

Capacidades tecnológicas y el impacto del sector externo en la industria manufacturera mexicana*

*Dmitri Fujii, ** Luis D. Torres *** y Ángel Salinas *****

RESUMEN

Después de la apertura de la economía mexicana, la industria manufacturera se ha caracterizado por su elevada heterogeneidad, con sectores que son competitivos a nivel nacional e internacional y sectores que han quedado rezagados. En este artículo, argumentamos que la diferencia entre ambos puede explicarse por dos factores inherentes a la industria en México: las capacidades tecnológicas y la participación del sector externo (en cuanto a inversión extranjera y exportaciones). Se presenta una clasificación en sectores de alto nivel tecnológico y de bajo nivel tecnológico,***** en función de las variables mencionadas, teniendo como resultado entre 20% y 24% de sectores del primer tipo. La solidez de dicha clasificación es probada mediante el análisis discriminante, el que muestra que las cinco variables utilizadas son significativas para la división propuesta y que se tiene más de 85% de acierto. Se concluye, por tanto, que los sectores manufactureros que han sido exitosos en años recientes, también han invertido en la formación de capacidades tecnológicas y miran hacia el exterior, para atraer inversión extranjera directa o para exportar.

Palabras clave: capacidades tecnológicas, industria mexicana, análisis discriminante.

Clasificación JEL: L6, L25, O32, O33, O38.

ABSTRACT

Following the opening of the Mexican economy in the 90s, the domestic industry has been characterized by a high level of heterogeneity among competitive and non-competitive sectors. The present work argues that the main difference between these sectors can be explained by two specific characteristics of the Mexican industry: technological capabilities and the participation of the foreign sector (in terms of FDI and exports). Therefore, our analysis presents a novel division for the Mexican industry, in high-tech and low-tech types of sectors. Our results show that between 20% and 24% of the Mexican industry can be considered high-tech. The robustness of such division is then tested by the discriminant analysis technique, which shows more than 85% precision, and the significance of all independent variables. We conclude arguing that successful sectors in Mexico in recent years have invested in technological capabilities and are focused on foreign sector.

Keywords: technological capabilities, Mexican industry, discriminant analysis.

JEL classification: L6, L25, O32, O33, O38.

* Fecha de recepción: 07/11/2011. Fecha de aprobación final: 25/09/2012.

** Profesor-investigador de la Universidad Panamericana, campus México. Correo electrónico: dmitri.fujii@gmail.com.

*** Profesor del Departamento de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**** Profesor-investigador de la Universidad Panamericana, campus México.

***** Nota del editor: Los términos *high-tech* y *low-tech* del original fueron traducidos por “alto nivel tecnológico” y “bajo nivel tecnológico”, respectivamente. Asimismo, *spillovers* se virtió como “derramas de conocimiento tecnológico” o simplemente “derramas”.

INTRODUCCIÓN¹

La industria manufacturera mexicana se ha mantenido en constante evolución, sobre todo en los últimos años. En la literatura reciente es claro que a partir de la apertura de la economía mexicana, a mediados de los años ochenta, se ha observado una elevada heterogeneidad en los sectores industriales, con algunos que se mantienen competitivos a nivel nacional e internacional, y otros (una mayoría) que han quedado significativamente rezagados del resto (Brown y Domínguez, 1999; Cimoli, 2000; Fujii, 2010).

En los trabajos actuales es cada vez más común la idea de que dicha heterogeneidad tiene, al menos, dos causas inherentes a la forma de trabajo de las empresas establecidas en México: 1) el desarrollo de capacidades tecnológicas y 2) su pertenencia a sectores enfocados en el exterior, en lo que corresponde a la atracción de inversión extranjera directa (IED) y a las exportaciones.

En este trabajo argumentamos que ambas causas son complementarias: los sectores que reciben capital extranjero tienden a tener un mayor desarrollo de capacidades tecnológicas y, con ello, mayor participación en el mercado extranjero, y viceversa, los sectores más adecuados para recibir la IED (y tener un mejor aprovechamiento de ésta) son aquellos que en años recientes han invertido en la generación de capacidades tecnológicas.

Por ello, proponemos una nueva clasificación para la industria mexicana (que complementa la clasificación original de Fujii (2004a) y (2010), y Fujii y Huffman (2008)), en sectores de alto nivel tecnológico y de bajo nivel tecnológico. Denominamos sectores de alto nivel tecnológico a los que en años recientes han invertido en la generación de capacidades tecnológicas y se han enfocado más hacia el sector externo, en cuanto a mayor atracción de IED y aumento de exportaciones. Por el contrario, los sectores que llamamos de bajo nivel tecnológico son aquellos que están por debajo del promedio de la industria en generación de capacidades tecnológicas, atracción de IED y exportaciones.

La investigación utilizó una serie de variables asociadas a las capacidades tecnológicas y al sector externo para definir la clasificación descrita anteriormente, con dos alternativas: división a partir de tres y a partir de cinco variables. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis discriminante de la clasificación propuesta, con tres objetivos primordiales: verificar la validez y exactitud de la divi-

¹ Los autores agradecen el apoyo de Katiana Malagón en la elaboración de la base de datos, así como los comentarios de tres dictaminadores anónimos al trabajo.

sión alto nivel tecnológico/bajo nivel tecnológico, comprobar la significación de las variables utilizadas para esta división, e identificar la proporción de sectores correctamente asignados a cada grupo.

El artículo se divide en cuatro secciones. La primera despliega una revisión de la literatura reciente sobre la generación de capacidades tecnológicas, la IED y las exportaciones, y la relación entre estas variables, así como su impacto sobre la economía mexicana en los últimos años. La segunda sección detalla la metodología utilizada en el trabajo, en lo referente a las variables utilizadas para la clasificación propuesta, así como los resultados de dicha clasificación.

La sección tres describe la técnica estadística del análisis discriminante: primero, se explica a detalle la utilidad de dicha técnica para determinar la precisión de la clasificación propuesta y la significación de cada una de las variables utilizadas para, posteriormente, presentar un resumen de la aplicación del análisis discriminante a tal clasificación. La última sección plantea las conclusiones del estudio y las principales recomendaciones de política que se extraen del trabajo.

I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Existe una gran cantidad de estudios recientes sobre los temas más importantes para este trabajo: capacidades tecnológicas, IED y exportaciones. Por ello, la revisión que aquí se realiza no pretende ser exhaustiva, sino que busca resaltar los trabajos pertinentes en dos planteamientos claves: el impacto de estas variables sobre la economía (en este caso, sobre la industria manufacturera mexicana) y la relación entre los tres aspectos señalados.

La literatura sobre capacidades tecnológicas se inicia con los trabajos sobre cambio tecnológico en los países en vías de desarrollo durante finales de los ochenta y mediados de los noventa (Fransman, 1985; Cohen y Levinthal, 1990; Lall, 1992). Estas investigaciones señalan que la heterogeneidad existente en la industria manufacturera de los países en vías de desarrollo es un elemento natural que se debe, en gran medida, al desarrollo desigual de las capacidades tecnológicas de sus empresas y sectores.

Para el caso mexicano, ha habido algunas contribuciones importantes sobre este tema en años recientes (Arias, 2003; Brown y Domínguez, 2004; Durenit y Capdeville, 1993; Fujii, 2004a y 2010; Hernández y Sánchez, 2003). Estos trabajos plantean que sólo una parte de la industria mexicana ha podido generar capacidades tecnológicas a partir de la apertura de la economía mexicana en los ochenta y noventa.

Una de las razones para ello, y que es uno de los argumentos centrales del presente texto, es que las empresas y/o sectores en México que concentran la mayor parte de la IED y/o están más enfocados en el sector externo han podido desarrollar y aplicar nuevos procesos tecnológicos. Con esto, han generado ventajas sobre sus competidores al invertir en la generación de capacidades tecnológicas, es decir, en el estudio y desarrollo de la aplicación de nuevas tecnologías al proceso productivo.

De los trabajos sobre México señalados anteriormente, algunos han planteado una posible clasificación de la industria mexicana en sectores “ganadores” y “perdedores” de la apertura económica del país.² Para efectos del presente estudio, en particular, valdría la pena destacar las divisiones propuestas en los trabajos de Fujii (2004a y 2010) y de Brown y Domínguez (2004). La razón de ello es que, hasta donde sabemos, son los únicos que plantean una división específica para la industria mexicana basada en la generación de capacidades tecnológicas. Como este artículo corresponde a una extensión de la propuesta de división planteada inicialmente por Fujii (que será definida en la tercera sección), explicaremos únicamente la división propuesta por Brown y Domínguez.

Brown y Domínguez (2004) proponen un análisis factorial de la industria mexicana a partir de cuatro fuentes de aprendizaje (de capacidades tecnológicas): 1) política de formación de personal, 2) innovación de mejora continua, 3) sistemas de información y documentación y 4) inversión en nuevas tecnologías. Estas fuentes de aprendizaje siguen de cerca la clasificación propuesta por Lall (1992).

Los resultados que arroja su trabajo identifican cuatro grupos de empresas en función de sus índices factoriales de capacidades: grupo I: tres factores positivos; grupo II: intenso en factores (2) y (3); grupo III: sólo cuenta con el factor (3); y grupo IV: niveles negativos en todos los factores. Las autoras encuentran también una relación positiva entre tamaño y nivel de capacidades tecnológicas, así como un número importante de empresas con capital extranjero en sectores de mayores capacidades tecnológicas.

Brown y Domínguez concluyen que en México existe una asociación positiva entre la generación de capacidades tecnológicas por las empresas manufactureras y su desempeño (en términos de productividad, margen de ganancia y cambio técnico, entre otros). Por lo tanto, la generación de capacidades tecno-

²Véase una explicación a detalle de los trabajos que proponen divisiones de la industria mexicana en Fujii (2010).

lógicas tiende a incrementar el buen desempeño de las empresas mexicanas, a través de su efecto en el comportamiento innovador de éstas.

Una vez establecido el impacto de la generación de capacidades tecnológicas en el “éxito” de una empresa manufacturera mexicana, es importante para efectos de esta investigación identificar el papel que han tenido en este desarrollo dos variables que consideramos en el análisis posterior: la IED y el fortalecimiento del sector externo.

El impacto de la IED sobre la economía receptora ha sido estudiado en la literatura económica desde hace tiempo y desde diversas perspectivas.³ En el caso mexicano, esta situación no es diferente: recientemente ha habido un número importante de trabajos sobre el efecto de la IED en el país.

Por señalar algunos de los aspectos de esto, se pueden enumerar: las reformas legales (la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TCLAN), por ejemplo), las mejoras salariales y el empleo; la competencia de distintos países para invertir en el mercado de los Estados Unidos, la desigualdad en el ingreso y el crecimiento de los países receptores de IED; además, el desarrollo regional de las economías que reciben IED, entre otros.

Para efectos del presente análisis se consideran únicamente dos efectos de la IED sobre la industria mexicana: a) las llamadas derramas de conocimiento tecnológico (por ejemplo, el aumento en la productividad de empresas domésticas por el incremento de capital extranjero en el sector), en específico las derramas asociadas a la generación de capacidades tecnológicas, y b) la relación entre la IED y el fortalecimiento del sector externo (en particular, las exportaciones).

La literatura sobre las derramas de la IED en la economía mexicana se inicia a mediados de la década de los ochenta. No es la intención en este texto revisar a detalle todos los trabajos⁴ (salvo algunos muy recientes), pero es importante enumerar los más influyentes entre los pioneros: Blomström y Persson (1983), Blomström (1986) y Blomström, Kokko y Zejan (1993) encuentran derramas positivas; Kokko (1994) encuentra derramas positivas, pero únicamente en sectores de baja tecnología; Aitken, Hanson y Harrison (1997) encuentran derramas positivas, pero no significativas para impulsar las exportaciones; Grether (1999) encuentra derramas, pero negativas para las empresas domésticas.

³ Para entender el debate actual sobre el impacto de la IED en la economía receptora, véase, entre otros, a Moran (1998).

⁴ Una revisión de los primeros trabajos sobre las derramas de la IED en México puede verse en Fujii (2004a).

La tendencia a no tener resultados contundentes acerca de las derramas de la IED sobre la industria mexicana (por metodología, datos o enfoque) se mantiene en los estudios más recientes (algunos de los cuales se revisarán a detalle por la importancia para el principal argumento de este trabajo): Romo (2003) encuentra que las derramas dependen del mecanismo de transmisión (a detalle más adelante); Fujii (2004b) nota más productividad en sectores con mayor capital extranjero, pero no reporta derramas positivas sobre las empresas domésticas; Brown y Domínguez (2004) observan derramas positivas, pero únicamente en sectores de alta tecnología; Rangel (2005) y Pérez-Escatel y Pérez Veyna (2009) hallan derramas positivas, pero sólo en sectores tecnológicamente dinámicos (a detalle más adelante).

Como puede observarse, la literatura acerca del impacto de la IED sobre la productividad (entre otras variables de desempeño) de las empresas en la economía receptora arroja resultados poco contundentes y, algunas veces, incluso contradictorios. Sin embargo, en algo sí coinciden los trabajos enumerados anteriormente: la capacidad de la IED para repercutir en la economía receptora depende, en gran medida, de lo preparadas que estén las empresas para recibir nueva tecnología.

En otras palabras, el impacto de la IED en la industria mexicana ha sido más marcado en sectores que han generado capacidades tecnológicas en años recientes. Éste es uno de los principales argumentos de este artículo y una motivación importante para el análisis empírico que se presenta en la siguiente sección.

En la literatura más reciente, pueden destacarse algunas investigaciones que enfatizan la importancia de las características de las empresas receptoras. El impacto de la IED sobre una empresa depende mucho del tipo de sector que recibe tal inversión, en el sentido de que haya desarrollado capacidades tecnológicas.

Si no las ha desarrollado, la IED llegará en forma de productos (*embodied technology*) y la empresa no podrá aprender mucho. Sin embargo, si el sector receptor ha generado dichas capacidades, puede ser que la matriz o la empresa en *joint venture* decida que una parte de la innovación se lleve a cabo en la empresa doméstica.

Como comentamos antes, varios estudios recientes muestran la importancia del desarrollo de capacidades tecnológicas en los sectores receptores de IED. Romo (2005) encuentra que no sólo es importante conocer el nivel de capacidades tecnológicas de los sectores que reciben esta inversión, sino que también son importantes los canales de derrama tecnológica y de comunicación que hay entre empresas nacionales y extranjeras. Este efecto lo señala el autor:

Los beneficios (en forma de conocimiento tecnológico) de la presencia extranjera en la industria no fluirán de manera automática. Los resultados del análisis estadístico revelaron la falta de efectos de eslabonamiento y colaboración, de tal forma que la formulación de políticas debe concentrarse en el apoyo de empresas nacionales en sus intentos por aprender e interactuar con empresas extranjeras (Romo, 2005, p. 104).

Romo y Hill (2010) utilizan la Encuesta Nacional de Innovación (CONACYT) de 2001 para estimar la relación entre la IED y el tipo de innovación que hacen las empresas manufactureras mexicanas, y encuentran una relación negativa y significativa entre esta inversión y la elección monto/tipo de innovación en las manufacturas mexicanas. Es decir, no hay presencia de derramas positivas de la IED en la innovación.

Asimismo, estos autores analizan la toma de decisiones de inversión en innovación de las empresas mexicanas (en términos de monto y tipo). Los resultados del análisis arrojan que el tamaño de la empresa o el empleo en el departamento de la compañía dedicado a la investigación y desarrollo (ID) influyen positiva y significativamente sobre una mayor inversión en innovación, mientras que otras variables, como la ya mencionada IED o el enfoque hacia el sector externo, tienen un impacto negativo sobre la decisión de las empresas de invertir mayores recursos en innovación.

Dos estudios recientes sobre la IED en México (Dussel, Galindo y Loría, 2003; Dussel, 2007) muestran que ésta ha tenido un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento por clase económica, generando un mayor dinamismo. Por lo tanto, tal inversión es una variable que debe ser considerada como un motor de desarrollo de las manufacturas mexicanas.

Dussel, Galindo y Loría (2003) destacan a la IED como una variable a tomar en cuenta cuando son analizadas las actividades de ciencia, tecnología e innovación, dado que el éxito en la transferencia de tecnología depende en buena medida del diferencial tecnológico de las empresas domésticas frente a las externas.

En un trabajo posterior, Dussel (2007) señala que ha habido escaso análisis sobre las características de los sectores receptores de IED en México, ya que se ha hablado mucho de las derramas, pero no se ha hecho énfasis en la necesidad de condiciones mínimas de preparación por parte de las empresas domésticas receptoras del capital externo para aprovechar el conocimiento que conlleva este último. En este sentido, este autor concluye que el capital extranjero será

mejor aprovechado por sectores más avanzados en el desarrollo de capacidades tecnológicas.

Otro aspecto que encuentra Dussel, y que fortalece este argumento, es el de una relación positiva entre gasto en investigación y desarrollo y la IED, lo que implica que las empresas transnacionales tienden a establecerse en ramas que tienen una mayor inversión y desarrollo tecnológico. Por ello, una de las principales recomendaciones del autor es el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación para atraer más IED al país.

Dos trabajos recientes destacan la importancia del desarrollo de capacidades tecnológicas en los sectores receptores de IED como catalizador de una transferencia tecnológica exitosa. En el primero de ellos, Pérez-Escatel y Pérez Veyna (2009) realizan un análisis de las manufacturas mexicanas partiendo de la clasificación de Pavitt (1984). Dichos autores encuentran que la presencia de IED sí ha tenido un impacto positivo sobre las empresas domésticas en lo que se refiere a la transferencia de tecnología, pero únicamente en los sectores basados en la ciencia (B) y de oferentes especializados (O), ambos de altas capacidades tecnológicas.

En el segundo de estos trabajos, Rangel (2005) desarrolla un modelo para determinar si el nivel de productividad de los sectores con mayor participación extranjera es más alto. Los resultados muestran una relación positiva y significativa entre productividad e inversión extranjera, pero la relación entre estas dos variables no es robusta, pues depende de la inclusión en el modelo de otras variables, como *dummies* de tiempo o sector. Esto se debe a que en México la llegada de IED no ha sido un proceso continuo y dinámico, y a que la brecha tecnológica es tan grande que no siempre hay transferencia.

Al respecto, esta autora concluye que el proceso de transferencia de tecnología en México no es automático, sino que requiere de catalizadores y esfuerzos coordinados. Se plantea que tanto el gobierno como las empresas domésticas deben incrementar sus esfuerzos de inversión en investigación y desarrollo para aprovechar el conocimiento de las empresas multinacionales en el país. Por otro lado, es conveniente revisar la literatura reciente sobre la relación entre la IED y el perfil de los sectores industriales hacia el sector externo, en particular en términos de mayores exportaciones. Como ya se ha mencionado, la literatura sobre el tema, incluso sólo para el caso mexicano, es extensa, por lo que para efectos del presente análisis se revisarán a detalle únicamente algunos estudios recientes sobre México, cuya característica común es la relación que plantean entre IED, sector externo y capacidades tecnológicas.

En este sentido, de acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2002), el papel de las multinacionales para expandir las exportaciones de los países que reciben IED proviene de ventajas como capital adicional, nueva tecnología, mejor gerencia y estrategia de mercado que puedan llevar al país receptor. Asimismo, en un reporte reciente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2009) sobre política de innovación en México, se plantea que el país se ha integrado mejor a la economía global, sobre todo en términos de IED y comercio exterior (ha habido un crecimiento importante en el flujo de esta inversión y de las exportaciones en los años recientes). Esta situación ha presionado a las empresas mexicanas para innovar, sobre todo las más “expuestas internacionalmente”.

Con este esquema de razonamiento, y para efectos del estudio empírico de la siguiente sección, se analizan aquí a detalle los trabajos sobre la industria mexicana de Blanco y Sadni-Jallab (2002), Cuadros, Orts y Alguacil (2004), Pacheco-López (2005), Kosteas (2008) y Romo y Hilll (2010).

Pacheco-López (2005) analiza la relación entre IED y exportaciones en la industria manufacturera mexicana, con varios resultados novedosos e interesantes: a) la relación entre IED y exportaciones se modificó después de la firma del TLCAN, con la entrada de empresas multinacionales a México; b) la relación entre la IED y las exportaciones es bidireccional: ambas tienen un impacto positivo una sobre la otra, independientemente de cuál ocurra primero; c) la relación entre la IED y las exportaciones debe verse de manera integral considerando las importaciones de tecnología, y el *know-how*, por parte de las empresas domésticas que desarrollan capacidades tecnológicas.

Cuadros, Orts y Alguacil (2004) plantean que a partir de la apertura comercial de México y otros países de América Latina, tanto la entrada de capital extranjero como el comercio exterior del país han aumentado: la IED ha crecido de manera considerable en los años recientes y se han incrementado (en términos de cantidad y de valor) las exportaciones de las empresas mexicanas. En este sentido, los autores prueban la hipótesis ELG (“las exportaciones llevan al crecimiento”) con un modelo de vectores autorregresivos (VAR) para México, Brasil y Argentina entre 1970 y 2000.

Al plantear el modelo, se explica que no existe en la literatura una definición empírica consistente sobre la hipótesis ELG, sino que su resultado depende de las condiciones domésticas iniciales (en términos de instituciones o desarrollo de capacidades tecnológicas). Los resultados del análisis para México muestran que se comprueba la hipótesis ELG, que existe una relación positiva y significativa

entre IED y exportaciones, que ambas deben considerarse de manera simultánea y que su impacto sobre el crecimiento del país depende en buena medida de las condiciones locales iniciales, entre las que se considera la generación de capacidades tecnológicas.

Blanco y Sadni-Jallab (2002) analizan principalmente las exportaciones de maquila (en las denominadas “zonas de procesamiento de exportaciones”, EPZ) y su importancia para una economía como la mexicana respecto a cuatro factores: entrada de divisas, incremento en el empleo, atracción de IED y transferencia tecnológica, y derramas de conocimiento tecnológico. Proponen que las exportaciones mexicanas que se han mantenido en crecimiento tienen un alto componente de insumos importados y que la IED en maquila se incrementó de 6% del total manufacturero en 1994 a 23% en 2000 (a diferencia de otros sectores, que tuvieron un decremento en la IED, provocado en buena medida por la crisis de 1995).

Uno de los planteamientos más relevantes de este estudio es que la IED en la industria maquiladora pudiera estrechar la brecha tecnológica entre México y Estados Unidos dependiendo de las condiciones iniciales de las maquiladoras receptoras (en términos de capacidades tecnológicas). En este sentido, uno de los principales resultados es que la composición de habilidades técnicas en la maquila mexicana se ha incrementado de 6.6% en 1988 a 7.2% en 1998, en gran medida por el aumento en las habilidades de manejo de maquinaria y equipo foráneas. El reto es que se traslade el impacto de la IED en la generación de capacidades tecnológicas de maquiladoras al resto de la industria mexicana.

Kosteas (2008) revisa el efecto a nivel de planta de la IED y sus derramas sobre la productividad de las manufacturas en México, a través de un análisis por quintiles, para comprobar si las derramas tienen la misma dimensión para cada nivel de productividad de las empresas. El autor plantea regresiones tipo panel para 3 218 plantas mexicanas entre 1984 y 1990, con la productividad de la empresa (calculada como la inversión que se hace) como variable dependiente, y algunas variables independientes que incorporan el efecto de la IED: empleo, capital y producción.

Los resultados de Kosteas revelan que las empresas con capital extranjero son más productivas (en 7.8%) que las empresas que cuentan con puro capital doméstico. Las derramas de la IED resultan positivos y estadísticamente significativos: un incremento de 10% en la atracción de IED se traduce en un aumento de 1.1% de la productividad de la empresa. Pero, sin duda, lo más novedoso de este trabajo es que se detecta que las empresas mexicanas que exportan tienden a ser más productivas (en 7.4%) que las empresas que se dedican al mercado inter-

no. Es decir, se encuentra una relación positiva entre IED, productividad y exportaciones en las manufacturas mexicanas.

Acerca del estudio de Romo y Hill (2010) ya se comentó que los autores no hallaron derramas positivas (al contrario, negativas) de la IED en la industria manufacturera mexicana. Dentro de su análisis, encuentran asimismo que sí existe una relación afirmativa y significativa entre la IED y los resultados positivos (en cuanto a proceso y producto) de la innovación, así como entre la implicación de la empresa en actividades de exportación y el emprendimiento de proyectos innovadores. Sin embargo, existe una relación negativa entre las exportaciones y la mejora de proceso y/o producto en la innovación de la empresa.

Los autores sostienen que el impacto negativo de la IED sobre la innovación en las empresas mexicanas detectada en el estudio puede deberse a que la transferencia tecnológica se está haciendo por medio de la importación de maquinaria y equipo que llevan los cambios tecnológicos ya incorporados (situación que discutimos antes). En cualquier caso, ese trabajo, al igual que los anteriores, plantea una hipótesis clave, que nosotros sostenemos en el presente estudio y que sirve de base para el análisis empírico que se lleva a cabo en la siguiente sección: existe una relación comprobada en la industria mexicana entre las capacidades tecnológicas de los sectores receptores de IED y tecnología extranjera y su capacidad de mejora de procesos o productos con una visión de venta de sus productos en el extranjero.

Dicho de otra manera, planteamos que es posible hacer una clasificación de la industria manufacturera mexicana en los años recientes con base en los sectores que han generado capacidades tecnológicas y participado intensivamente en la recepción de IED y en las exportaciones (alto nivel tecnológico) y los sectores que no han invertido en aspectos clave para las capacidades tecnológicas (como la ID o la capacitación laboral) y que no han sido punteros en la recepción de IED, ni tienen una visión de exportación (bajo nivel tecnológico). En la siguiente sección, se aborda esta división en el caso de México.

II. DEFINICIÓN DEL MODELO ALTO NIVEL TECNOLÓGICO/BAJO NIVEL TECNOLÓGICO

A partir de la relación (planteada en el apartado anterior) entre capacidades tecnológicas, IED y exportaciones en la industria manufacturera mexicana en los años recientes, este estudio propone una clasificación de dicha industria en dos tipos de sectores: de alto nivel tecnológico (AT), sectores que han desarrollado

capacidades tecnológicas (vía innovación o capacitación del personal) y se han enfocado en el sector externo (en cuanto a recepción de IED y exportaciones) y de bajo nivel tecnológico (BT), sectores que se han atrasado en la generación de capacidades tecnológicas y que no reciben capital extranjero considerable ni ponen énfasis en el mercado externo.

Tal clasificación puede considerarse, con algunas reservas metodológicas que veremos a detalle más adelante, como una extensión de la división AT/BT de algunos trabajos anteriores (Fujii, 2004 a y 2010; Fujii y Huffman, 2008), para la que únicamente se había considerado la generación de capacidades tecnológicas (en cuanto a inversión en ID, inversión en nueva tecnología y productividad laboral). Este ejercicio resulta por demás relevante para el análisis de la industria mexicana, pues aparte de incluir la generación de capacidades tecnológicas, asocia éstas con el sector externo (que ha mostrado un dinamismo importante en años recientes). La división de la industria mexicana, propuesta por este estudio, se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Para cada variable x_j , donde $j = 1, \dots, K$ y K es el número de variables, se define un valor crítico x_j^* que permite dividir a los i sectores industriales en dos grupos, donde $j = 1, \dots, K$ y K es el número de sectores industriales, los cuales guardan una relación con un alto o bajo nivel tecnológico.
2. Al tener las variables mencionadas una relación directa con las capacidades tecnológicas, la inversión extranjera directa y las exportaciones, el i -ésimo sector industrial con un valor en su j -ésima variable igual o mayor que el valor crítico correspondiente, $x_{i,j} \geq x_j^*$, será considerado AT; si $x_{i,j} < x_j^*$, será considerado BT.
3. Dado que para cada sector industrial se tendrán $j > 1$ variables con una clasificación de AT y de BT, el sector en cuestión será, a nivel global, AT si la mitad o mayoría de los valores de sus variables son iguales o mayores que el valor crítico, es decir, si las variables en su mayoría son AT. En caso contrario, será un sector BT.

Las características de un ejercicio empírico de clasificación industrial dependen considerablemente de las fuentes de información disponibles. Por tal motivo, se llevó a cabo una búsqueda amplia y un análisis profundo de las fuentes de información que puedan representar las variables consideradas en el análisis.

Existen cuatro grupos de fuentes de información: 1) la Encuesta Industrial Anual (EIA) y la Encuesta Industrial Mensual (EIM), 2) los Censos Económicos,

3) la Encuesta a la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) y 4) la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET). Los primeros dos grupos son parte del trabajo regular de encuestas que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mientras que la IMMEX la realiza en colaboración con la Secretaría de Economía y la ESIDET junto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

En cuanto al lapso de disponibilidad de información, aunque se encuentra en el rango de 1994 a 2010, existen múltiples discontinuidades que acotarán la temporalidad del estudio empírico. Los Censos Económicos contienen información para un solo año y se realizan cada cinco. Para el período post-2000 contamos con los censos de 2004 y 2009, con información de 2003 y 2008, respectivamente.

Las encuestas industriales son las que abarcan una mayor periodicidad.⁵ La EIM que usaba la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) abarca de manera ininterrumpida de 1994 a 2008. Sin embargo, la CMAP se ha descontinuado para dar paso a la utilización en la EIM del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). En el resto de las encuestas industriales existe una discontinuidad entre 2003 y 2007, por lo que la elaboración de una base de datos con consistencia temporal se puede ver afectada ante la necesidad de tener un período anterior y posterior a los años 2003 y 2007. La información de la IMMEX y de la ESIDET se encuentra disponible para lapsos cortos (2007-2011 y 2004-2007, respectivamente), por lo que la decisión de usarla se ve complicada si se desea una periodicidad mayor.

El nivel máximo de desagregación, tanto de la CMAP como del SCIAN, es a seis dígitos. Para la industria manufacturera, el número de clases económicas en las encuestas bajo la CMAP es de 205, mientras que bajo el SCIAN son 235. El catálogo completo de clases económicas de la CMAP y del SCIAN es mayor a 205 y 235, respectivamente. Esto es porque, a diferencia de los censos económicos, cuyo objetivo es tratar de incluir todas las actividades económicas, las encuestas pretenden recoger sólo una muestra representativa de la industria manufacturera.⁶

Con la evaluación de las características generales de las fuentes del INEGI tendríamos la primera parte de la construcción de la base de datos: la fuente de información de origen. La otra parte depende de las variables específicas que

⁵ La EIA y la EIM, bajo el Sistema de Clasificación de América del Norte, se seguirá actualizando en el futuro. Para noviembre de 2011, la información de la EIA tiene como año más reciente 2008.

⁶ El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2005a y 2005b) especifica las características de las clases para ser incluidas.

queremos incluir en la base y su disponibilidad en las fuentes de información. Dado que ya realizamos este ejercicio para los montos de IED, podemos adelantar algunas conclusiones sobre las fuentes de información posibles: si el ejercicio empírico incluirá en todas sus variantes los montos de IED significa que 1) sólo podremos usar fuentes de información cuya clasificación industrial se base en la CMAP y 2) se podrá aprovechar la información de todos los años de las fuentes dado que se cuenta con datos para el rango temporal de 1994 a 2009. Sin embargo, si en lugar de montos de IED se toma otro indicador de esta variable, cambiarán las posibilidades de conformación de la base de datos y sus características.

Considerando las fuentes de información disponibles, sus rasgos y las variables candidatas, la base de datos que construimos para el ejercicio estadístico está compuesta por las siguientes variables y sus características:

- a) Valor en dólares corrientes de los flujos de IED a México.
- b) Valor en pesos corrientes del gasto en investigación y desarrollo tecnológico (*GIDT*) en el proceso productivo (*GIDTPP*), *GIDT* en prevención y control de la contaminación (*GIDTPCC*) y *GIDT* total ($GIDTT = GIDTPP + GIDTPCC$). Todas las variables están ponderadas por el valor de la producción bruta total (PBT).
- c) Productividad (*P*), definida como valor agregado bruto total (*VABT*) en pesos corrientes dividido entre el personal ocupado total (*POT*).
- d) Participación porcentual del valor en pesos corrientes de las ventas netas (*VN*) al mercado extranjero (*VNX*) respecto del valor en pesos corrientes de las ventas netas totales (*VNT*), compuestas por las ventas netas y las ventas netas al mercado nacional (*VNN*).

Fuentes de información: Secretaría de Economía y Banco de México para la IED, y la EIA del INEGI.

Periodo de estudio: 1994-2002. Dado que la información de *GIDT* llega hasta 2002, no se pudo aprovechar la disponibilidad a 2003 del resto de las variables.

Clasificación industrial y nivel de agregación: CMAP, clases económicas (seis dígitos).

Número de industrias: 204 (se agregaron las clases 313040 “Elaboración de malta” y 313041 “Fabricación de cerveza”, en particular por el caso de la IED).

Con las seis variables elegidas se realizarán dos ejercicios de clasificación industrial: uno utilizando tres variables y otro con cinco, de tal manera que

$K = 3$ y $K = 5$, respectivamente. Para $K = 3$ las variables serán $GIDTT/PBT$, P e IED , mientras que para $K = 5$ serán $GIDTPP/PBT$, $GIDTPCC/BPT$, P , IED y VNX/VNT .

En otras palabras, se hacen dos ejercicios de clasificación de sectores industriales en sectores de alto nivel tecnológico y de bajo nivel tecnológico: uno de tres variables, que incluye únicamente la IED junto a dos variables que miden indirectamente la generación de capacidades tecnológicas, y otro de cinco variables, que incluye IED , exportaciones y tres variables que influyen en la generación de capacidades tecnológicas.

La razón de que el número de variables sea impar es una cuestión de criterio: es más sencillo considerar AT a un sector que esté por encima del promedio de la industria en dos de tres variables (o tres de cinco variables), que enfrentar la disyuntiva de clasificarlo como AT o BT, si el número de variables es par (por ejemplo, cuatro) y el sector está por encima del promedio industrial en la mitad de ellas (por ejemplo, dos).

En este sentido, una crítica que podría surgir al ejercicio aquí planteado es que se ejerce un criterio arbitrario para decidir el uso de tres o cinco sectores y para definir cuántas variables determinan si un sector es AT o BT. Es cierto, pero hay que tomar en cuenta que todas las clasificaciones que se han hecho de la industria mexicana en la literatura reciente adoptan, de modo inevitable, un criterio subjetivo no sólo en la definición del número de grupos, sino en la determinación de variables o en la ponderación de las mismas.

Habiendo definido las variables para cada ejercicio, es necesario especificar el valor crítico x_j^* que separará a las industrias en AT y BT. Contamos con datos tipo panel, es decir, $i = 1, K, 204$ individuos para los cuales existen $t = 1, K, 9$ períodos de tiempo. Para el ejercicio, se elegirá $x_j^* = (1/N) \sum_{i=1}^N \bar{x}_{ij}$, donde $\bar{x}_{ij} = (1/T) \sum_{t=1}^T x_{itj}$; para cada variable elegimos el promedio industrial de los promedios temporales de cada industria.

El cuadro 1 muestra los resultados globales de clasificación AT/BT de los sectores industriales de acuerdo a si $x_j \geq x_j^*$ o $x_j < x_j^*$. Para el ejercicio con tres variables, 19.6% de las industrias resultaron AT, de acuerdo a los criterios establecidos. De éstas, 12 clases de actividad económica tuvieron en todas sus variables un valor por encima del promedio industrial (se denominaron AA). Estas clases industriales son: harina de maíz, cigarros, cartón, libros, resinas, farmacéuticos, pinturas, jabones, productos químicos secundarios, aceites lubricantes, aparatos de comunicación y automóviles y camiones. Adicionalmente, el número de clases industriales con dos variables por encima del promedio de la industria (denominadas 2A), es poco más del doble.

En cuanto a los sectores considerados BT con la metodología planteada, del total de 204, 80.4% resultó ser de este tipo. De tales sectores, 75 tienen dos variables por debajo del promedio de la industria (denominados 2B), mientras que 89 sectores tienen las tres variables por debajo del promedio industrial (por ello, denominados BB).

*Cuadro 1. Resultados del ejercicio de clasificación industrial AT/BT
(1994-2002)*

Ejercicio con tres variables			Ejercicio con cinco variables		
Tipo	Número de sectores	%	Tipo	Número de sectores	%
AA	12	5.9	AA	1	0.5
2A	28	13.7	4A	16	7.8
			3A	32	15.7
Alto nivel tecnológico	40	19.6	Alto nivel tecnológico	49	24.0
2B	75	36.8	3B	42	20.6
BB	89	43.6	4B	54	26.5
			BB	59	28.9
Bajo nivel tecnológico	164	80.4	Bajo nivel tecnológico	155	76.0
Total	204	100.0	Total	204	100.0

Nota: A = alto nivel tecnológico, B = bajo nivel tecnológico; AA = todas las variables fueron de alto nivel tecnológico, BB = todas las variables fueron de bajo nivel tecnológico. En el resto de los casos, el número especifica la cantidad de variables A o B.

En el ejercicio con cinco variables, el número de clases industriales clasificadas como AT aumentaron (respecto al ejercicio de tres) al pasar de 40 a 49, con lo que representan en este caso 24% del total. Este incremento de los sectores clasificados como AT se dio con la disminución de 12 sectores a uno solo con desempeños de todas sus variables por encima del promedio: el de productos químicos secundarios (que también se encuentra en las AA del ejercicio de tres variables). Esto arroja que las clases con tres o cuatro variables por encima del promedio de la industria (3A y 4A, respectivamente) constituyen 48 de 49 industrias AT.

Sin duda, es de esperar que el porcentaje de las industrias tipo AT sea menor. Es evidente que en la historia reciente de la economía mexicana, sólo algunos sectores han fortalecido sus capacidades tecnológicas y, al mismo tiempo, han tenido un estrecho contacto con el exterior (en cuanto a captación de IED

o ventas al extranjero). Por ello, sectores como las bebidas de agave, la cerveza o algunos accesorios para automóviles resultan del tipo AT en ambos ejercicios aquí descritos.

De las clases industriales tipo BT, que disminuyen de 164 en el ejercicio con tres variables a 155 en el de cinco, y que en éste representan 76% del total, poco más de un tercio fueron las que tuvieron desempeños por debajo del promedio de la industria en todas las variables (BB). Es de esperar, asimismo, que la mayoría de las clases industriales en México sean BT, es decir, que han invertido poco en capacidades tecnológicas y han tenido poco contacto con el exterior (en términos de atracción de inversión foránea o exportaciones).

Por último, es importante señalar que al transitar del ejercicio de tres variables al de cinco, 36 sectores industriales resultaron AT en ambos,⁷ 13 pasaron de BT en el primero a AT en el segundo⁸ y cuatro dejaron de ser AT para ser ahora considerados BT.⁹ O sea, que sólo 17 sectores (de un total de 204) cambiaron de grupo.

Este cambio de únicamente 17 sectores entre los dos ejercicios no es un resultado menor. Al utilizar las mismas variables que miden indirectamente el esfuerzo en capacidades tecnológicas, lo único que varía en términos prácticos es la inclusión de la IED en un ejercicio y de las exportaciones en el otro. Esto significa que los sectores AT no sólo tienen un vínculo con el exterior en términos de inversión extranjera, sino que han ido posicionando sus productos en otros mercados. La excepción relevante son los cuatro que al complementar la IED con las ventas en el extranjero pasaron a ser del tipo BT. Esto significa que sectores como los refrescos o cosméticos han recibido inversión foránea de manera importante, pero sus ventas están destinadas principalmente al mercado doméstico.

Este último resultado, al igual que el hecho de que los sectores AT estén entre el 20 y el 24% del total de la industria, significa que los resultados de ambas clasificaciones son consistentes. Al incluir la variable de exportaciones en el ejercicio con cinco variables se tienen prácticamente los mismos resultados en cuanto a la división AT/BT que al considerar sólo las capacidades tecnológicas y la IED como variables que delimitan los grupos.

La relevancia de estos resultados sería menor si no se revisara la robustez de la metodología aplicada, lo que se hace en la siguiente sección del estudio.

⁷ Como jarabes, bebidas de agave, cerveza, cartón o algunas partes automotrices.

⁸ Por ejemplo, envasado de frutas, azulejos, ladrillos, tubos de acero o válvulas metálicas.

⁹ Estos cuatro sectores son: refrescos, insecticidas, cosméticos y otros productos de plástico.

A diferencia de otras clasificaciones de la industria mexicana en la literatura reciente, el presente trabajo lleva a cabo una revisión de robustez estadística (aplicando la técnica de análisis discriminante) para determinar, entre otras cuestiones, si los grupos (AT/BT) están bien separados, si las variables utilizadas (tanto en el ejercicio de tres, como en el de cinco) son significativas para la división propuesta y qué porcentaje de precisión se tiene en cuanto a la asignación de cada sector industrial a su respectivo grupo.

III. ANÁLISIS DISCRIMINANTE: DEFINICIÓN Y RESULTADOS

El análisis discriminante es una de las diversas técnicas estadísticas de análisis multivariado. En términos generales, el análisis multivariado consiste en el análisis de la relación de un grupo de variables que son independientes entre sí y relevantes para el análisis simultáneamente.¹⁰ El análisis multivariado ha sido usado en la literatura de diversas disciplinas como la sociología, la biología o la antropología. En la literatura reciente sobre economía, existen diversas aplicaciones de estas técnicas estadísticas a las áreas financiera, bancaria o macroeconómica.¹¹ Una de las ventajas de utilizar las técnicas de análisis multivariado es su capacidad de discriminar entre las variables independientes para explicar la división entre dos o más sectores, grupos de individuos o eventos.

El análisis discriminante para dos grupos permite separar las observaciones en exactamente dos subconjuntos y evaluar la precisión de dicha división. Algunas de las ventajas de esta técnica consisten en evaluar la significación estadística de las variables discriminantes (o independientes) utilizadas y evaluar la precisión de la separación de los dos grupos. Para efectos del análisis empírico presentado en la anterior sección, esta técnica resulta útil a fin de determinar si la división de la industria mexicana en sectores AT y BT es estadísticamente robusta, tanto en su metodología, como en las variables utilizadas. En esta sección se incluyen los resultados más importantes de este análisis para el presente estudio, mientras que resultados adicionales se presentan en el anexo.

De la misma manera que la regresión lineal, el análisis discriminante predice un resultado de una variable dependiente con base en un conjunto de variables explicativas. En este estudio, la variable dependiente es de naturaleza categórica,

¹⁰ Para un análisis más completo de las diversas técnicas de análisis multivariado, véase Manly (1985) o Sharma (1996).

¹¹ Aplicaciones de análisis multivariado en la literatura de años recientes se presentan en Fujii (2010).

la cual puede tener dos o más niveles. Las i variables independientes pueden ser categóricas o de escala. Se establece una función como

$$D = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i \quad (1)$$

donde D es la función discriminante, α es una constante, β_i el coeficiente discriminante y x_i las variables independientes. En caso de existir n grupos, el número de funciones discriminantes será $n-1$. El objetivo de esta función es maximizar la distancia entre las medias de las categorías. Al hacer esto, se está minimizando la posibilidad de ubicar una observación en un grupo que no le corresponde. Si se puede realizar esto, se tiene un fuerte poder discriminatorio. Los coeficientes β_i con un valor mayor estarían teniendo un papel más importante en la separación de los grupos.

Con esta técnica podremos responder las siguientes preguntas sobre la clasificación industrial expuesta en la sección anterior:

- 1) ¿Existe evidencia estadística de una separación de la industria mexicana en dos grupos de acuerdo a sus capacidades tecnológicas, IED y exportaciones, conforme a la metodología y resultados planteados anteriormente?
- 2) ¿Cuáles de las variables utilizadas para la separación planteada son relevantes para la determinación de los grupos?

El primer paso a realizar será estandarizar las variables x_i con el fin de eliminar las diferencias en su escala. Con ello, se evitan *outliers* de algunas variables independientes y se pueden incorporar las tres, o cinco, variables utilizadas (de acuerdo a las separaciones planteadas) en la función discriminante de manera que ninguna de ellas pueda sesgar dicha función.

El siguiente análisis estadístico nos muestra los resultados del análisis discriminante para las cuatro variantes que produce la combinación de la clasificación industrial AT/BT con tres y cinco determinantes y el análisis discriminante con “todas las variables juntas” y el análisis *stepwise*. A la variante que representa la clasificación AT/BT que construimos con P , IED y $GIDTT$ la denominamos AB_3, mientras la que construimos con P , IED , $GIDTPP$, $GIDPCC$ y X la denominamos AB_5. Comenzamos con las dos variantes para el análisis con “todas las variables juntas” y después realizaremos el análisis *stepwise*.

Cuadro 2. Pruebas de igualdad de las medias de los grupos AB_3

	Λ de Wilks	F	gl1	gl2	Significación
S_IED	0.845	37.107	1	202	0.000
S_P	0.880	27.566	1	202	0.000
S_GIDTT	0.801	50.253	1	202	0.000

Cuadro 3. Pruebas de igualdad de las medias de los grupos AB_5

	Λ de Wilks	F	gl1	gl2	Significación
S_IED	0.918	18.134	1	202	0.000
S_GIDTPP	0.801	50.131	1	202	0.000
S_GIDTPCC	0.815	45.832	1	202	0.000
S_X	0.894	24.060	1	202	0.000
S_P	0.922	17.035	1	202	0.000

Primero, estudiaremos las medias de los grupos, *i.e.*, de las clases económicas AT y BT, dentro de cada una de las tres y cinco variables independientes utilizadas para crear la clasificación AB_3 y AB_5, respectivamente. El propósito de este análisis es estimar si existen diferencias significativas entre ambos grupos de sectores industriales. Una clasificación apropiada debe de arrojar diferencias significativas entre sus medias.

Los cuadros 2 y 3 muestran las diferencias significativas entre las medias de los grupos AT y BT para cada una de las variables independientes, tanto para los grupos creados por tres como por cinco variables.¹² Destaca que el valor más elevado de la F de Fisher es para las variables involucradas con el gasto en ID, que brinda evidencia de la importancia de estas variables para la separación de clases industriales en estos dos grupos.

Un indicador sobre el uso apropiado de una variable independiente como discriminante entre los dos grupos es la matriz de correlaciones entre las variables independientes. Es deseable para el análisis discriminante una baja correlación entre éstas.

¹² La hipótesis nula de este análisis estadístico es que la media de la variable *j* para el grupo AT es la misma que para el grupo BT. En todos los casos, se rechaza esta hipótesis a favor de la hipótesis de diferencias entre medias.

Cuadro 4. Matrices intragrupo combinadas para el estudio AB_3

		<i>S_IED</i>	<i>S_P</i>	<i>S_GIDTT</i>
Correlación	<i>S_IED</i>	1.000	0.120	-0.125
	<i>S_P</i>	0.120	1.000	-0.063
	<i>S_GIDTT</i>	-0.125	-0.063	1.000

Cuadro 5. Matrices intragrupo combinadas para el estudio AB_5

		<i>S_IED</i>	<i>S_GIDTPP</i>	<i>S_GIDTPCC</i>	<i>S_X</i>	<i>S_P</i>
Correlación	<i>S_IED</i>	1.000	-0.046	-0.191	0.069	0.174
	<i>S_GIDTPP</i>	-0.046	1.000	0.031	-0.068	-0.051
	<i>S_GIDTPCC</i>	-0.191	0.031	1.000	-0.094	0.004
	<i>S_X</i>	0.069	-0.068	-0.094	1.000	-0.128
	<i>S_P</i>	0.174	-0.051	0.004	-0.128	1.000

Las correlaciones entre ambos grupos de variables independientes que muestran los cuadros 4 y 5 indican que existen correlaciones muy bajas (en valores absolutos), dando con esto evidencia de un uso apropiado de cada una de ellas en la clasificación industrial. La correlación más alta, en valor absoluto, es -0.191, la cual se da entre *IED* y *GIDTPCC*. En el anexo se incluyen pruebas adicionales para verificar la robustez con la técnica del análisis discriminante.

Por último, realizamos una evaluación de la capacidad de la función discriminante para ubicar a las clases económicas en los grupos AT o BT, de acuerdo a como fueron definidas en el análisis empírico. Los cuadros 6 y 7 muestran el cálculo de los resultados mediante validación cruzada. Este procedimiento consiste en construir la función discriminante utilizando todas las clases menos una y después evaluar si ésta fue ubicada exitosamente utilizando la función construida con el resto de las clases. Esto se hace 204 veces, una para cada clase económica que es excluida en la construcción de la función discriminante.

Los resultados globales indican que para el estudio AB_3, 157 sectores BT se clasificaron, utilizando la función discriminante, correctamente como tales, mientras que 19 clases fueron clasificadas correctamente como AT, arrojando una proporción general de acierto de 86.3%. También se aprecia que la debilidad en la clasificación se encuentra en el grupo de sectores del tipo AT (sólo 48% correcto).¹³

¹³ Sin duda, el porcentaje de acierto de los sectores AT no resulta tan alto como uno quisiera (o como resulta el porcentaje de acierto de los sectores BT). Este bajo porcentaje podría explicarse,

Cuadro 6. Resultados de la clasificación^a para AB_3

	AB _ 3	Grupo de pertenencia pronosticado			
		BT	AT	Total	
Validación cruzada ^b	Recuento	BT	157	7	164
		AT	21	19	40
	Porcentaje	BT	95.7	4.3	100
		AT	52.5	47.5	100

^a Clasificados correctamente 86.3% de los casos agrupados mediante validación cruzada.

^b La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.

Cuadro 7. Resultados de la clasificación^a para AB_5

	AB _ 5	Grupo de pertenencia pronosticado			
		BT	AT	Total	
Validación cruzada ^b	Recuento	BT	145	10	155
		AT	20	29	49
	Porcentaje	BT	93.5	6.5	100
		AT	40.8	59.2	100

^a Clasificados correctamente 85.3% de los casos agrupados mediante validación cruzada.

^b La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.

Para la división que utiliza cinco variables los resultados fueron similares a la de tres, ya que la proporción de clasificación correcta es de 85.3%. Sin embargo, la distribución de los errores de clasificación se repartió de manera más equitativa entre los grupos, ya que con cinco variables disminuyeron a 40.8% las clases AT clasificadas como BT y aumentaron a 6.5% las clases BT clasificadas como AT. La relevancia de utilizar cinco variables en lugar de sólo tres para dividir a la industria mexicana radica en que así 60% de los sectores AT están correctamente asignados a ese grupo, dando más robustez al análisis.

entre otras razones, porque es más sencillo que haya homogeneidad entre los sectores BT para las variables utilizadas, que para los sectores AT. Es decir, los sectores que han desarrollado capacidades tecnológicas en años recientes o han expuesto sus productos a los mercados externos (AT) lo han hecho de manera heterogénea incluso dentro de mismo grupo. Por ello, resulta más sencillo que algún sector esté en la “frontera” entre BT y AT en un momento dado, lo que explicaría que con el análisis discriminante no pertenezca al grupo “correcto”.

A continuación realizamos el análisis discriminante *stepwise* con el objetivo de obtener el mejor conjunto de variables independientes en la función discriminante. El procedimiento consiste en realizar el análisis discriminante comenzando con una variable, con la que existe una mayor correlación, y sucesivamente ir incluyendo el resto de variables hasta que la aportación en la función sea no significativa. En el análisis discriminante *stepwise* se repite la información antes vista y se añaden estadísticos sobre la sucesiva incorporación de variables a la variable. Por lo tanto, sólo consideraremos los nuevos estadísticos en esta última parte del análisis.

Los cuadros 8 y 9 muestran los estadísticos de la lambda (Λ) de Wilks, la cual mide la significación estadística de la adición de una variable, es decir, si existe un incremento estadísticamente significativo en el poder predictivo de la función discriminante con la adición de una variable. Estos cuadros revelan que tanto para el ejercicio AB_3 como para AB_5 el procedimiento de inclusión de variables incorporó todas las variables (tres y cinco, respectivamente), ya que cada inclusión de una variable incorporaba poder predictivo, de acuerdo a la Λ de Wilks. Este resultado brinda evidencia de una adecuada incorporación de todas las variables, ya que todas contribuyen para construir una función discriminante con mayor poder para clasificar a las clases industriales en el grupo de sectores AT o BT.

Cuadro 8. Λ de Wilks para AB_3

Paso	Número de variables	Λ	gl1	gl2	gl3	F exacta			Significación
						Estadístico	gl1	gl2	
1	1 ^a	0.801	1	1	202	50.253	1	202	0.000
2	2 ^b	0.670	2	1	202	49.605	2	200	0.000
3	3 ^c	0.619	3	1	202	40.959	3	201	0.000

Variables incluidas en cada etapa: ^aGIDTT, ^bIED, ^cP.

Cuadro 9. Λ de Wilks para AB_5

Paso	Número de variables	Λ	gl1	gl2	gl3	F exacta			Significación
						Estadístico	gl1	gl2	
1	1 ^a	0.801	1	1	202	50.253	1	202.000	0.000
2	2 ^b	0.685	2	1	202	49.605	2	201.000	0.000
3	3 ^c	0.610	3	1	202	40.959	3	200.000	0.000
4	4 ^d	0.556	4	1	202		4	199.000	0.000
5	5 ^e	0.529	5	1	202		5	198.000	0.000

Variables incluidas en cada etapa: ^aGIDPP, ^bGIDPCC, ^cX, ^dIED, ^eP.

Como pudimos ver a lo largo de esta sección, el análisis discriminante comprueba la robustez de la clasificación de la industria mexicana en sectores AT/BT, tanto en el ejercicio con tres variables, como en el que utiliza cinco. Éste es un resultado significativo, ya que, de alguna manera, resta subjetividad tanto a la propuesta de división, como a la de selección de las variables utilizadas.

Los resultados del análisis discriminante muestran, entre otros aspectos, 1) que cada una de las variables discriminantes utilizadas, tres o cinco, son estadísticamente significativas para la división propuesta, 2) que en su conjunto, la utilización de estas variables ayuda a explicar la separación propuesta, 3) que los dos grupos de sectores creados están separados y 4) que la división propuesta tiene una proporción de acierto en la asignación de cada sector de acuerdo al grupo que le corresponde de más de 85%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

El presente artículo parte de la inquietud de la literatura reciente sobre la industria mexicana, en cuanto a que han sido detectados dos tipos de sectores después de la apertura económica del país: el de las empresas que compiten a nivel global y son líderes nacionales y el de las que se han rezagado. Esta situación puede ser explicada en buena medida por la generación de capacidades tecnológicas y por la relación de las compañías mexicanas con el sector externo.

Es por ello que este estudio hace una propuesta inédita de división de la industria mexicana en sectores de tipo AT y de tipo BT. Para esta división, el presente análisis propone la utilización de variables relacionadas con la generación de capacidades tecnológicas (como la inversión en ID o la productividad laboral) y con el sector externo (recepción de IED y exportaciones). La propuesta se hace en dos ejercicios, con tres y cinco variables, teniendo resultados muy similares, ya que de los 204 sectores industriales considerados, se encontró que entre 20% y 24% son del tipo AT.

La robustez estadística de la división de la industria mexicana propuesta es corroborada posteriormente mediante el análisis discriminante, el cual permitió comprobar que 1) los dos grupos creados son estadísticamente independientes, 2) todas las variables utilizadas son significativas para la división propuesta y 3) la división propuesta tiene un acierto en la asignación de los grupos de más de 85% de los casos. En un trabajo posterior se podría ampliar el análisis descrito aquí mediante un análisis factorial, que permita determinar quizá una cifra diferente de grupos de sectores industriales para el periodo de análisis. En el caso

de nuestro estudio, desde un inicio asumimos que los grupos de sectores eran dos (AT/BT), pero esto sin duda pudiera ser ampliado más adelante.

Una limitante es que el análisis realizado depende de la información disponible y de su pertinencia al momento de realizar el estudio. Al respecto, es recomendable realizar un análisis a detalle de las bases de datos existentes (sobre las que discutimos en la sección de análisis empírico) para evaluar la necesidad de contar con más datos, tanto en términos de pertinencia, como en términos de actualidad.

En este sentido, una de las recomendaciones de política es que se genere una base de datos consistente y permanente cada año para la industria mexicana (Secretaría de Economía-CONACYT-INEGI), que permita dar seguimiento a una muestra de empresas mexicanas en cuanto a las actividades de generación de capacidades tecnológicas y su relación tanto con variables del sector externo (IED y exportaciones) como con otro tipo de variables relevantes (concentración o productividad). A medida que una base de datos de este estilo pueda ser generada y fortalecida año con año, diversos análisis podrán ser planteados para revisar más a fondo lo que sucede en las manufacturas mexicanas.

Por otro lado, como pudimos observar, tanto en la revisión de la literatura reciente como en el análisis empírico propuesto en este trabajo, la relación de capacidades tecnológicas con la inversión extranjera y la incursión en el mercado externo es evidente para la industria mexicana, no sólo como un esquema de análisis, sino también como una posible explicación del éxito que algunas empresas y/o sectores han tenido a nivel nacional y en el mercado internacional.

Por ello, es importante determinar de manera clara y contundente la causalidad y la dimensión del impacto de estas variables (lo que pudiera ser una línea de investigación en el futuro) y poder crear políticas de incentivos por parte del gobierno mexicano. Esto, sin lugar a dudas, impulsaría significativamente la generación de capacidades tecnológicas en las empresas mexicanas para que puedan trabajar con tecnología cada vez más avanzada (en términos de procesos y productos) e incursionar en la competencia de los mercados internacionales.

El futuro de las manufacturas mexicanas pasa, sin lugar a dudas, por su capacidad de hacer frente a la competencia de procesos, productos, tecnología y conocimiento del exterior. En este sentido, es imperativo que tanto el sector público como el privado coordinen esfuerzos para concretar un esquema de incentivos adecuados para la consolidación del sector AT y subir al tren del desarrollo al sector BT.

ANEXO

Como se planteó en la sección III, la técnica de análisis discriminante ha sido ampliamente utilizada en estudios que pretenden verificar la precisión en la división de dos grupos de individuos o industrias. En dicha sección se presentaron los resultados más importantes para efectos de nuestro análisis, mientras que en este anexo se exponen algunas pruebas complementarias que permiten consolidar el análisis de robustez que provee el uso de la técnica en cuestión.

Uno de los supuestos del análisis discriminante es que las matrices de varianzas y covarianzas entre cada grupo son equivalentes. Con el fin de evaluar este supuesto, los cuadros A1 y A2 indican los resultados del estadístico M de Box, el cual tiene como hipótesis nula la igualdad entre matrices de covarianzas poblacionales entre ambos grupos. Los resultados indican que existe una diferencia significativa entre estos grupos. Sin embargo, Burns y Burns (2009) establecen que para muestras grandes un resultado como éste no es tan importante. Por lo tanto, continuamos con el análisis.

Cuadro A1. Resultados de la prueba para AB_3

<i>M</i> de Box	67.435
<i>F</i>	Aprox. 10.910
gl1	6
gl2	29 291.678
Significación	0.000

Cuadro A2. Resultados de la prueba para AB_5

<i>M</i> de Box	99.480
<i>F</i>	Aprox. 6.365
gl1	15
gl2	32 355.918
Significación	0.000

Con el fin de expresar una medida del ajuste de la función discriminante, los cuadros A3 y A4 muestran la Λ de Wilks, que indica el porcentaje de varianza no explicada por la función discriminante. De esta manera, el modelo con la clasificación industrial AB_3 explica 38.1% de la varianza de la variable indepen-

diente, mientras que el modelo para AB_5, 47.1%. Con el objetivo de conocer la significación estadística de la función discriminante, las últimas casillas de los cuadros A3 y A4 indican que la función es estadísticamente significativa.

Cuadro A3. Λ de Wilks para AB_3

Contraste de las funciones	Λ de Wilks	χ^2	GI	Significación
1	0.619	96.030	3	0.000

Cuadro A4. Λ de Wilks para AB_5

Contraste de las funciones	Λ de Wilks	χ^2	GI	Significación
1	0.529	127.103	5	0.000

Una vez que hemos encontrado evidencia de la significación estadística de la función discriminante, es conveniente considerar el peso de cada una de sus variables independientes en la clasificación de las clases industriales en AT/BT. Para esto, los cuadros A5 y A6 muestran los coeficientes estandarizados de la función discriminante. Estos coeficientes manifiestan evidencia del considerable peso absoluto y relativo que tienen las variables asociadas al gasto en investigación y desarrollo tecnológico en ambos modelos.

Como contraparte, la variable de productividad resultó con el menor peso en los dos modelos. En todas las variantes, su peso cambia del modelo AB_3 al AB_5, lo que podría interpretarse como significación de las variables adicionales en el paso del modelo de tres a cinco variables. Sin embargo, destaca que la orientación de mercado *X* desplace a *IED* del segundo lugar en el modelo con cinco variables. Además, el signo positivo en todas las variables indica congruencia en lo planteado a nivel teórico sobre el impacto directo que tendrían estas variables en las capacidades tecnológicas.

Cuadro A5. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas para AB_3

	Función
	1
S_IED	0.585
S_P	0.447
S_GIDTT	0.737

Cuadro A6. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas para AB_5

	Función
	1
S_IED	0.368
S_GIDTPP	0.575
S_GIDTPCC	0.600
S_X	0.478
S_P	0.332

Además de los coeficientes estandarizados de la función de discriminante, existen los coeficientes de Pearson como indicador de la importancia relativa de las variables independientes para la ubicación de los individuos de estudio entre los grupos. Estos coeficientes muestran la correlación de cada variable con la función discriminante y se encuentran agrupados en la llamada matriz de estructura en los cuadros A7 y A8.

En estos cuadros se refuerzan las conclusiones obtenidas con los coeficientes estandarizados al mostrar los mismos patrones de importancia de las variables.¹⁴ Un coeficiente por debajo de 0.30 es considerado comúnmente como una variable no importante, por lo que al estar todos los coeficientes de Pearson por encima de ese nivel, existe evidencia de una importancia significativa de todas las variables para la agrupación de las clases económicas en AT/BT y de que las nuevas variables incorporadas en el paso del ejercicio de tres variables a cinco son apropiadas.

Cuadro A7. Matriz de estructura para AB_3

	Función
	1
S_GIDTT	0.636
S_IED	0.547
S_P	0.471

¹⁴ Las variables asociadas al gasto en investigación y desarrollo tecnológico ocupan el primer lugar en la determinación de los grupos, la productividad ocupa el último lugar y los pesos disminuyen en el paso de tres a cinco variables.

Cuadro A8. Matriz de estructura para AB_3

	Función
	1
S_GIDTPP	0.528
S_GIDTPCC	0.505
S_x	0.366
S_IED	0.317
S_P	0.308

La contribución parcial de cada variable independiente, controlando por el efecto del resto de estas, la obtenemos con los coeficientes sin estandarizar, los cuales se muestran en las ecuaciones de la función discriminante:

$$D_{HL_3} = 0.822 \text{ GIDTT} + 0.635 \text{ IED} + 0.476 \text{ P} \quad (\text{A1})$$

$$D_{HL_5} = 0.663 \text{ GIDTPCC} + 0.642 \text{ GIDTPP} + 0.505 \text{ X} + 0.383 \text{ IED} + 0.344 \text{ P} \quad (\text{A2})$$

Un indicador que brinda evidencia de una separación de las clases industriales en los grupos AT y BT, con base en la función discriminante, es la comparación de los centroides o medias de los grupos de las variables independientes. En los cuadros A9 y A10 se puede apreciar que los centroides de las clases AT se encuentran relativamente separados del grupo de clases BT y con signos diferentes.

Cuadro A9. Funciones en los centroides de los grupos para AB_3

	Función
AB_3	1
BT	-0.385
AT	1.579

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos.

Cuadro A10. Funciones en los centroides de los grupos para AB_5

	Función
AB_5	1
BT	-0.528
AT	1.671

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken, Brian; Hanson, Gordon, y Harrison, Ann (1997). “Spillovers, Foreign Investment and Export Behavior”, *Journal of International Economics*, núm. 43, pp. 103-132.
- Arias, Argenis (2003). “Mecanismos de aprendizaje y capacidades tecnológicas: el caso de una empresa del sector curtidor”, en Jaime Aboites y Gabriela Dutrenit (eds.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México, UAM-Xochimilco/M. A. Porrúa.
- Blanco, Enrique, y Sadni-Jallab, Mustapha (2002). “A review of the role & impact of Export Processing Zones in world trade: the case of Mexico”, GATE working paper 02-07, Centre National de la Recherche Scientifique.
- Blomström, Magnus (1986). “Multinationals and Market Structure in Mexico”, *World Development*, vol. XIV, núm. 4, pp. 523-530.
- Blomström, Magnus; Kokko, Ari, y Zejan, Mario (1993). “Host Country Competition, Labour Skills, and Technology Transfer by Multinationals”, NBER working paper 4131.
- Blomström, Magnus, y Persson, Hakan (1983). “Foreign Investment and Spillover Efficiency in an Underdeveloped Economy: evidence from the Mexican manufacturing Industry”, *World Development*, vol. 11, núm. 6, pp. 493-501.
- Brown, Flor, y Domínguez, Lilia (1999). *Productividad: desafío de la industria mexicana*, México, Jus.
- (2004), “Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana”, *Revista de la CEPAL*, núm. 83, agosto, pp. 135-151.
- Burns, Robert, y Burns, Richard (2009). *Business Research Methods and Statistics Using SPSS*, s.l., SAGE Publications Ltd.
- Cimoli, Mario (ed.) (2000). *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*, London, UK, Continuum.
- CNIE (2010). *Informe estadístico sobre el comportamiento de la inversión extranjera en México, enero-septiembre*, México, DF, Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.
- Cohen, Wesley, y Levinthal, Daniel (1990). “Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation”, *Administrative Sciences Quarterly*, vol. XXXV, núm. 1, pp. 128-152.
- Cuadros, Ana María; Orts, Vicente, y Alguacil, María Teresa (2004). “Openness and Growth: Re-Examining Foreign Direct Investment, Trade and Output Linkages in Latin America”, *The Journal of Development Studies*, vol. 40, núm. 4, abril, pp.167-192.

- Dussel, Enrique (coord.) (2007). *Inversión extranjera directa en México: desempeño y potencial*, México, Facultad de Economía /UNAM/, Cechimex, Secretaría de Economía/Siglo XXI.
- Dussel, Enrique; Galindo, Luis Miguel, y Loría, Eduardo (2003). *Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa*, México, Facultad de Economía/UNAM/BID/ Plaza y Valdés.
- Dutrenit, Gabriela, y Capdeville, Mario (1993). “El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovativa en la década de los ochentas”, *El Trimestre Económico*, núm. 239, pp. 643-663
- Fransman, Martin (1985). “Technological capability in the Third World: an overview and introduction”, en Fransman, Martin, y King, Kenneth, *Technological capability in the Third World*, s.l., Macmillan.
- Fujii, Dmitri (2004 a). “La tecnología y el éxito industrial en México: una propuesta de división sectorial”, *Revista de Economía Mundial*, núms. 10-11, pp. 105-126.
- (2004 b). “Inversión extranjera y productividad en México”, *Investigación Económica*, vol. LXIII, núm. 248, pp. 147-173.
- (2010). *Capacidades tecnológicas e innovación en la industria manufacturera del Estado de México*, Zinacantepec, El Colegio Mexiquense, AC.
- Fujii, Dimitri, y Huffman, Curtis (2008). “Los programas de estímulos fiscales en México, 2001-2005”, *Investigación Económica*, vol. LXVII, núm. 264, pp. 131-165.
- Grether, Jean (1999). “Determinants of Technological Diffusion in Mexican Manufacturing: a Plant-Level Analysis”, *World Development*, vol. 27, núm. 7, pp. 1287-1298.
- Hernández, Carlos, y Sánchez, Luis (2003). “Aprendizaje tecnológico y dinámica industrial”, en Jaime Aboites y Gabriela Dutrenit (eds.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México, UAM-Xochimilco, M. A. Porrúa.
- INEGI (2005a). *Síntesis Metodológica de la Encuesta Industrial Anual*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- (2005b). *Síntesis Metodológica de la Encuesta Industrial Anual, edición especial de 231 clases de actividad económica*, México, DF, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- (s.a.). “Tablas comparativas SCIAN México 2002-CMAP 1994”. Consultado en septiembre de 2011 en www.inegi.org.mx/sistemas/scian/contenidos/Tablas%20comparativas/Tabla%20Comparativa%20VI.pdf.
- Kokko, Ari (1994). “Technology, Market Characteristics and Spillovers”, *Journal of Development Economics*, núm. 43, pp. 279-293.

- Kosteas, Vasilios (2008). “Foreign direct investment and productivity spillovers: a quantile analysis”, *International Economic Journal*, vol. 22, No. 1, pp. 25-41.
- Lall, Sanjaya (1992). “Technological capabilities and industrialization”, *World Development*, vol. XX, núm. 2, pp. 165-186.
- Manly, Bryan (1985). *Multivariate Statistical Methods*, New York, US, Chapman & Hill.
- Moran, Theodore H. (1998). *Foreign Direct Investment and Development*, Washington, Institute for International Economics.
- OCDE (2009). *Reviews of Innovation Policy: Mexico*, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Pacheco-López, Penélope (2005). “Foreign Direct Investment, Exports and Imports in Mexico”, mimeo.
- Pavitt, Keith (1984). “Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, núm. 13, pp. 343-373.
- Pérez-Escatel, Aldo, y Pérez Veyna, Oscar (2009). “Competitividad y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria manufacturera mexicana”, *Investigación Económica*, vol. LXVIII, núm. 268, pp. 159-187.
- Rangel, Mariana (2005). “¿Transfiere tecnología la inversión extranjera directa en México?”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 12, pp. 1062-1069.
- Romo, David (2003). “Derramas tecnológicas de la inversión extranjera en la industria mexicana”, *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 3, pp. 230-243.
- (2005). *Inversión extranjera, derramas tecnológicas y desarrollo industrial en México*, México, DF, FCE.
- Romo, David, y Hill de Tito, Pablo (2010). “Los determinantes de las actividades tecnológicas en México”, en Carlos Bazdresch y Liliana Meza (eds.), *La tecnología y la innovación como motores del crecimiento en México*, México, DF, FCE, pp. 73-135.
- Sharma, Subhash (1996). *Applied Multivariate Techniques*, US, John Wiley & Sons.
- UNCTAD (2002). *World Investment Report*, Ginebra, United Nations Conference on Trade and Development.