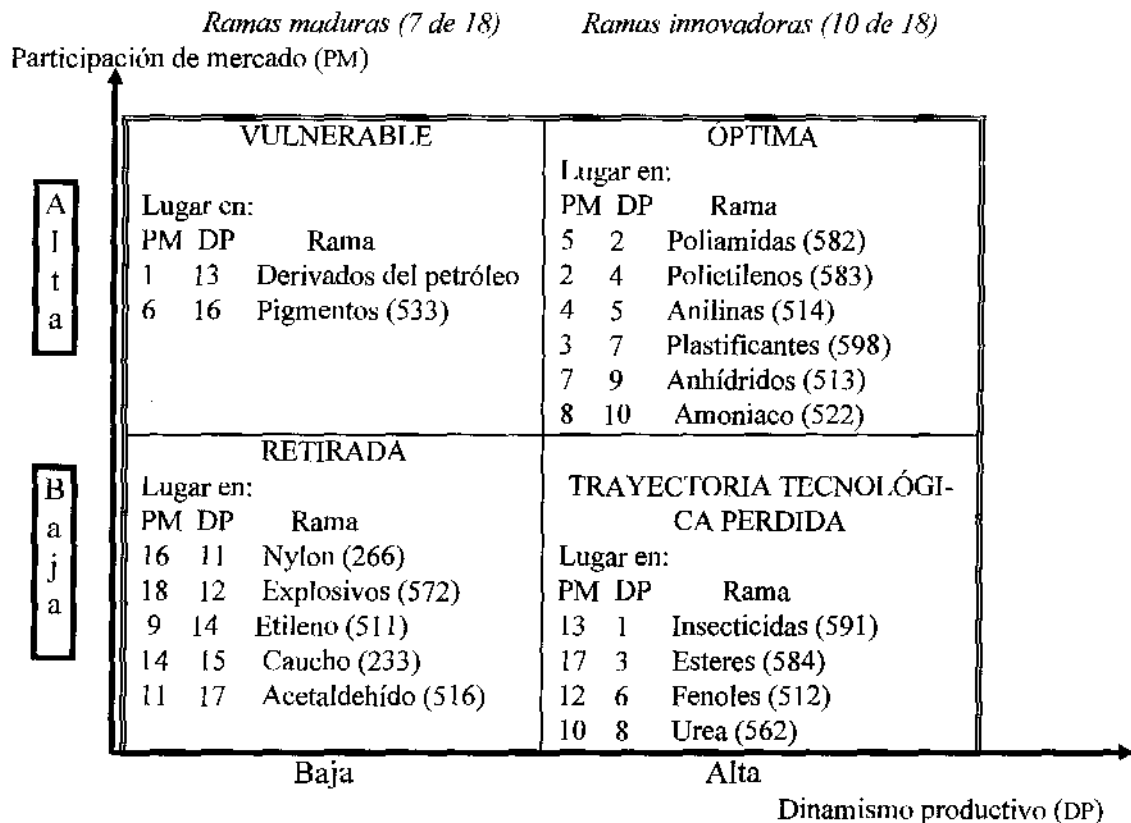
La IPQ ha tenido un comportamiento diferenciado a nivel de subramas. En general el comportamiento de la producción mundial como se presenta en la figura 8.²²

Entre los productos innovadores destacan sobre todo productos finales como el polipropileno, las resinas fenólicas, los acetatos y el poliestireno. Entre los maduros destacan muchos de los productos básicos, como son el benceno, butadieno, negro de humo, y el amoniaco; algunos bienes intermedios como el etilenglicol, el óxido de etileno y el fenol (véanse figuras 8 y 10). Los resultados competitivos son similares en cuanto a la ubicación por número de ramas en cada cuadrante, respecto a los resultados de madurez por el mercado. Existen diferencias en la ubicación de las ramas 533 en la situación óptima, 516, 551, 591 y 572 en la situación de trayec-

²² En la gráfica 1 se puede apreciar estas categorías de análisis perfectamente definidas en el ciclo petroquímico.

toria tecnológica perdida, la 522 de la situación vulnerable y las 512, 562 y 584 de la situación de retirada.

Figura 8. Matriz de competitividad: mercado y dinamismo productivo



NOTA: En las ramas sólo hemos colocado uno de los varios productos que contiene la rama. Para mayor detalle de los otros productos que incluye cada rama, véanse los cuadros 2 y 3. Para la rama 551 no se obtuvo información de producción.

VII. Participación de mercado e intensidad patentadora: madurez por patentamiento

Las patentes han sido utilizadas como uno de los indicadores tecnológicos.²³ Las patentes son uno de los medios por los cuales los empresarios protegen sus innova-

²³ Entre los indicadores relacionados con la propiedad intelectual para el caso de la IPQ el más accesible y útil es el de patentes. Acerca de las ventajas y desventajas de este indicador como medidor del proceso innovativo véase Griliches (1990), Dosi *et al.* (1988 y 1990) y Dunning (1994).

ciones, y a través de las cuales los empresarios tratan de aumentar sus ganancias de monopolio provenientes de la innovación al hacer más difícil la copia o imitación para los competidores potenciales. Las patentes capturan y miden las primeras etapas de un proceso que conduce de la novedad-invencción, a través del desarrollo, proceso de prueba e ingeniería, a la innovación completa. La actividad de la patente puede extenderse sobre el total del ciclo del producto: desde las patentes que protegen el invento básico, pasando por las relacionadas con el producto y el proceso de ingeniería, hasta una gran cantidad de patentes de mejora y de bloqueo (Dosi *et.al.*, 1990).

La medición de la intensidad patentadora se realiza identificando las ramas petroquímicas en las que más se patenta. Definimos como ramas innovadoras a aquellas en las que su tasa de patentamiento entre 1983 y 1994 tuvo un crecimiento positivo. Las ramas maduras son las que tuvieron una tasa de crecimiento negativa. Este criterio supone una edad en los productos y una alta difusión en aquellos donde menos se patenta. Se trata de ramas con tecnologías disponibles en donde se ha hecho un uso y protección de 20 años por la patente emitida. Por desgracia, esta tendencia sólo la tenemos para un período muy corto (1983-1994), que hemos elegido con la finalidad de tener un periodo similar al que hemos utilizado para las otras variables²⁴ (véase cuadro 3 en el anexo). Este criterio de medición hay que considerarlo con cuidado dada la dificultad en la búsqueda y selección de la IPQ. Nuestra fuente de información procede de las patentes registradas en EUA y hemos realizado la selección con base en los principales productos que hemos definido en CUCI a 3 dígitos.

En el cuadro 3 del anexo mostramos que no necesariamente una mayor intensidad patentadora corresponde a aquellas ramas que tienen una mayor participación patentadora. Este resultado evidencia que las ramas que tienen un mayor dinamismo patentador (ramas 582 y 551) muestran mayores niveles de innovación más recientes (1983-1994). En cambio, en volumen otras ramas (512, 584, 511 y 562) son las más patentadoras (véanse la gráfica 4 y en el anexo la gráfica 5).

Esta tendencia también muestra los rasgos definidos por las empresas en cuanto a la importancia que le dan a la protección intelectual vía patentes.²⁵

Los resultados al combinar el dinamismo patentador con la participación de mercado muestra los diferentes resultados competitivos mostrados en la figura 9. En este resultado ubicamos a las 18 ramas petroquímicas. Prácticamente la mitad de la

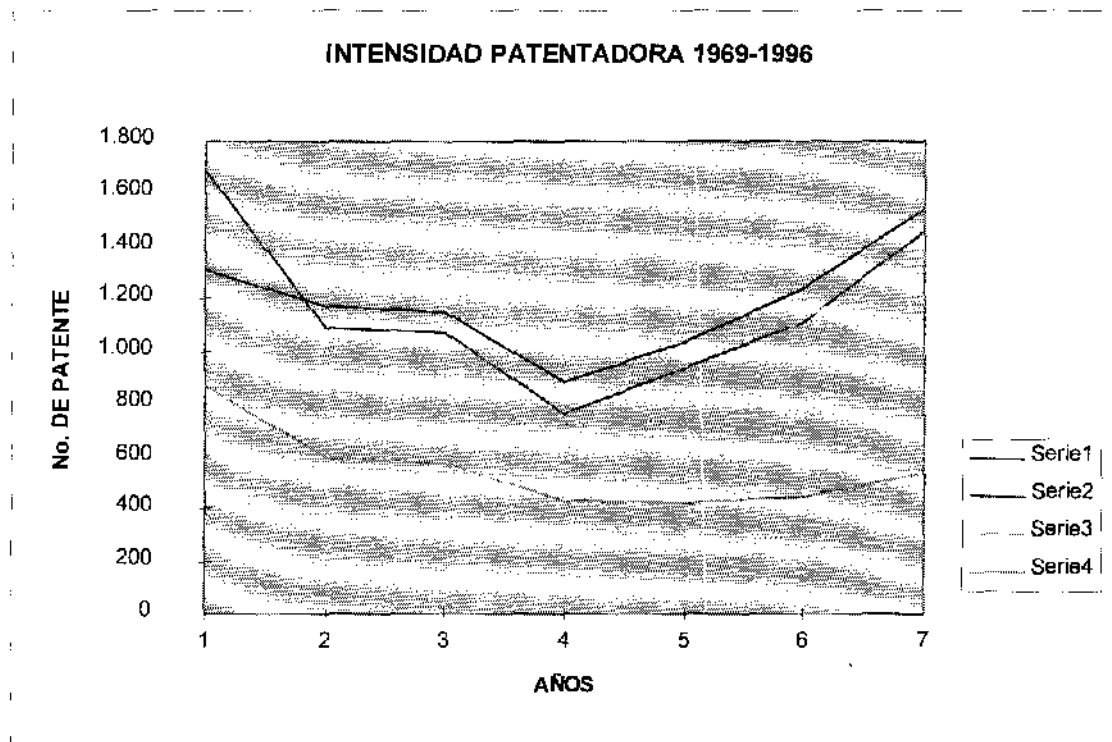
²⁴ La elección de una serie más larga nos permitiría precisar el resultado en la madurez, ya que incluiría a las innovaciones ocurridas antes de este período, muchas de las cuales pueden ser la base de las ocurridas posteriormente y precisar en la intensidad radical o incremental de la innovación.

²⁵ Una mejor apreciación en este sentido sería el de identificar las otras opciones de protección a la propiedad intelectual como son las marcas y el secreto industrial.

industria petroquímica se ubica en ramas maduras (8 de 18) y poco más de la otra mitad (10 de 18) en ramas innovadoras.

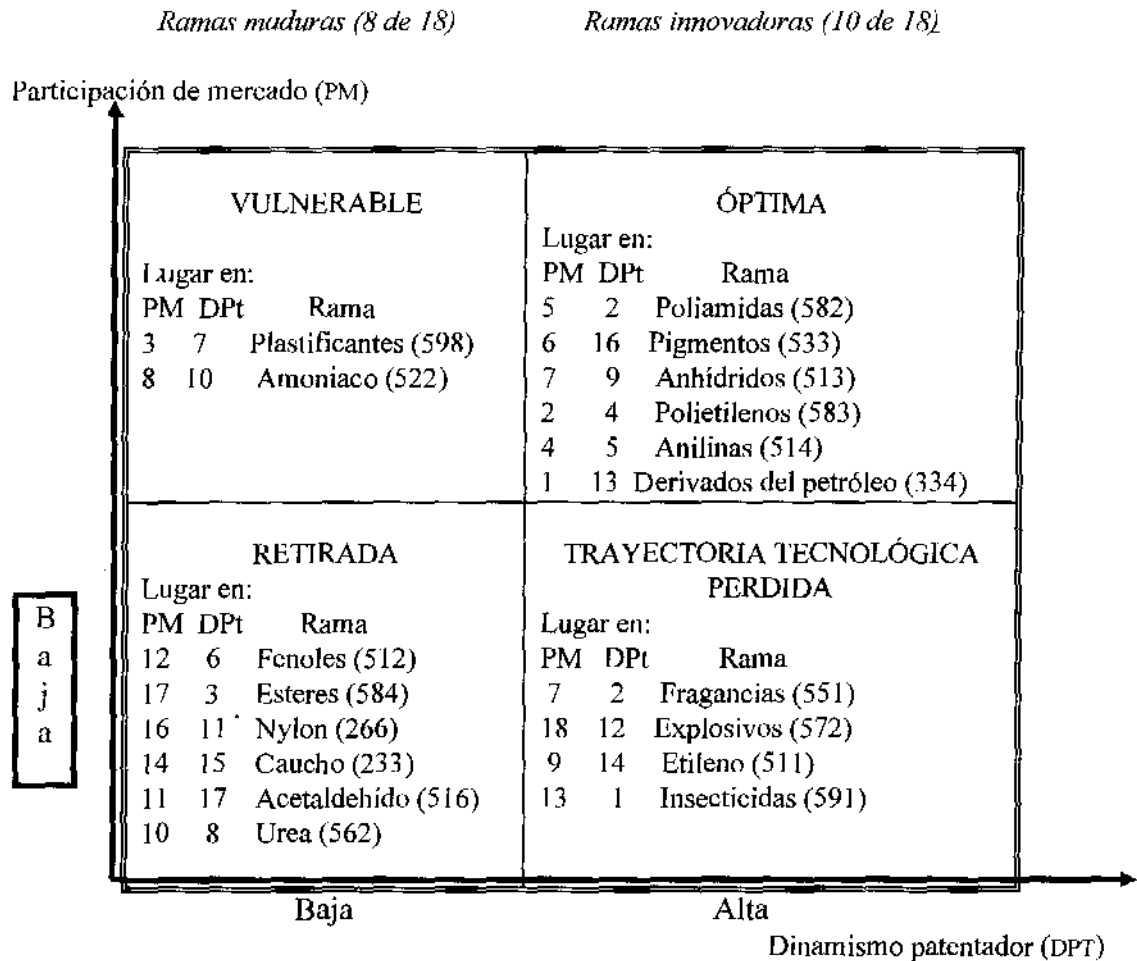
Los resultados competitivos muestran que entre las maduras, la mayoría se encuentra en la peor situación competitiva, es decir, la de retirada (6 de 8 ramas). Entre las ramas innovadoras la situación competitiva mayoritaria es la óptima (6 de 10 ramas innovadoras), seguida de la de trayectoria tecnológica perdida (4 de 10).

Gráfica 4. Intensidad patentadora de ramas petroquímicas seleccionadas, 1969-1996 (número de patentes)



NOTA: Serie 1= rama 512; serie 2= rama 584; serie 3= rama 511 y serie 4= rama 562
FUENTE: Elaboración propia con base en U.S. Patent Office.

Figura 9. Matriz de competitividad: mercado y dinamismo patentador



NOTA: En las ramas sólo hemos colocado uno de los varios productos que contiene la rama. Para mayor detalle de los otros productos que incluye cada rama, véanse los cuadros 2 y 3.

VIII. Participación de mercado y la cadena productiva: madurez en la cadena de valor

Esta propuesta incluye en el análisis de la madurez tecnológica a la cadena productiva o ciclo de vida de los productos. Las fases de esta cadena petroquímica son: productos básicos e intermedios (madurez), y bienes finales y las especialidades petroquímicas [resinas, fibras, hules (innovación)]. Este método nos permitirá en un primer momento, identificar la madurez tecnológica de las líneas de productos y grupos petroquímicos que las producen. Al precisar el grado de madurez tecnológica, anali-

zamos con mayor detalle los niveles de competitividad internacional, y posteriormente identificamos los matices resultantes de cada rama petroquímica.

La cadena petroquímica en forma sintetizada indicaría las siguientes etapas sintetizadas en la figura 10:

Figura 10. Etapas y pasos en la cadena petroquímica

ETAPA 1 (Pasos 1 y 2) Operaciones "Aguas arriba" Productos básicos o intermedios	ETAPA 2 (Pasos 3 Y 4) Operaciones "Aguas abajo" Productos finales o especialidades
<i>Ramas maduras:</i>	<i>Ramas innovadoras:</i>
334 Derivados del petróleo	233 Caucho, látex
511 Etileno, propileno, benceno	266 Fibras sintéticas
512 Alcoholes y fenoles	516 Formaldehído, acetona, acetaldehído
513 Anhídridos, halogenuros	533 Pigmentos, pinturas, barnices
514 Amidas, anilinas	551 Aromatizantes y fragancias
522 Amoniaco, nhumo, ácido nítrico	572 Explosivos y derivados de pirotecnia
562 Urea, fosfatos, sulfato de amonio	582 PET, poliamidas, policarbonatos
584 Esteres, éteres, acetato de celulosa	583 PVC, ABS, SAN, PP, PE
	591 Insecticidas, fungicidas, herbicidas
	598 Plastificantes, antidetonantes

PVC = policloruro de vinilo; PP=polipropileno y PE=poliestireno

El contenido tecnológico será mayor a medida que se avanza en la cadena petroquímica. Por lo tanto el criterio de definición será, el de ramas maduras a aquellas que se ubican en la primera etapa de la cadena y productos innovadores los que se ubiquen en la segunda etapa. Los resultados de madurez y competitividad muestra que en forma similar a los tipos de madurez encontrados en los apartados anteriores. La mayoría de las ramas innovadoras (4 de 10) están en una situación óptima y el resto (6 de 10) en la situación de trayectoria tecnológica perdida. En las 8 ramas maduras, la mitad está en una situación vulnerable y la otra mitad en la situación de retirada (véase la figura 11).

Figura 11 Matriz de competitividad: mercado y la cadena petroquímica

Ramas maduras (8 de 18)

Ramas innovadoras (10 de 18)

Participación de mercado (PM)

Alta	VULNERABLE	ÓPTIMO
	Lugar PM ET Rama 1 1 334 Derivados del petróleo 7 1 513 Anhídridos, halogenuros 4 1 514 Amidas, anilinas 8 1 522 Amoniaco, nhumo	Lugar PM ET Rama 6 2 533 Pigmentos, pinturas 5 2 582 PET, poliamidas 2 2 583 PVC, ABS, SAN, polipropileno 3 2 598 Plastificantes, antidetonantes
Baja	RETIRADA	TRAYECTORIA TECNOLÓGICA PERDIDA
	Lugar PM ET Rama 9 1 511 Etifeno, propileno 12 1 512 Alcoholes y fenoles 10 1 562 Urea, fosfatos 17 1 584 Esteres, éteres	Lugar PM ET Rama 14 2 233 Caucho, látex 16 2 266 Fibras sintéticas 11 2 516 Formaldehído, acetona 15 2 551 Aromatizantes y Fragancias 18 2 572 Explosivos 13 2 591 Insecticidas, Fungicidas
	Baja	Alta
	Ubicación en la cadena productiva (ET)	

IX. Participación de mercado y las características-intensidad de innovación: madurez evolutiva

El contenido tecnológico está basado en las diversas clasificaciones y compatibilizaciones que ha propuesto diversas taxonomías empíricas para entender más acerca de la dinámica del cambio tecnológico.²⁶ La taxonomía que utilizamos es la de Pavitt (1984) en la que se caracterizan los diferentes niveles de innovación entre secto-

²⁶ Esta relación se basa en los estudios y taxonomías realizadas sobre todo por la OCDE (1987), la CEPAL (1992 y 1993) y ONUDI (1983), algunas de las cuales muestran la variedad de comportamientos tecnológicos de las empresas Pavitt (1984), Abernathy y Clark (1985) y Branscomb (1994) y otras aplican y desarrollan empíricamente estas propuestas como por ejemplo, Cimoli (1992), Dutrénit y Capdeville (1993), Alonso (1990 y 1991) y Unger (1995).

res económicos y que hemos retomado para aplicarla en las diferentes ramas petroquímicas.²⁷ Esta taxonomía propone cuatro categorías tecnológicas que corresponden a formas e intensidades de innovación diferentes que son, el dominado por el proveedor, el intensivo en escala, el oferente especializado y el basado en ciencia. Las diferencias de cada categoría varían de acuerdo con el origen de la tecnología, la relación proveedor-usuario y la posibilidad de apropiación de las rentas tecnológicas. La composición de cada rama en relación a estas categorías conforman la potencialidad innovadora o de madurez en la que se encuentra cada industria en su conjunto.

En esta taxonomía las ramas que caracterizamos como maduras son las de las categorías de “dominado por el proveedor” y la “intensiva en escala”. En estas categorías se encuentran las ramas tradicionales. Son también ramas con tecnologías ya difundidas con baja inversión en I y D y la infraestructura con la que cuentan es limitada y escasa. La posibilidad de imitación es alta. La posibilidad de apropiación es baja, y los medios utilizados son las marcas, la diferenciación del producto, el secreto industrial y las patentes. Estas características hacen que tengan pocas innovaciones, que son en su mayoría incrementales.

Las ramas innovadoras son las que pertenecen a las categorías de “oferentes especializados” y “basadas en ciencia”. En estas categorías se ubican las ramas que son productoras de maquinaria, equipo e instrumentos especializados, o bien que asimilan y aplican los conocimientos científicos desarrollados por los centros tecnológicos de las propias empresas o por instituciones como las universidades o los centros de investigación. El tipo de innovación es sobre todo de producto. Las rentas tecnológicas son por lo general altas y se basan en la interrelación con los usuarios y su intensidad en la actividad de investigación, donde predomina el *know how*, el diseño, la calidad, las patentes y el secreto industrial. En ambas categorías las innovaciones van de incrementales con una alta difusión a las radicales, lo que define una actividad innovadora mayor que las de las ramas maduras. En la figura 12 mostramos la ubicación de las distintas ramas de la IPQ de acuerdo a esta taxonomía.

Continuando con la metodología de competitividad, una vez que hemos definido la intensidad innovadora, ubicamos los resultados de mercado con el de la taxonomía matizando la posición competitiva de cada rama petroquímica. El comportamiento conjunto de la IPQ refuerza nuestro argumento inicial que destaca el comportamiento innovativo y competitivo diferenciado en la IPQ.

²⁷ Acerca de la metodología para compatibilizar a tres dígitos de CUCI, véase Capdeville *et.al.*, (1994).

Figura 12. Intensidad innovadora en la industria petroquímica

Dominados por el proveedor o intensivos en escala	Basados en ciencia u oferentes especializados
<p><i>Ramas maduras:</i></p> <p>233 Caucho, látex 266 Fibras sintéticas 334 Derivados del petróleo 511 Etileno, propileno, benceno 512 Alcoholes y fenoles 513 Anhídridos, halógenos 514 Amidas, anilinas 516 Formaldehído, acetona, acetaldehído 522 Amoníaco, nitrógeno, ácido nítrico 533 Pigmentos, pinturas, barnices 572 Explosivos y derivados de pirotecnia 562 Urea, fosfatos, sulfato de amonio 584 Esteres, éteres, acetato de celulosa 598 Plastificantes, antidetonantes</p>	<p><i>Ramas innovadoras:</i></p> <p>551 Aromatizantes y fragancias 582 PET, poliamidas, policarbonatos 583 PVC, ABS, SAN, PP, PET 591 Insecticidas, fungicidas, herbicidas</p>

FUENTE: Elaboración propia con base en Pavitt (1984) y Dutrénit *et al.* (1993).

En la figura 13 identificamos que la mayoría de las ramas petroquímicas (14 de 18) tienen poca actividad innovadora, lo que hace que en conjunto la IPQ se caracterice por ser de madurez relativa. Los resultados competitivos de las ramas maduras muestran que la mayoría (8 de 14) están en la situación competitiva más desfavorable y el resto (6 de 14) en una situación vulnerable. Por otro lado, existen pocas ramas innovadoras (4 de 18) que muestra pocas ramas en una situación óptima (2 de 4) y de trayectoria perdida (2 de 4).

En síntesis, la IPQ es una industria madura, según se desprende del análisis de las variables utilizadas para medir la madurez tecnológica. Sin embargo, al interior de la IPQ, es decir, a nivel de ramas, la madurez no siempre es la misma, ya que varía dependiendo de la variable utilizada (véanse los apartados 4 al 9, y las figuras 5 a la 11). Entre las 18 ramas analizadas encontramos que en 12 de las 18, las variables utilizadas muestran complementariedades en la medición de la madurez o innovación tecnológica. En cambio, en el resto (6 de 18), existen contradicciones para definir a las ramas como maduras o innovadoras.

La mayoría de las ramas petroquímicas (8 de 18) son preponderantemente maduras (cuando coincidía el indicador al menos en 5 variables), a las ramas 233, 266, 334, 511, 512, 522, 562 y 584. Las ramas preponderantemente innovadoras (4 de 18), son las menos, y son aquellas que coinciden con las características e intensidad innovadora y que corresponden, al igual que las maduras, a aquellas ramas en las

que el indicador coincidió con las 5 o 6 variables utilizadas. Estas ramas son la 551, 582, 583 y 591. El resto de las ramas (6 de 18) pueden definirse como maduras o innovadoras, dependiendo de la variable utilizada. Estas ramas son la 513, 514, 516, 533, 572, y 598.

Figura 13. Matriz de competitividad: mercado e intensidad innovadora

		Ramas maduras (14 de 18)		Ramas innovadoras (4 de 18)	
Participación de mercado (PM)					
		VULNERABLE		ÓPTIMO	
Alta	Lugar			Lugar	
	PM IN Rama			PM IN Rama petroquímica	
	1 1 334	Derivados del petróleo		5 2 582	
	7 1 513	Anhídridos, halogenuros		2 2 583	
	4 1 514	Amidas, anilinas		PET, poliamidas	
	8 1 522	Amoniaco, nhumo		PVC, ABS, SAN	
6 2 533	Pigmentos, pinturas				
3 2 598	Plastificantes, antidetonantes				
		RETIRADA		TRAYECTORIA TECNOLÓGICA PERDIDA	
Baja	Lugar			Lugar	
	PM IN Rama petroquímica			PM IN Rama petroquímica	
	14 2 233	Caucho, látex		15 2 551	
	16 2 266	Fibras sintéticas		Aromatizantes	
	9 1 511	Etileno, propileno		y fragancias	
	12 1 512	Alcoholes y fenoles		13 2 591	
	11 2 516	Formaldehido, acetona		Insecticidas, fungicidas	
	10 1 562	Urea, fosfatos			
	18 2 572	Explosivos			
17 1 584	Esteres, cteres				
		Baja		Alta	
		Intensidad innovadora (IN)			

Este resultado aunado a los de los apartados anteriores, muestra que no necesariamente los criterios utilizados comúnmente como ramas y/o productos maduros o innovadores necesariamente coincide como es utilizados por los técnicos, académicos o la literatura especializada. Por lo tanto, el criterio para definir las situaciones competitivas también pueden variar, de una posición óptima, cuando las ramas son innovadoras en mercados dinámicos a una intermedia (vulnerable y/o de trayectoria perdida) o incluso de retirada (ramas maduras en mercados estancados).

Para finalizar hemos obtenido la dirección de la causalidad entre cada una de estas variables fue definida con base en la aplicación del coeficiente de correlación por rangos, en especial el índice de Spearman, para las variables cuantitativas participación de mercado, dinamismo de mercado, dinamismo productivo e intensidad patentadora. El índice de correlación es el siguiente:

$$r_K = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

donde:²⁸ d = la diferencia entre pares de rangos correspondientes y
n = número de pares

La síntesis de los resultados de la participación de mercado y de la medición de la madurez tecnológica muestran una baja correlación positiva entre PM y DM = 0.19; PM y DP = 0.21 y PM e IP = 0.18. Estos datos evidencian que si bien existen coeficientes de correlación positivos, en los tres casos son diferentes y el que más explica la causalidad es el de la participación de mercado con el de dinamismo productivo. Sin embargo, es necesario considerar las caracterizaciones relacionadas con aspectos meramente tecnológicos como lo hemos destacado en las variables elegidas de patentes, de la cadena productiva y de la intensidad innovadora.

X. Conclusiones

El análisis de la madurez tecnológica es útil para precisar el estudio de la competitividad. Los resultados muestran que la medición de la madurez tecnológica es diferente dependiendo de los indicadores que se utilicen en su medición. Como es de suponerse, los resultados para ubicar a las ramas como maduras o innovadoras cambian. Por lo tanto, el criterio de madurez que se asuma no es claro ni preciso, lo que evidencia la importancia de uniformar los criterios para definir a los productos como maduros o innovadores. Esta diferencia repercute en los resultados competitivos.

Los resultados muestran que al considerar sólo variables de mercado o las típicas de ventajas comparativas para medir a la madurez, se encuentran diferencias y contradicciones en torno a un concepto de competitividad más relacionado con la permanencia en el largo plazo, debido a ventajas dinámicas relacionadas con el cambio tecnológico. Por lo tanto, la competitividad industrial debe considerar no sólo la participación en el mercado, sino también otras variables que incorporen el análisis de la dinámica del cambio tecnológico, en especial el de la intensidad innovadora.

²⁸ La distribución en el muestreo es simétrica alrededor de 0 y va de -1 a +1.

Una vez que se ha precisado en la definición de este concepto, podemos matizar el de competitividad, para conocer si los productos están en una situación óptima, de trayectoria tecnológica perdida, de vulnerabilidad o de retirada. Este matiz es muy importante para ampliar el análisis a nivel de países y empresas. El desempeño innovador en la IPQ es específico a cada rama que la integra, es decir, es diferenciado. Identificamos dos tipos: innovadoras, que son aquellas en donde la actividad tecnológica es mayor y las maduras, que es donde existe una menor actividad tecnológica.

La combinación de los diversos criterios para el análisis de la innovación-madurez tecnológica ha generado resultados diferenciados que evidencian tipos de madurez diferentes. Ya que el contenido tecnológico (de madurez o innovación) está relacionado con la posición competitiva en el largo plazo, los resultados competitivos por rama y dependiendo de las variables utilizadas también fueron diferentes. Estos resultados competitivos variaron dependiendo de la posición en el mercado, en la producción, en la intensidad patentadora, en la ubicación en la cadena productiva y en sus características e intensidad innovadora de cada rama petroquímica. Cada uno de estos tipos reflejó condiciones de madurez que en muchos casos, coincidió para la misma rama en cada variable analizada, existiendo niveles de correlación positiva bajos entre variables seleccionadas.

En el conjunto de las variables analizadas encontramos que las ramas innovadoras tienden a tener una mayor presencia en los mercados internacionales, en una situación óptima, sobre todo, aquellas ubicadas en los pasos más adelante en la cadena petroquímica, que corresponden a las de los bienes que tienen un mayor contenido tecnológico y mayor valor agregado. En ramas innovadoras con trayectoria tecnológica perdida pueden existir oportunidades de mejorar su posición competitiva a una óptima si el empuje de la demanda es importante, o bien pasar a una situación de retirada si esto no ocurre.

En contraste, las ramas maduras tienen situaciones competitivas intermedias. Es decir, pueden tener una importante presencia en el mercado, lo que las coloca en una situación vulnerable o de retirada, ya que se trata de nichos en el mercado de ramas que van de salida, o bien tienden a ser sustituidas por nuevas ramas, ya que se encuentran en la parte final del ciclo de vida productivo.

El análisis de la participación en el mercado con el de madurez tecnológica puede ser útil para evidenciar la inserción internacional de los países líderes y seguidores. Los líderes marcan las pautas de competitividad tecnológica internacional, es decir, definen la frontera tecnológica en líneas de productos y procesos innovadores, en tanto que los países seguidores definen su inserción internacional, en las líneas de productos y procesos en los que pueden ser competitivos, que son, en general los más maduros.

La aplicación de esta metodología a nivel de países o empresas sería útil para mostrar la forma de cómo intervienen y se ubican los diferentes países. Este reparto

del mercado mundial entre ramas innovadoras y maduras, es útil para entender y justificar lineamientos sectoriales de competencia en términos de mercado y resultados tecnológicos que contribuyan a fortalecer una posición competitiva internacional.

Este análisis se completaría con el escenario que configura el denominado sistema nacional de innovación o una política de innovación que contribuya a disminuir los impactos causados por una menor rentabilidad como consecuencia de la recesión internacional o de los términos de intercambio entre ramas maduras vs. innovadoras.

Esta metodología de la madurez y la competitividad puede contribuir en el análisis de las respectivas configuraciones macroeconómicas y por lo tanto, guiar la aplicación de reformas estructurales para que sean dirigidas con una visión de más largo plazo, que identifique las fortalezas y debilidades de diferentes tipos de inserción internacional, en ramas maduras y/o innovadoras. Estudios acerca de la presencia de empresas extranjeras vía filiales, alianzas tecnológicas, licencias, patentes, complementarían esta investigación.

Las implicaciones a futuro de este tipo de estudios de madurez puede contribuir al análisis de la especialización en el escenario internacional y los resultados competitivos relacionados con el cambio tecnológico. El análisis puede abarcar otras unidades de análisis como son las de países y empresas. Los resultados en el posicionamiento contribuirían para profundizar las causas y posibilidades de mejorar o modificar el lugar y tipo de inserción internacional de un país o empresa.

Las líneas de investigación resultantes son diversas. Una primera sería la de aplicar el estudio de la madurez tecnológica a otras ramas económicas. Otra es la de identificar y constatar si efectivamente el resultado obtenido por la industria de un país a nivel internacional coincide con el desempeño de los grupos corporativos. Es importante 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. Por ello, es necesario analizar el desempeño estratégico de estos grupos, e incluir en su caracterización, variables de mercado y tecnológicas, con la finalidad de encontrar posibles relaciones y características comunes entre las empresas. Otra línea estaría en analizar las estrategias y capacidades para aprender y desarrollar habilidades tecnológicas.

Bibliografía

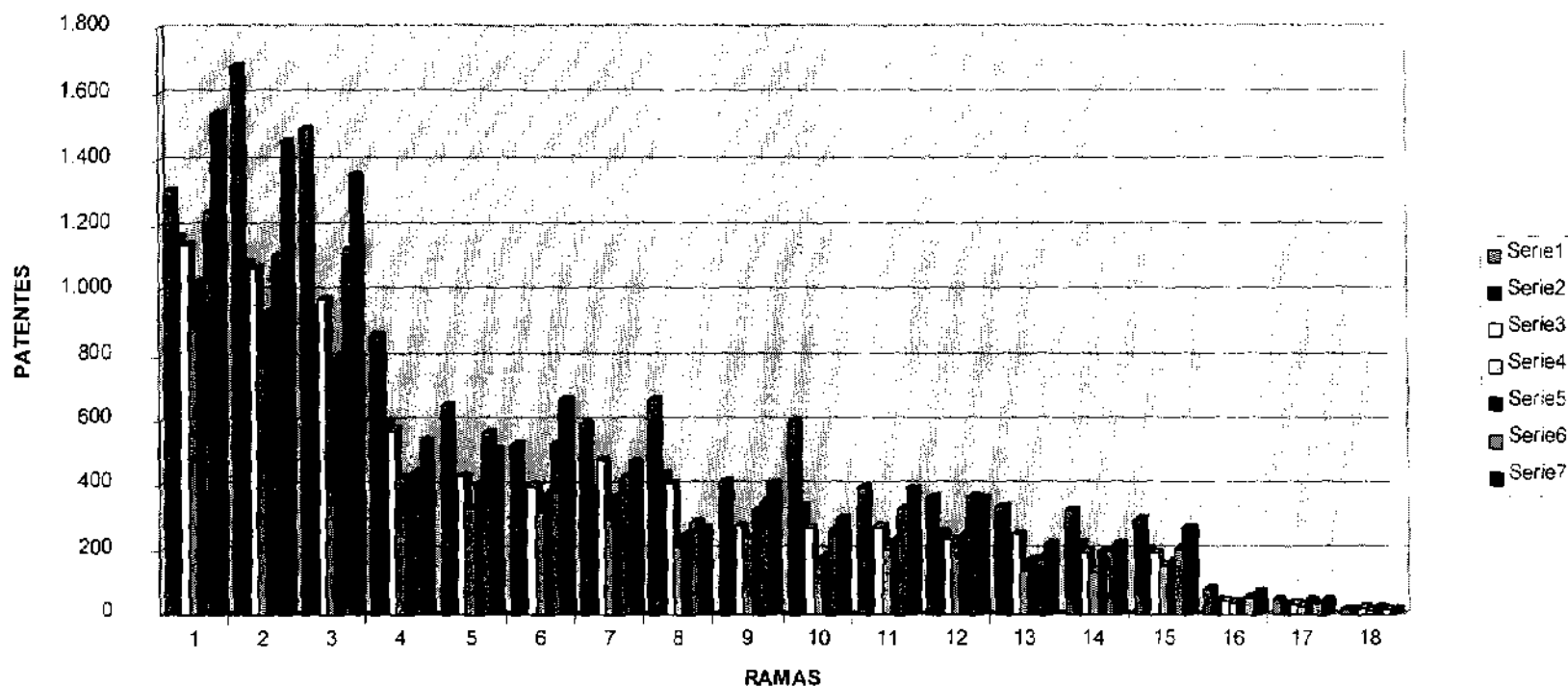
- Abernathy, William y Kim Clark (1985), "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, vol. 14, núm. 1, North Holland, febrero.
- Achilladelis, Basil, Albert Schwarzkopf y Martin Cines (1990), "The dynamics of technological innovation: The case of chemical industry", *Research Policy*, vol. 19, núm. 19, North Holland.
- Alonso, José A. (1991), "Economía española: especialización comercial y factores de competitividad", en Juan Velarde, José Delgado y Andrés Pedreño, (eds.) *Apertura e Internacionalización de la economía española. España en una Europa sin fronteras*, Colección Economistas Libros, Madrid.
- Alonso, José A. (1990), "Comercio exterior: factores de cambio", en José Delgado, (ed.), *Economía española de la transición a la democracia*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- Amable, B. (1993), "National effects of learning, international specialization and growth paths", en Ch. Freeman, y D. Foray (comps.), *Technology and the Wealth of Nations: The Dynamics of Constructed Advantage*, Nueva York, St. Martin's Press.
- Archibugi, Damele y Jonathan Michie (1994), "The globalisation of technology. Myths and realities", *Información Comercial Española*, vol.19, núm. 1, febrero.
- Arjona, Luis (1995), "La tecnología en la teoría del comercio: la perspectiva evolutiva", *El Trimestre Económico*, vol. LXII (4), núm. 248, octubre-diciembre.
- Arjona, Luis y Kurt Unger (1996), *Competitividad internacional y desarrollo tecnológico: la industria manufacturera mexicana frente a la apertura comercial*, Documento de Trabajo, E- 57, Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.
- Arrow, Kenneth (1962), "The economic implication of learning by doing", *Review of Economic Studies*, vol. 9.
- Bell, Martin y Keith Pavitt (1993), "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, núm. 2, Oxford, Reino Unido.
- Branscomb, Lewis (1994), "Comparative advantage of TIs according to the sector type of firms", *mimeo*, Discussion Group Report, núm. 2, Ottawa, mayo.
- Bower, James (1985), "Reestructuring Petrochemicals: A Comparative Study of Business and Government Strategy to Deal with a Declining Sector of the Economy", en Scott Bruce y George Lodge, (eds.), *U.S. Competitiveness in the World Economy*, Harvard Business School Press, Boston.
- Capdeville, Mario, Mario Cimoli y Gabriela Dutrénit (1994), *Specialisation and technology in Mexico: A virtual pattern of development and competitiveness?*, Nota di Lavoro, Num. 96.09, Università Ca'Foscari di Venezia, Dipartimento Di Scienze Economiche.
- Chapman, Keith (1991), *The International Petrochemical Industry: Evolution and Location*, Basil Blackwell, Londres.
- Chudnovsky, Daniel y Fernando Porta (1990), *La competitividad internacional. Principales cuestiones conceptuales y metodológicas*, Documento de Trabajo núm. 3, Cenit, Buenos Aires.

- Cimoli, Mario y Giovanni Dosi, (1994), *Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development an Introductory Roadmap*, en Working Papers, IIASA, Austria.
- Cimoli, Mario (1992), *Technology, International Trade and Development: a North-South Perspective*, DPhil. Thesis, SPRU, Universidad de Sussex, Brighton.
- Comisión Económica para América Latina (1995), *Indicadores de competitividad y productividad. Revisión analítica y propuesta sobre su utilización*, Desarrollo Productivo, núm. 27, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia, Santiago de Chile.
- Comisión Económica para América Latina (1994), *Competitive Advantage of Nations*, ONU, Santiago de Chile.
- Comisión Económica para América Latina, (1993), *Progreso técnico y competitividad internacional*, LC/R.1104, División Conjunta CEPAL-ONUDI, Santiago de Chile.
- Comisión Económica para América Latina (1992), *El comercio de manufacturas de América Latina. Evolución y estructura 1962-1989*, LC/G.1731-P, División de Desarrollo Económico, Santiago de Chile.
- Dodgson, Mark (1991), *Technological Colaboration and Organisational Learning*, DRC Discussion Paper, SPRU, Universidad de Sussex.
- Dosi, Giovanni, Keith Pavitt y Luc Soete (1990), *The Economics of Technical Change and International Trade*, Harvester Wheatsheaf, Londres.
- Dosi, Giovanni, Christopher Freeman, Richard Nelson, Silverberg y Luc Soete (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publisher, Londres.
- Dosi, Giovanni (1982), "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of determinants and directions of technical change", *Research Policy*, vol.11.
- Dunning, John (1994), "Multinational enterprises and the globalization of innovatory capacity", *Research Policy*, vol. 23.
- Dutrénit, Gabriela y Mario Capdeville (1993), "Perfiles tecnológicos en la industria manufacturera mexicana", *El Trimestre Económico*, FCE, México.
- Fanjzylber, Fernando (1991), "Inserción internacional e innovación institucional", *Revista de la CEPAL*, núm. 44, Santiago de Chile.
- Ford, D. y C. Ryan (1988), "Taking technology to market", Robert Burgelman, y Modesto Maidique, *Strategic Management of Technology*, Homewood, Richard D. Irwin.
- Freeman, Christopher (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra.
- Griliches, Z. (1990), "Patent statistics as economics indicators: A survey", *Journal of Economic Literature*, vol.28, núm.4.
- Hochgraf (1983), "The Future Technological Environment", mimeo, 11° Congreso Mundial del Petróleo, Londres.
- Jasso, Javier (1996), *Dinamismo de mercado y cambio tecnológico en la industria petroquímica mexicana: 1980-1995*, Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Krugman, Paul (1979), "A model of innovation, technology transfer and world distribution of income", *Journal of Political Economy*, vol. 87, núm. 2.
- Landau, Ralph (1994), "Economic growth and the chemical industry", *Research Policy*, vol. 23, núm. 5, North Holland, septiembre.

- Malerba, F. (1992), "Learning by firms and incremental technological change", *Economic Journal*, 102.
- Maxwell, P. (1981), *Technology Policy and Firms Learning Efforts in Less-Developed countries: A Case Study of the Experience of the Argentine Steel Firm Acindar*, DPhil Thesis, SPRU, Universidad de Sussex.
- Nelson, Richard y Sidney Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Cambridge University Press.
- Nelson, Richard y Sidney Winter (1974), "Neoclassical vs evolutionary theories of economic growth: critique and prospectus", *Economic Journal*, diciembre.
- OCDE, (1987), "R&D invention et compétitivité", *Indicateurs de Science et la Technologie*, núm.2, OCDE, París.
- Oman, Charles (1994), *Globalization and Regionalisation: the Challenge for Developing Countries*, OCDE, París.
- ONUDI (1983), *La industria mundial en 1980*, Naciones Unidas, Viena.
- Pavitt, Keith, (1984), "Sectoral patterns of technological change", *Research Policy*, núm. 13, North Holland.
- Pérez, Carlota (1985), "Microelectronics, long waves and the world structural change: new perspectives for developing", *World Development*, vol. 13, núm. 2.
- Rothwell, Roy (1994), "Industrial innovation: success, strategy, trends", Mark Dodgson y Roy Rothwell (eds.), *Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, Reino Unido.
- Sancho, Rosa (1990), "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica", *Revista Especializada de Documentación Científica*, vol. 13, núms. 3-4.
- Unger, Kurt (1995), "El desarrollo industrial y tecnológico mexicano: Estado actual de la integración industrial y tecnológica", Pablo Mulás (coord.), *Aspectos tecnológicos de la modernización tecnológica en México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Unger, Kurt, Luz Saldaña, Javier Jasso, y Gerardo Durand (1994), *Ajuste estructural y estrategias empresariales en México. Las industrias petroquímica y de máquinas-herramientas*, Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.
- United Nations (1994), *Industrial Commodity Statistics Yearbook 1992*, UNCTC, Nueva York.
- United Nations (1993), *Industrial Statistics Yearbook 1991*, UNCTC, Nueva York.
- Walsh, Viviane (1984), "Invention and innovation in the chemical industry: demand-pull or discovery-push?", *Research Policy*, vol. 3, núm.4.

ANEXO

Gráfica 5. Intensidad patentadora en la industria petroquímica mundial, 1969-1996



NOTA: Los números de las series corresponden al de las siguientes ramas. Serie 1 = rama 591; serie 2 = rama 582; serie 3 = rama 551; serie 4 = 584; serie 5 = rama 583; serie 6 = rama 514; serie 7 = rama 512; serie 8 = rama 598; serie 9 = rama 562; serie 10 = rama 513; serie 11 = rama 522; serie 12 = rama 266; serie 13 = rama 572; serie 14 = rama 334; serie 15 = rama 511; serie 16 = rama 233; serie 17 = rama 533 y serie 18 = rama 516.

FUENTE: Elaboración propia con base en U.S. Patent Office and Trade Mark.