

Aprendizaje, innovación y gestión tecnológica en la pequeña empresa

Un estudio de las industrias metalmecánica y de tecnologías de información en Sonora

Fecha de recepción: 16.04.2013

Fecha de aceptación: 29.10.2013

Jorge G. Mendoza León
Universidad Autónoma
de Baja California
alexval@vicamswitch.com

Alejandro Valenzuela
Valenzuela
Universidad de Sonora
ljorge.mendoza@itson.edu.mx

Resumen

En el desarrollo industrial del noroeste mexicano destaca la escasa capacidad de empresas locales para integrarse en las cadenas globales de valor y es incipiente la participación de los sectores de las industrias metalmecánica y de tecnologías de información como abastecedoras de bienes y servicios para las grandes empresas exportadoras. Investigaciones locales recientes analizan la acumulación de capacidades tecnológicas; sin embargo, no se ha estudiado la relación con las estrategias de gestión tecnológica. Este trabajo plantea resultados de un estudio empírico sobre las micro, pequeña y mediana empresas de los sectores mencionados, permitiendo conjeturar una correlación directa entre los niveles de capacidades acumuladas y de gestión tecnológica.

Palabras clave: capacidades tecnológicas, gestión tecnológica, Pyme, redes globales de producción

Learning, innovation and technology management in small businesses. An study of metalworking industries and information technologies in Sonora

Abstract

In the industrial development in Northwestern Mexico stands out the limited capacity of local firms to integrate into the global value chains and there is an emergent participation of the metalworking sector and information technology as suppliers of goods and services for large exporters. Recent local researches analyze the accumulation of technological capabilities, but they have not researched the relationship with technology management strategies. This paper presents the results of an empirical study of micro, small and medium enterprises in such areas, which allows the guessing of a direct correlation between the level of accumulated skills and the level of technology management.

Keywords: technological capabilities, technology management, SMEs, global production networks

Introducción

Uno de los grandes retos de las regiones que han basado su desarrollo industrial en la presencia de transnacionales exportadoras consiste en fortalecer el vínculo económico entre esas empresas y la base manufacturera local. Para ello, las capacidades tecnológicas suelen ser una condición necesaria para acceder a las oportunidades asociadas a la derrama de la inversión extranjera directa (IED). La participación de las pequeñas empresas en las redes de aprovisionamiento de las transnacionales y el consiguiente desarrollo de capacidades tecnológicas resultan factores de diferenciación entre empresas e influyen directamente en sus resultados y en su viabilidad (Ernst y Kim, 2002; Contreras y Olea, 2005; Dutrénit y De Fuentes, 2009; Dutrénit y Vera, 2009).

Un estudio sobre el vínculo de las pequeñas empresas locales con las transnacionales en Sonora mostró que los principales factores de competitividad de las empresas vinculadas fueron la calidad y el precio, y en menor medida la capacidad de diseño, la variedad en el servicio y el conocimiento del producto (Contreras y Olea, 2005).

De acuerdo con la información con que se cuenta, Hermosillo, Nogales, Ciudad Obregón, región Guaymas-Empalme y Navojoa son las ciudades de mayor concentración industrial en el estado. Diversos estudios (Vázquez Ruiz, 2006; Pineda

et al., 2002) destacan la vocación productiva de Sonora y su evolución desde la etapa de producción de básicos (agropecuaria, pesquera y minera) hasta la industrialización en zonas urbanas. La consolidación de esta tendencia se da a partir de la llegada de inversión extranjera en sectores como el automotriz y la electrónica de consumo (Contreras, 2008; Jasso y Esquer, 2007). Asimismo, se identifica una relación positiva entre la derrama de conocimiento de las transnacionales y la capacidad de absorción de la pequeña empresa local, lo cual sugiere mayores oportunidades para desarrollar capacidades tecnológicas (Contreras, 2008; De Fuentes, 2009; Dutrénit y De Fuentes, 2009; Dutrénit y Vera, 2009; Contreras, 2010).

Sin embargo, un problema generalizado entre las micro, pequeñas y medianas empresas (Pymes)¹ es su escasa capacidad para ofrecer productos o servicios diferenciados e innovadores debido, en parte, al bajo grado de complejidad tecnológica que poseen, aunque en algunos países en desarrollo se presentan casos de empresas que poseen la capacidad de superar los principales obstáculos (falta de conocimiento especializado, dificultad para acceder a la tecnología, insumos, mercados, información, créditos financieros y la adquisición de servicios externos). En este mismo sentido se observa la falta de vinculación con las instituciones de educación, lo que puede ser considerado como un factor limitante para los procesos de aprendizaje y la consecuente construcción de capacidades tecnológicas (Domínguez y Brown, 2004; Contreras y Olea, 2005; Torres, 2006).

A los problemas descritos se agrega la falta de estrategias que integren un análisis de los factores de tipo interno y externo detonadores de la innovación tecnológica, el tipo de innovación que es posible desarrollar, la identificación del tipo de herramientas que contribuyen a gestionar tal innovación, así como el enfoque metodológico con el cual es posible llevarla a cabo, todo ello apoyado en un marco analítico sobre la construcción de capacidades tecnológicas (Kim, 2001; Dutrénit *et al.*, 2002; Torres, 2006). Estas estrategias de análisis son importantes porque harían contribuciones potencialmente importantes al análisis de la gestión tecnológica en México, particularmente en el sector Pymes (Ortiz y Pedroza, 2006; Torres, 2006) y pondría de manifiesto cuáles han sido los resultados de trabajos similares en otros países latinoamericanos (Ortiz y Pedroza, 2006; Carroz, 2005).

¹ Como se puede apreciar en la sección Metodología, este estudio se refiere a las "micro, pequeñas y medianas empresas", siguiendo la definición de INEGI, segmento que usualmente se expresa mediante el acrónimo Mipymes. Por razones de economía verbal, en este trabajo se utilizan de manera indistinta el término Pymes como referencia conjunta a la micro, pequeña y mediana empresa.

En este contexto, esas estrategias son urgentes porque, de acuerdo con Contreras y Olea (2005), sólo un reducido porcentaje de las Pymes metalmeccánicas en Sonora cuenta con algún tipo de certificación de calidad que documente y avale sus capacidades, por lo que la mayor parte de las empresas, aquellas sin certificación, son las que reportan el nivel tecnológico más bajo en el contexto regional. Jasso y Esquer (2007) evidencian que las Pymes en Sonora son empresas de baja competitividad, lo que se recrudece por su dificultad para lograr apoyos crediticios y por las dificultades para allegarse apoyos financieros provenientes de programas productivos instrumentados por los diferentes niveles de gobierno. En un círculo vicioso, esas dificultades son la causa y la consecuencia de la carencia de infraestructura adecuada para generar desarrollos tecnológicos e innovaciones, ni siquiera al nivel de la mejora continua de procesos y productos.

Es a partir de la segunda mitad de la década de los ochenta del siglo pasado que se ha dado en las Pymes de Sonora un proceso de aprendizaje tecnológico y, consecuentemente, una acumulación de capacidades para la innovación en el marco del desarrollo tecnológico centrado en la instalación de grandes empresas transnacionales (Contreras y Rodríguez, 2000). El progreso en el proceso de aprendizaje ha tenido como base la vinculación de las Pymes con la cadena de proveeduría de las transnacionales, vinculación que exige cumplir con los altos estándares productivos. Dado este proceso de aprendizaje y los correspondientes procesos de innovación, se hace necesaria una caracterización específica de la dinámica empresarial en la región (Contreras y Olea, 2005), dentro de la cual debe tomar parte integral un esquema de gestión tecnológica para la adquisición de las capacidades.²

Las industrias metalmeccánica y tecnologías de la información han sido identificadas en la literatura especializada entre las actividades con mayor vinculación con las redes de proveeduría de las transnacionales en México. Por ello, es de interés especial el estudio del contexto en el que se da el cambio tecnológico (Ruiz, 2006; Villaschi, Cassiolato y Lastres, 2006; Dutrénit *et al.*, 2006; Bracamonte y Contreras, 2008; Vera y Dutrénit, 2009; Ampudia y De Fuentes, 2009).

Para la delimitación del presente estudio, se han excluido los talleres de herrería del conjunto de MM y las radiodifusoras y café internet de entre las de tecnologías

² Este artículo ha sido preparado en el marco del proyecto "Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México". Colegio de la Frontera Norte, proyecto Conacyt No. 133596

de la información (TI). Las empresas de TI que han permanecido en la muestra tienen como característica que se dedican a los servicios de mantenimiento técnico (desarrollo de *software* y programación). Debe decirse que la mayoría de las empresas fueron excluidas porque se dedican principalmente a la comercialización, ventas y reparación, con escasa actividad de integración y desarrollo de *software*. En cuanto a las empresas MM, el giro predominante es la producción de piezas metálicas para la industria manufacturera. Ambos giros industriales son parte del reciente auge que ha tenido Sonora y han fincado su actividad en el liderazgo que encabezan las redes globales de producción (Valenzuela, 2012).

Aprendizaje, innovación y gestión tecnológica

El punto de partida de este trabajo es el concepto de aprendizaje tecnológico desarrollado por Lall (1992), que se refiere a los procesos mediante los cuales se incrementan o fortalecen los recursos para generar y administrar el cambio técnico, acumulando capacidades a través de tres funciones mayores: inversión, producción y vinculación. Dutrénit *et al.* (2002) realizaron un estudio con un grupo de Pymes y propusieron una adaptación de la matriz elaborada por Lall (1992), Bell y Pavitt (1993), desarrollando una nueva taxonomía de capacidades tecnológicas. Las capacidades tecnológicas involucran el conjunto de habilidades con que cuenta una empresa para usar eficientemente el conocimiento tecnológico adquirido; para asimilar, utilizar, adaptar y cambiar tecnologías existentes, así como la habilidad para crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos (Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1993; Dutrénit y Vera, 2002; Dutrénit *et al.*, 2002). En contraste con los enfoques tradicionales, hay quienes afirman que el desarrollo tecnológico y la innovación no deben verse como procesos que sólo se pueden promover por medio de la inversión en nuevos equipos y la compra de tecnología importada siguiendo las señales del mercado; las empresas deben realizar acciones complementarias de aprendizaje sobre la tecnología a través de procedimientos de búsqueda para mejorar la eficiencia productiva, generar nuevos productos o procesos y métodos de organización o mejorar los ya existentes (Domínguez y Brown, 2004; Katz, 1997; Dutrénit *et al.*, 2006, Dutrénit y De Fuentes, 2009; Dutrénit y Vera, 2009; De Fuentes, 2009). Además, las acciones y el proceso mismo de aprendizaje y acumulación de capacidades deben darse bajo un enfoque estratégico (Domínguez y Brown, 2004; Ortiz, 2004; Carroz, 2005; Porter, 1991).

Las empresas transnacionales inciden decisivamente en el desarrollo de capacidades de los proveedores locales a través de las derramas tecnológicas; pero la

condición es que el conocimiento diseminado por la red global debe ser absorbido por las empresas locales y eso depende solamente del desarrollo de capacidades propias (Contreras e Isirdia, 2010). Es decir, la empresa debe generar una capacidad de absorción que se fundamente, por un lado, en los conocimientos existentes; y, por otro, en la intensidad del esfuerzo para internalizar los nuevos conocimientos (Cohen y Levinthal, 1990). Dados esos dos elementos se genera un proceso en espiral del aprendizaje tecnológico más rápido y más profundo (Kim, 2001). Esta base de conocimiento consiste en la experiencia que poseen los individuos de la organización, tales como el conocimiento de los productos, procesos y las formas de organizarse para la producción eficiente de innovaciones. Los esfuerzos para incrementar el conocimiento, por su parte, se basan en los mecanismos utilizados para adquirir, asimilar y administrar el conocimiento interno y externo (Cohen y Levintal, 1990; Bell y Pavitt, 1993; Dutrénit y De Fuentes, 2009); de manera que dichos mecanismos están ligados a la dinámica de procesos en marcha como la producción, la comercialización, la organización, la planificación de la estrategia, decisiones de inversión y los vínculos internos y externos que generen el cambio tecnológico (Dutrénit *et al.*, 2002; Aguirre, Robledo y Pérez, 2009; Ortiz, 2004). En medio de la dinámica de la empresa, el aprendizaje y la innovación requieren de la conversión del conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999); es decir, la generación de posibilidades reales de generar innovaciones, entendiendo por innovación lo que establece el Manual de Oslo (2005): implementación de un producto o proceso nuevo o mejorado significativamente, un nuevo método de comercialización, o un nuevo método organizacional en prácticas de negocios, organización del lugar de trabajo o relaciones externas.

La obtención, acumulación y procesamiento de la información y su posterior conversión en conocimiento útil y práctico requiere de la gestión tecnológica. Solleiro y Castañón establecen que el reto de la gestión tecnológica es la necesidad de lidiar con el complejo escenario de la generación y aplicación de la tecnología; es decir, la generación de condiciones para obtenerla (Aranda *et al.*, 2008). Así, se entiende que el rol de la gestión tecnológica se refiere principalmente a la innovación tecnológica, su modelaje, así como los procesos, prácticas e impactos. El mejoramiento de la tecnología, que conlleva a su vez el mejoramiento de la aplicación (y evaluación de impactos) de técnicas y herramientas, redundando de manera principalísima en el incremento de la productividad y de la competitividad (Medellín, 2010).

La mayoría de las investigaciones en torno a la gestión de la innovación tecnológica están focalizadas hacia las grandes compañías o a empresas que realizan

actividades formales de investigación (Escorsa y Valls, 2005; Benavides, 1998). Ortiz (2004) describe un modelo de gestión para la innovación tecnológica en Pymes latinoamericanas considerando los aspectos internos que de manera sistémica e integrada toman parte en el proceso. El modelo de gestión constituye una herramienta de soporte de las decisiones gerenciales para el desarrollo de un proceso orientado a la estrategia innovadora y a la contribución de conocimiento en esta área; sin embargo, no explica cómo influyen las capacidades tecnológicas en dicho modelo. Por otra parte, Castellanos (2007) propone que la gestión tecnológica se fundamenta en tres ejes dimensionales: dirección estratégica, transferencia tecnológica e innovación técnica. Para los propósitos de la presente investigación adoptaremos la siguiente definición de gestión tecnológica: es la organización y dirección de recursos humanos y económicos para aumentar la creación de nuevos conocimientos; es también la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar las ya existentes, el desarrollo de dichas ideas en prototipos de trabajo y su transferencia a las fases de fabricación, distribución y uso (Fundación COTEC, 2006).

De acuerdo con Medellín (2010), la gestión tecnológica busca satisfacer la necesidad de adquirir ventajas competitivas y maximizarlas en la práctica, basándose en la capacidad tecnológica para desarrollar e innovar productos y procesos mediante metodologías que apoyan tales esfuerzos. Esta afirmación confiere una relación de carácter bidireccional entre las capacidades tecnológicas y la gestión, con enfoque complementario y hasta causal, en el marco de un proceso de aprendizaje (Medellín, 2010; Castellanos, 2007; Jasso y Ortega, 2007).

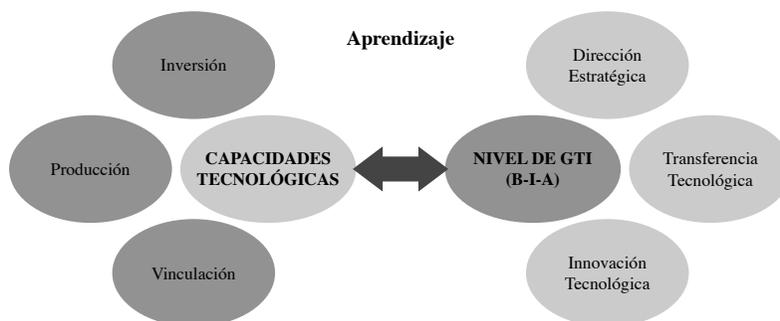
Uno de los objetivos de esta investigación es probar que en las Pymes manufactureras del sector metalmecánica y de tecnologías de información existe una relación estructural entre gestión técnica (GT) y capacidades tecnológicas (CT); en el análisis empírico se ha observado una fuerte correlación entre las dimensiones analizadas y construidas con las variables ya descritas. Este supuesto coincide con los argumentos de Christensen y Overdorf que suponen un marco de relaciones entre tecnología y capacidades empresariales como aportación de la gestión tecnológica. También coincide con Marquis, Pavitt y Phaal, en el sentido de que aporta habilidades para responder a los requerimientos del mercado mediante oportunidades tecnológicas internas y externas a la empresa, lo que propicia la transformación del desempeño en la producción, en los procesos y formas de organización, y que esto, a su vez, se da a través de los procesos de aprendizaje (Medellín, 2010).

En la figura 1 se presenta el modelo de estudio. El esquema muestra una relación interactiva entre CT y GT, dos dimensiones de análisis complejas explicadas a su vez por un conjunto de otras variables basadas en información recabada en trabajo de campo. Para el caso de las CT se construyó una matriz con un conjunto de funciones técnicas y de apoyo, donde la dimensión “inversión” es determinada por factores como la preinversión y la ejecución de proyectos; la dimensión “producción”, constituida por los factores ingeniería de proceso y de producto e ingeniería industrial; y la dimensión “vinculación”, que se muestra a partir de la información sobre compras locales, intercambio tecnológico, cooperación en I+D con venta de tecnología desarrollada internamente a terceros.

Por su parte, la variable GT se explica por las dimensiones “dirección estratégica”, relacionada con la estrategia y los planes tecnológicos; la dimensión “transferencia tecnológica”, que se construye en los procesos de negociación y apropiación; y por una variable llamada “innovación tecnológica”, construida a partir de las respuestas a múltiples preguntas relacionadas con los tipos de innovación y las actividades innovadoras.

En su conjunto dichas variables complejas buscan explicar el concepto de capacidades tecnológicas y la gestión técnica para la adquisición de las mismas, basado en procesos de aprendizaje. Asimismo, se espera que haya una relación al menos unidireccional que explique al constructo gestión tecnológica y permita caracterizarlo.

Figura 1
Modelo teórico



Fuente: Encuesta a empresas de metalmecánica y tecnologías de la información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

Metodología

Elaboración de los instrumentos

Para el levantamiento de información de campo se elaboraron dos instrumentos: un cuestionario estructurado integrado por diez secciones para utilizarse en la aplicación de encuestas y una guía semiestructurada de preguntas abiertas como apoyo para realización de entrevistas. Después de la prueba piloto del cuestionario preliminar en 14 empresas con las características de la población objeto de estudio, se construyó un instrumento que contiene 95 preguntas organizadas en 10 secciones cuyos contenidos se listan a continuación: 1) datos generales; 2) capacidad de absorción; 3) aprendizaje e innovación tecnológica; 4) relaciones con otras empresas; 5) relaciones con instituciones de educación; 6) relaciones con el sector gubernamental; 7) relaciones con cámaras empresariales; 8) identificación de productos; 9) dirección estratégica y gestión; 10) inversión.

Marco muestral

La población de este estudio se delimitó con base en cuatro criterios: 1) en estas empresas es posible observar de manera más clara los procesos de aprendizaje e innovación tecnológica a través de procesos donde se utiliza tecnología novedosa y avanzada con respecto al promedio de su entorno; 2) su principal actividad productiva es metalmecánica (MM) o tecnologías de información (TI); 3) cumplen con el criterio de clasificación de micro, pequeña y/o mediana empresa establecido por INEGI (cuadro 1); y 4) que se encuentren localizadas en cinco de los municipios que concentran la mayor cantidad de población y actividad económica industrial y/o de servicios en el estado de Sonora: Nogales, Hermosillo, Guaymas/Empalme, Cajeme y Navojoa.

Cuadro 1
Clasificación de tamaño de empresa por número de empleados

Clasificación	Número de empleados	
	Industria	Servicios
Micro	de 1 a 30	de 1 a 20
Pequeña	de 31 a 100	de 21 a 50
Mediana	de 101 a 250	de 51 a 100

Fuente: INEGI, Censo Económico 2009

Para elaborar el marco muestral se utilizaron diez diferentes directorios de empresas establecidas en el estado de Sonora, entre ellas la base de datos por actividad económica del IMSS, la base de datos del proyecto Redes globales de producción y aprendizaje local: la industria automotriz en el Noroeste de México, el listado de las empresas afiliadas a Canacindra y la sección amarilla del directorio telefónico. A partir de estos listados y la verificación con empresarios del ramo se elaboró un solo directorio general donde se identificaron 672 empresas que cumplían con los cuatro criterios de selección. Ese listado constituye el marco de referencia para realizar la selección de la muestra. En el cuadro 2 se presenta la distribución de las empresas identificadas de acuerdo con su giro de actividad y ubicación, una vez filtrada la base de datos resultante.

Cuadro 2
Número de empresas por actividad, según municipio

Municipio	Actividad		Total
	MM	TI	
Guaymas-Empalme	52	21	73
Hermosillo	152	190	342
Navojoa	41	22	63
Nogales	46	31	77
Cajeme	59	58	117
Total	350	322	672

Fuente: INEGI, Censo Económico 2009

Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determinó con referencia a las 672 Pymes que cumplen con las características y criterios de selección establecidos. Para fines de estimación se determinó que la proporción “*p*” (el máximo error que se está dispuesto a asumir) no difiera por más de una precisión del 10 por ciento. Una vez fijada la precisión, se seleccionó un nivel de confianza del 90 por ciento (alfa = 0.90), lo que muestra la probabilidad de que el parámetro y el estimador difieran por menos que la precisión deseada, bajo la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{Z^2 (1-\alpha/2)^{p q} N}{N e^2 + Z^2 (1-\alpha/2)^{p q}} \right) f \quad (1)$$

dónde: n = tamaño de muestra; N = tamaño de la población; $Z^2_{(1-\alpha/2)}$ = nivel de confianza; p = variabilidad positiva; q = variabilidad negativa; ϵ = precisión o error; y f = factor de corrección por error y no respuesta.

Derivado de la aplicación de esta fórmula, se obtuvo un tamaño de muestra óptimo de 104 empresas. Una vez calculado el tamaño de muestra, se hizo una distribución de empresas ponderada por el peso de la actividad según la ubicación geográfica y giro de actividad. Con base en estos criterios, se presenta en el cuadro 3 la distribución muestral por giro de actividad y ubicación.

Cuadro 3
Distribución muestral de empresas por actividad, según municipio

Municipio	Actividad		Total
	MM	TI	
Guaymas-Empalme	0	5	5
Hermosillo	18	23	41
Navojoa	11	5	16
Nogales	8	6	14
Cajeme	13	15	28
Total	50	54	104

Fuente: INEGI, Censo Económico 2009

Selección de empresas incluidas en la muestra

Con la finalidad de respetar la precisión y confianza establecidas se listaron del marco muestral las empresas de manera aleatoria siguiendo la clasificación propuesta. Una vez capacitados los entrevistadores, se les pide que siguieran el orden de dicha lista; si después de una segunda visita a alguna de las empresas seleccionadas no se encontraba la persona que pudiera contestar el cuestionario o la persona encargada se negaba a responderlo, se sustituye a ésta por la siguiente empresa (inmediata) del listado, hasta completar el total de la muestra establecida.

Resultados

Caracterización de las empresas estudiadas

Los censos económicos de INEGI (2009) indican que en el sector formal de la economía de Sonora hay 107 723 unidades económicas, lo que representa el 2.09% de todas las empresas del país. Ese volumen de organizaciones y establecimientos dan empleo a 738 403 personas, lo que a su vez representa el 2.66% de todos los empleos formales en el nivel nacional. Las Pymes representan el 99.8% de todas las unidades económicas en el nivel nacional y un porcentaje similar (99.73) en Sonora. El volumen de ocupación de esas empresas es también considerablemente alto ya que ofrecen el 73.8% del empleo total en el nivel nacional y el 72.8% en Sonora.

La industria metalmecánica (MM) —formada por la industria metálica básica, la transformación de productos metálicos y la fabricación de maquinaria y equipo— la forman 1 749 unidades económicas (el 18% del sector manufacturero) que dan empleo a 16 762 personas (10% del empleo del sector). La mayoría de las empresas de ambos giros se dedican a los servicios (56% de las MM y 63% de las TI). La segunda actividad de mayor importancia es, en las MM, la producción (34% de las empresas) y, en las de TI, la comercialización, ventas y servicios de reparación (17%). Entre las TI hay otras actividades relevantes como integración y desarrollo de *software*. Muchas de las empresas metalmecánicas no se dedican a una sola actividad ni se concentran en un solo producto. El 40% de ellas fabrica herryerías (ductos, remolques, rejas, etc.); 56% hace reparación de maquinaria y equipo en general; el 68% hace maquinado convencional; el 31% hace maquinado CNC; el 20% fabrica troqueles y otro 20% fabrica moldes; el 46% se dedica al mantenimiento industrial; el 70% a la soldadura en general y el 61% diseña y fabrica maquinaria y equipo especializado. Entre las de TI, el 78% de las empresas se dedica al análisis y diseño de sistemas y un porcentaje igual a la programación y el 86% se dedica al *software*: integración, pruebas, sistemas, instalación y mantenimiento.

Las empresas que nos ocupan en este estudio son parte de las industrias que han surgido en la dinámica de modernización del estado y que fincan su actividad en el liderazgo de las empresas que encabezan las redes globales de producción. Existen otras empresas no tan nuevas, dada su dinámica sectorial, donde se observa que los mercados difieren entre regiones dentro del estado (norte, centro, sur) y algunas de ellas siguen dirigidas a mercados muy tradicionales, como es el caso de la activi-

dad agrícola y la mecánica de automóviles. En este sentido, el promedio de edad de las empresas es de casi 14 años. El sector de las TI es más joven en promedio (11 años con una desviación estándar de 6.8) que el de las MM (17 años con una desviación estándar de 13.7). La más antigua de las TI tiene 27 años, mientras que la MM más vieja data de hace 61 años.

La mayoría de los productos y servicios (el 75%) de las pequeñas empresas MM y de TI se venden en el mercado local (es decir, en el estado de Sonora). La menor parte de sus productos (el 8%) se vende directamente en los mercados internacionales, aunque debe decirse que el 17% de las ventas reportadas como “nacionales” coincide con el porcentaje de ventas a los sectores de las industrias automotriz, electrónica y aeroespacial, áreas en las que se encuentran operando las principales empresas globales establecidas en el mercado local.

A pesar de que el 86.5% de las empresas asegura haber realizado innovaciones, su propia calificación acerca de la tecnología con que cuenta, no es tan optimista. En conjunto, 55% de las empresas considera que su tecnología está en el promedio; solamente el 14% asegura contar con estándares por debajo del promedio y el 31% asegura estar en la frontera tecnológica. Visto por giros de actividad, las empresas de TI prácticamente se dividen en mitad entre el promedio y la frontera (43 y 46%, respectivamente), mientras que las MM consideran mayoritariamente (64%) que están en el promedio (18% está por debajo del promedio y 18% en la frontera tecnológica). La razón podría ser que para las empresas MM no es estrictamente necesario contar con la tecnología de última generación para permanecer en el mercado. Dicho de otra manera, el plazo de obsolescencia es mucho mayor en una computadora personal (PC) que en una máquina de control numérico computarizado (CNC).

La evaluación de la tecnología y el volumen de ventas mayoritariamente en el mercado local no implican que las empresas descuiden el asunto de la calidad. Si las certificaciones son un indicador de esa búsqueda, los datos indican que el 43% de las empresas han logrado o están en proceso de ser certificadas, la mayoría de ellos en el ISO 9000. La obtención de certificaciones de calidad es una de las estrategias que las empresas aplican para mantenerse en el mercado.

La antigüedad promedio de la maquinaria y equipo, en ambos giros de actividad, es de aproximadamente 5 años. El mínimo de antigüedad es sin ningún año y el máximo de 20; sin embargo, consistente con el dato de la antigüedad de las em-

presas, en el sector de TI la edad de la maquinaria y equipo va de 0 a 8 años con una media de 2.29 años, mientras que en las de MM el rango va de 0 a 20 años con una media de 7.7

Caracterización del modelo analítico

I. Aprendizaje y capacidades tecnológicas a partir de las dimensiones inversión, producción y vinculación.

a) Dimensión inversión

Las capacidades de inversión son las habilidades necesarias para identificar, preparar y obtener tecnología para el diseño, la construcción, el equipamiento y el personal de un nuevo proyecto (Lall, 1992).

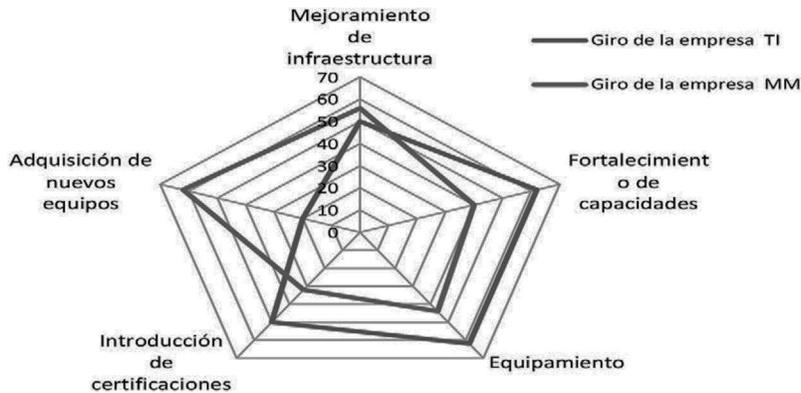
En relación con las principales actividades de aprendizaje desplegadas por las empresas de MM y de TI, es decir, aquellas actividades que las empresas emprenden para acumular capacidades tecnológicas, específicamente en la dimensión inversión, se observa que en lo relacionado con los recursos financieros para la ejecución de proyectos, las TI dan mayor importancia a la introducción de certificaciones y fortalecimiento de capacidades a través de la capacitación ya que, en ese sector, los clientes tienen mayor confianza cuando la empresa tiene una certificación que garantice sus habilidades como proveedor de servicio; por ejemplo, quienes desarrollan *software* necesitan ser reconocidos como especialistas y eso se muestra con la certificación. Además, quienes la obtienen adquieren más valor comercial si poseen el documento que certifique sus habilidades, destrezas y competencias laborales. Por otro lado, la certificación es, entre las TI, un requisito para mantenerse al día en la tecnología que utilizan para proveer productos y servicios. Las certificaciones inauguran un círculo virtuoso porque todo lo anterior incrementa su participación en el mercado y esto presiona hacia el incremento de capacidades.

En las MM, la adquisición de nuevos equipos es el tipo de proyecto en el cual se invierte de manera programada. Pero muchas veces los equipos son nuevos para el empresario, pero no para el sector; sin embargo, para las MM, más que la modernidad tecnológica, la condición suficiente para participar en el mercado es la experiencia y el conocimiento acumulado. La compra de nueva tecnología, de acuerdo con lo observado en campo se da por la necesidad de escalamiento técnico

que requiere la dinámica de este sector para el crecimiento en el mercado local. Contrastantemente con las TI, en las MM tampoco el fortalecimiento de capacidades a través de la vinculación con otras entidades empresariales y la introducción de certificaciones resultan de alta prioridad.

El fortalecimiento de capacidades se da en las MM internamente; es decir, utilizando el concepto de maestro-aprendiz, donde un empleado con pocas habilidades es instruido por uno de mayor experiencia. La certificación, que no es un requisito exigido por la mayoría de los clientes, no es motivo de esfuerzos por parte del empresario. No es, pues, una necesidad estratégica en la cual se deba invertir. Como dato, sólo 3 de cada 10 empresas MM implementan alguna certificación, las que lo hacen recurren generalmente a la Norma ISO 9001. La figura 2 ilustra lo anterior.

Figura 2
Proyectos en que se ha invertido



Fuente: Encuesta a empresas de metalmecánica y tecnologías de la información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

b) Dimensión producción

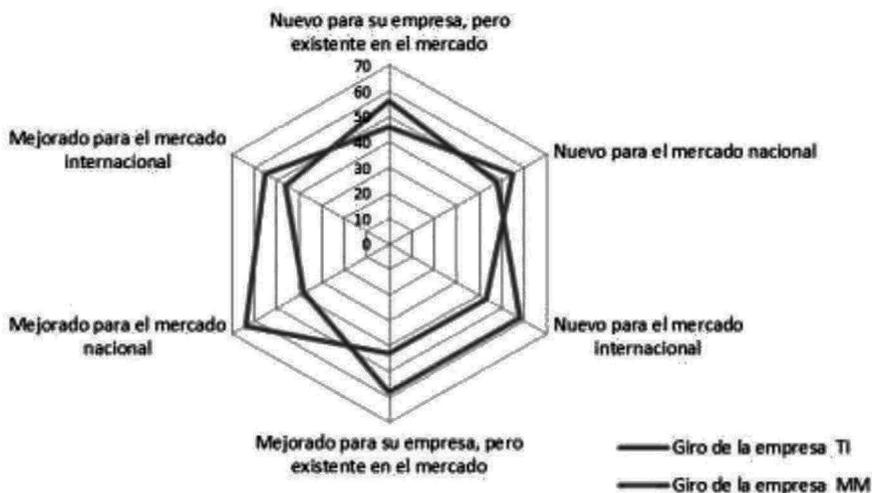
Las capacidades de producción van desde las habilidades básicas (control de calidad, operación, mantenimiento) hasta las más avanzadas (adaptación, mejora) y las más exigentes (investigación, diseño, innovación). Estas habilidades permiten

no sólo operar y mejorar las tecnologías, sino también efectuar esfuerzos internos para absorber o imitar la tecnología comprada a otras empresas (Lall, 1992).

En el caso del sector de la metalmecánica, se encontró que en el conjunto de empresas estudiadas se distingue una diferencia significativa entre aquellas que en sus procesos de producción utilizan el maquinado manual para la fabricación de piezas convencionales y las que operan equipo automatizado (control numérico). En particular, 8 de cada 10 empresas aplican maquinado convencional y sólo 4 de cada 10 usan maquinados asistidos por computadora.

El estudio empírico muestra que la gran mayoría (70%) de las MM orientan sus servicios a la reparación de maquinaria y equipo en general, desde piezas utilizadas para implementos agrícolas hasta dispositivos para motor de tracto camión. Esto explica que actividades como la manufactura asistida por computadora, electroerosión en metal y laminado de piezas metálicas son de baja intensidad.

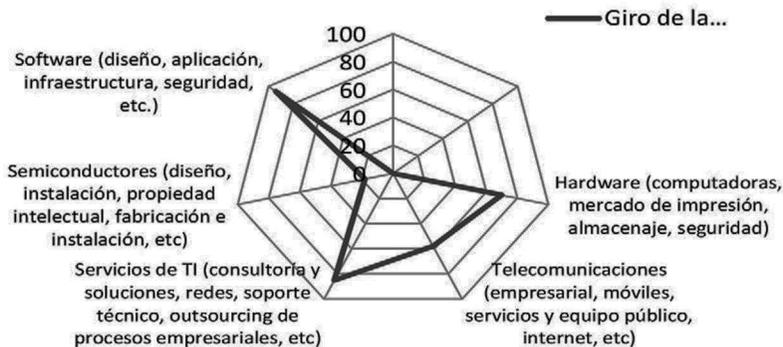
Figura 3
Actividades de ingeniería de proceso que se realizan las MM



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

En cuanto al sector de tecnologías de la información se observa (ver la figura 4) que al 90% de las empresas se les demandan actividades como los servicios de consultoría e implementación de soluciones, integración de servicios de infraestructura de red, soporte técnico en aplicaciones de *software*, instalación y mantenimiento de servicios para seguridad y vigilancia. Los clientes de estas empresas les solicitan “productos más personalizados”, el desarrollo de *software*, por ejemplo, debe ser específico para las necesidades del cliente en particular. Es decir, se puede decir que este sector se desarrolla bajo el concepto de “productos personalizados”, diseñados *ad hoc* para el cliente y con características diferentes entre productos similares para clientes distintos.

Figura 4
Actividades de ingeniería de proceso que se realizan las TI



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

c) Dimensión vinculación

Esta dimensión refiere a las capacidades de inversión que son las habilidades necesarias para identificar, preparar y obtener tecnología para el diseño, la construcción, el equipamiento y el personal de un nuevo proyecto (Lall, 1992). Entre las empresas estudiadas, el vínculo con instituciones de educación marca un contraste entre MM y TI. Mientras que el 80% de las TI declaran tener algún tipo de vínculo, sólo el 20% de las MM lo tiene. Debe decirse que la mitad de las empresas

que declaran tener ese tipo de vínculo, la relación se circunscribe a la recepción de estudiantes para ejercicio de la práctica profesional.

Lo anterior es un promedio. Desde un punto de vista en particular, las empresas declaran distintos fines para la vinculación. Siete de cada 10 empresas de TI declaran que su vínculo con las IE es para desarrollar proyectos conjuntos. El número de empresas MM que declaran lo mismo son sólo 3 de cada 10.

La diferencia entre sectores se amplía con relación al tema de la incubación de empresas. Específicamente, entre las TI casi 9 de cada 10 se desarrollaron en colaboración con alguna IE. En las MM la incubación de empresas es un proceso incipiente, lo que se explica por el tipo de mercado que enfrentan y porque el tipo de producto metalmecánico es más estático en su desarrollo. Además, mientras que las empresas de TI aseguran que la vinculación con instituciones de educación es una estrategia de actualización de conocimientos y para adquirir recursos humanos a menor costo, en las MM esa actualización de conocimientos es irrelevante y son los estudiantes de prácticas los que van a aprender y a adquirir conocimiento y habilidades que no les proporciona la IE. Esa práctica ha llevado a que los empresarios de MM piensen que las instituciones de educación no forman a los estudiantes con el nivel técnico que se les demanda. La figura 5 ilustra el análisis.

Figura 5
Vínculo con instituciones de educación y/o centros de investigación



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las

transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México". Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

II. Gestión para la acumulación de capacidades tecnológicas a partir de las dimensiones dirección estratégica, transferencia tecnológica e innovación tecnológica

a) Dimensión dirección estratégica

Entendida como las habilidades para formular e implementar de manera adecuada las estrategias que requiere la organización, incluyendo aquellas estrategias o componentes de las mismas que sean necesarias para construir una organización innovadora, enfocado a la generación y aplicación de estrategias que impulsen el desarrollo de tecnología (Aguirre, Robledo y Pérez, 2009; Castellanos, 2007; Ortiz, 2004)

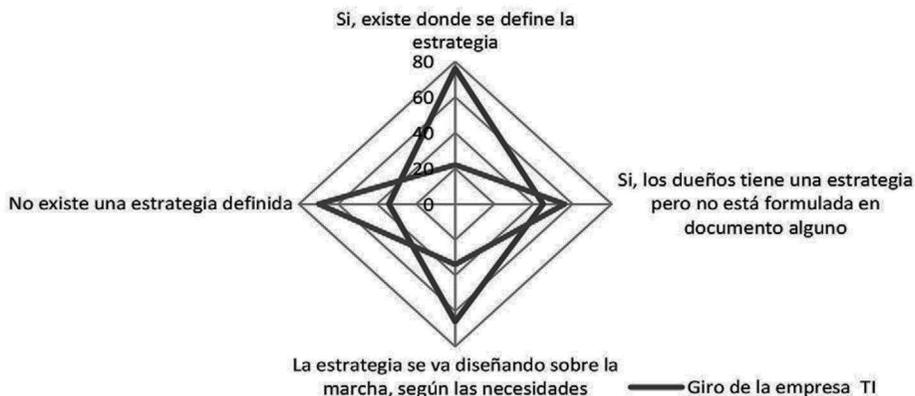
Hay un notable contraste entre las empresas MM y de TI con respecto a la formalización de sus estrategias para la innovación. El 77% de las empresas de TI presentan con mayor frecuencia documentación donde se define explícitamente su estrategia de innovación. En algunos casos la estrategia se va ajustando y redefiniendo sobre la marcha del negocio.

Para el 67% de las empresas MM no existe una estrategia de innovación definida formalmente. En contraste (como muestra de la importancia de contar con un plan que delinea la innovación que se piensa alcanzar), el 23% de los negocios que cuenta con ello han registrado escalamientos tecnológicos más acentuados que el resto de las empresas del mismo sector. Esas empresas poseen equipo y maquinaria más avanzados.

Se debe decir que hay un 55% de las empresas MM que declaran tener una estra-

tegia tecnológica para la innovación, pero no la tienen formulada en documentos. La figura 6 ilustra el análisis.

Figura 6
Actividades de dirección estratégica



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

b) Dimensión transferencia tecnológica

Entendida como el intercambio y adopción de conocimiento técnico entre dos agentes, pudiendo tratarse de información relacionada a procesos y productos aplicados para la producción; además, protocolizada por medio de contratos formales o informales para la prestación del servicio (Castellanos, 2007).

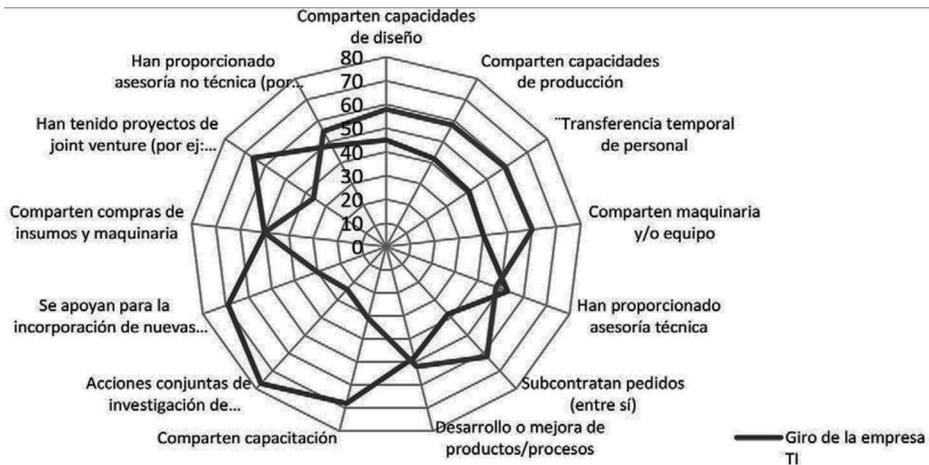
De acuerdo con el estudio realizado, el 80% de las empresas de TI transfieren conocimiento que luego utiliza para la solución de necesidades de producción. Esa transferencia se hace a través de acciones conjuntas de investigación de mercados con empresas aliadas y a través de ventas tanto a clientes nacionales como transnacionales. Esto se explica debido a la necesidad que tiene este sector de estar “al día” en el avance en el diseño y aplicación de productos y servicios. Así lo plantea uno de los empresarios encuestados, quien transfiere de sus proveedores equipo y dispositivos que luego vende bajo contrato a una empresa cervecera transnacional.

La transferencia implica el apoyo en la incorporación de nuevas tecnologías y en ocasiones hasta proyectos de riesgo compartido en el diseño y desarrollo de productos o procesos. En contraste, el sector de las empresas MM es incipiente en transferencia tecnológica ya que sólo el 23% de esas empresas la realizan.

La transferencia de conocimientos desde y hacia los clientes y proveedores se da también a través de la subcontratación de pedidos; asimismo, la transferencia temporal de personal y el uso común de maquinaria y equipo. El 60% de las empresas que hacen transferencia tecnológica utilizan esos mecanismos.

Sin embargo, estas actividades se dan en su mayoría entre empresas que poseen tecnología convencional; es decir, en un nivel de bajo a medio en cuanto al equipo y maquinaria con el que cuentan. La figura 7 ilustra lo antes mencionado.

Figura 7
Actividades de transferencia tecnológica con otras empresas



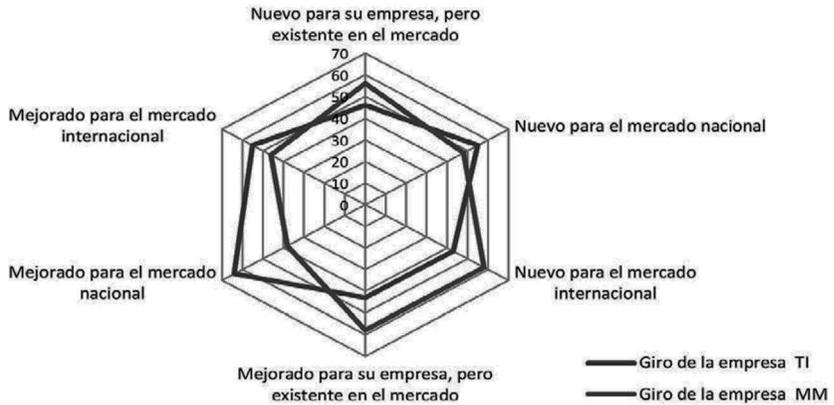
Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

c) Dimensión innovación tecnológica

De acuerdo con Castellanos (2007), la transferencia tecnológica se da dentro de un proceso de aprendizaje, que da como resultado a la innovación, bajo la consideración que la producción de un bien o servicio por medio de un nuevo método o insumo representa una novedad para quien lo emite o adopta. Es un cambio técnico que implique mejoras en el proceso productivo y que puede ser interpretado como una innovación que no es obligado se origine de investigación y desarrollo formal, sino de la experiencia de los trabajadores (Manual de Oslo, 2005).

Las empresas de TI y de MM presentan una clara diferenciación con respecto al tipo de innovaciones generadas; mientras que las de TI producen con mayor frecuencia innovaciones tipo mejoras en el ámbito del mercado nacional, las MM presentan con mayor frecuencia innovaciones tipo mejoras sobre diseños existentes (adaptaciones) y diseños nuevos por la empresa, pero que ya existen en los mercados internacionales. Otro empresario que forma parte de la muestra estudiada refiere que veía como un reto proveer un producto sustituto a un cliente transnacional y desplazar al proveedor extranjero. El medio para lograr el objetivo era producir con mayor valor agregado, es decir, alargar la vida útil del producto, reducir el precio y el tiempo de entrega y agregar servicios de posventa. Esta historia parece ilustrar el hecho de que las empresas de TI en Sonora operan principalmente en el ámbito del mercado interno, mientras que las de MM tienen mayores vínculos con el mercado internacional a través de las transnacionales a las que abastecen. La figura 8 ilustra el análisis.

Figura 8
Tipo de innovación realizada



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

Se observa, pues, que la mitad de las empresas de TI que innovan, lo hacen para el mercado nacional, específicamente en productos personalizados *ad hoc* —como ya se dijo— donde el desarrollo de un *software*, por ejemplo, es específico para las necesidades de un solo cliente. En las empresas MM la innovación es menos específica y menos intensiva, pues ésta es de tipo incremental.

Resultados estadísticos

El objetivo del análisis estadístico consiste en estudiar la probabilidad de relaciones estructurales entre las diversas variables. Para el análisis entre dos variables (dependiente e independiente) se ha utilizado el modelo de regresión simple con el paquete estadístico SPSS (Ferrán, 2001).

En particular, se quiere explicar el comportamiento del indicador “capacidad tecnológica”, construido con un conjunto de variables levantadas por medio del cuestionario sobre aprendizaje tecnológico a partir de la variable predictora “gestión”, construida de una manera similar a la anterior.

Los resultados de la corrida del modelo son los siguientes:

$$CT = \beta_0 + \beta_1 GT + u_i \quad (2)$$

$$CT = 0.103 + 0.751GT + u_i$$

$$(0.019) \quad (0.043)$$

$$t \quad 5.298 \quad 17.411$$

$$R^2 = 0.727$$

$$F = 303.143$$

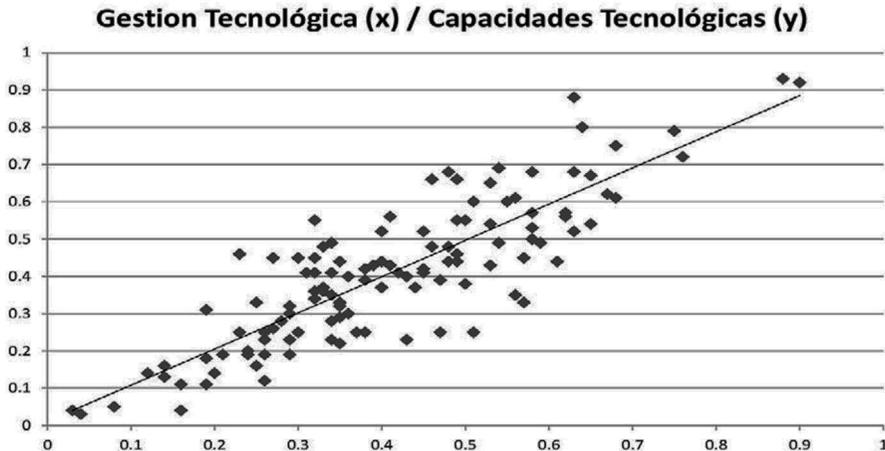
Se puede observar que se trata de un modelo “bien comportado” en términos de los indicadores estadísticos (coeficiente de regresión y pruebas de distribución t para los estimadores y F para la validación global del modelo); es decir, con un grado considerable de asociación causal entre las variables tal y como se ha diseñado el modelo; es decir, suponiendo que la asociación estructural es lineal.

Estos resultados son una confirmación estadística de lo que se vislumbraba ya en los resultados de las encuestas aplicadas. En tales resultados se observa, por ejemplo, que más del 70% de las empresas que generan innovaciones hacen referencia a la gestión de actividades de aprendizaje, internas y externas (las primeras ligadas al proceso de producción y la segunda a interacciones con el cliente y/o competidores). A partir de esos resultados se puede sostener que la capacidad tecnológica en una empresa está relacionada linealmente con la gestión tecnológica.

Sobre los coeficientes, el incremento en los niveles de gestión tecnológica acarrea incrementos en las capacidades de la empresa para acumular conocimientos, procesarlos, interiorizarlos y generar con ello innovaciones tecnológicas. En particular, por cada unidad que aumenta el índice de gestión tecnológica traerá un aumento de 0.751 puntos en el índice de capacidades tecnológicas.

Los valores empíricos de esos índices se presentan en la siguiente gráfica de dispersión.

Gráfica 1
Gráfica de dispersión para correlación de variables CT y GT



Fuente: Encuesta a empresas de Metalmecánica y Tecnologías de la Información en Sonora, 2011. Proyecto “Redes globales de producción y aprendizaje local: derrama tecnológica de las transnacionales y capacidad de absorción en Pymes de base tecnológica en el noroeste de México”. Colegio de la Frontera Norte-Conacyt No. 133596

Conclusiones

Las investigaciones sobre acumulación de capacidades tecnológicas han puesto poca atención en los modelos de gestión de la tecnología. En el estudio cuyos resultados preliminares se presentan en este trabajo se puede identificar una clara diferenciación de las capacidades tecnológicas acumuladas por los dos tipos de empresas examinadas, lo que ha sido analizado en este trabajo en función de las dinámicas sectoriales de dichas actividades. Esto coincide con los estudios realizados por Jasso y Ortega (2007) que evidencian también comportamientos diferenciados por tipo de empresa, naturaleza del proceso de producción y estructura del mercado. Para la siguiente etapa de la investigación se buscará caracterizar y explicar, apoyado en los estudios de caso y en los resultados de la encuesta, la relación entre las capacidades tecnológicas y los modelos de gestión que utilizan las empresas de los sectores en estudio, tema que hasta ahora se mantiene como la principal hipótesis del trabajo.

De acuerdo con los trabajos de Lall (1992), Bell y Pavitt (1993), Dutrénit *et al.* (2002), las capacidades tecnológicas de una organización son medibles a partir de las actividades destinadas para invertir en la búsqueda y selección de fuentes tecnológicas y la posterior ejecución de proyectos a través de la adquisición de tecnología.

Ese proceso debe ser complementado por un conjunto de actividades concomitantes: la formación y contratación de personal calificado; poner atención a la ingeniería de procesos y de productos en el ámbito de la producción; cuidar las relaciones con clientes, proveedores e instituciones, con miras al intercambio de información; participar en procesos de transferencia de conocimiento técnico y la cooperación para ejecutar investigación y desarrollo.

Otros enfoques -como los de Fundación Cotec (2006), Castellanos (2007) y Katz (1997)- plantean la necesidad de establecer la estrategia tecnológica y el plan correspondiente para dirigir la gestión del cambio técnico; la negociación y apropiación de tecnología transferida y la práctica de actividades encaminadas a desarrollar innovación.

A partir de lo expuesto se asume la existencia de una relación intrínseca entre el conocimiento de tipo técnico que acumulan los individuos y las organizaciones y las prácticas, mecanismos y herramientas con que éstos son gestionados. Estos dos procesos forman una unidad que tiene por objetivo generar innovación a través del desarrollo tecnológico, lo cual se puede apreciar con claridad al verificarse la relación bidireccional que existe entre capacidades y gestión en el ámbito de la innovación tecnológica y en el marco de los procesos de aprendizaje (Medellín, 2010; Jasso y Ortega, 2007; Castellanos, 2007).

La validación de la hipótesis de trabajo a través del modelo estadístico ha sido exitosa y se puede concluir que existe una relación estructural positiva entre la acumulación de las capacidades tecnológicas y la gestión que se realiza para acumular y procesar conocimientos. Asimismo, la gestión tecnológica permite que, mediante el proceso de aprendizaje, se adquieran las capacidades para el cambio técnico y este cambio, a su vez, contribuye a la aplicación de actividades de gestión, convirtiéndose este proceso de aprendizaje en un círculo virtuoso.

Como resultado concluyente de este primer análisis se deriva una segunda etapa de este estudio y que corresponde a la determinación de niveles de capacidades tec-

nológicas en los niveles básicos, intermedios y avanzados a partir de los resultados empíricos obtenidos. En una línea de análisis adicional, se estudia la identificación de una ruta crítica relacionada con el escalamiento en la adquisición de capacidades tecnológicas, por parte del conjunto de empresas clasificadas en cada una de las categorías ya expuestas.

Referencias

- Aguirre, J., J. Robledo y A. Pérez (2009). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación en fábricas de *software*, utilizando lógica difusa, ponencia presentada en IV Simposio de Innovación y competitividad, León, Gto. *Memoria*: 1-16.
- Ampudia L. y C. de Fuentes (2009). La industria de maquinados industriales en Querétaro y Ciudad Juárez. En G. Dutrénit (coord.). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes: el caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: 108-131.
- Aranda, H., *et al.* (2008). Gestión de la innovación tecnológica en Pymes agroindustriales chihuahuenses. *Revista Mexicana de Agronegocios* 23 (XII): 681-694.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing Countries. *In Science Policy Research*. Oxford University Press: 157-209.
- Benavides, C. (1998). *Tecnología, innovación y empresas*. Madrid: Pirámide.
- Bracamonte, A. y O. Contreras (2008). Redes globales de producción y proveedores locales: los empresarios sonorenses frente a la expansión de la industria automotriz. *Estudios Fronterizos* 9 (18): 161-194.
- Castellanos, O. F. (2007). *Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Bogotá: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.
- Carroz, D. A. (2005). Modelo de gestión estratégica para el desarrollo de capacidades tecnológicas. *Revista Compendium* 8 (15): 5-19.

- Cohen W. y D. Levinthal (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly* 35 (1) Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation: 128-152.
- Contreras, O. F. (2008). Pequeñas empresas globales: un conglomerado automovilístico en México. *Comercio Exterior* 58 (9).
- (2010) (Forthcoming). Transnational corporations and local learning: creating local capabilities from global automotive industry. *International Journal of Organizations*.
- y G. J. Rodríguez (2000). Apertura comercial y crecimiento económico. En I. Almada (comp.). *Sonora 2000 a debate: problemas y soluciones, riesgos y oportunidades*. México: Cal y Arena.
- y J. Olea (2005). Estudio sobre el impacto de la ampliación de la Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora. *Cuarto reporte parcial del proyecto Capacidades de la micro, pequeña y mediana industria en Sonora*. FUMEC-Colegio de Sonora: 85-106.
- Isiordia, L. P. (2010). Local institutions, local networks and the upgrading challenge. Mobilising regional assets to supply the global auto industry in Northern Mexico. *Int. J. Automotive Technology and Management* 10 (2/3): 161-179.
- Domínguez, L. y F. Brown (2004). Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. *Revista de la CEPAL* (183): 135-151.
- Dutrénit, G. *et al.* (2002). Marco analítico para el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas. Documento de trabajo: *Proyecto Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento industrial: generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México*. Colegio de la Frontera Norte/Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales/Universidad Autónoma Metropolitana.
- y A. Vera Cruz (2002). Rompiendo paradigmas: Acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación, *Revista Innovaciones y Competitividad*, publicación trimestral de ADIAT II (6): 11-15.

- *et al.* (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- y C. de Fuentes (2009). Abordajes teóricos sobre derramas de conocimiento y capacidades de absorción. En G. Dutrénit (coord). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes. El caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: 33-54.
- y A. Vera Cruz (2009). Derramas de conocimiento hacia las instituciones: el caso de Ciudad Juárez. En G. Dutrénit (coord.). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes. El caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: 194-215.
- Ernst, D. y L. Kim (2002). Global production networks, knowledge diffusion, and local capability formation: A conceptual framework. *Research Policy* (31): 1417-1429.
- Escorsa, C. P. y P. J. Valls (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*. 2ª. ed. México: Alfaomega.
- Ferrán, A. M. (2001). *SPSS para Windows. Análisis estadístico*. México: McGraw-Hill.
- Fuentes, C. de (2009). Derramas de conocimiento de empresas grandes y capacidades de absorción de pymes: el caso de Querétaro. En G. Dutrénit (coord.). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes. El caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: 132-150.
- Fundación Cotec®. (2006). Pautas metodológicas para la gestión tecnológica. Disponible en: http://www.cotec.es/index.php/utills/pre_descarga/fichero/che-ro_1_116320090506.zip/pagina_idioma/2/titulo/TEMAGUIDE%3A+Pautas+Metodologicas+en+Gestion+de+la+Tecnologia+y+de+la+Innovacion+para+Empresas+%281998%29/categoria_show_id/159/categoria_show_tema/Gesti%C3%B3n+de+la+Tecnolog%C3%Ada

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2009). Censo Económico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/privado-paraestatal.asp>
- Jasso, V. J. y M. E. Esquer (2007). Redes locales de innovación en México: el papel de las instituciones y los centros de investigación en Sonora. 8vo. *Congreso Nacional y 4to. Congreso Internacional de la Red de Investigación y docencia sobre Innovación Tecnológica*. RIDIT: 1-20.
- y R. Ortega (2007). Acumulación de capacidades tecnológicas locales en un grupo industrial siderúrgico en México. *Contaduría y Administración* (223): 69-89.
- Katz, J. (1997). Aprendizaje tecnológico ayer y hoy comisión económica para América Latina. Disponible en <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/19230/katz.htm>
- Kim, L. (2001). La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, UNESCO 168: 158-169.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development* 20 (2): 165-186.
- Manual de Oslo. (2005). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). Disponible en: <http://www.fia.cl/Portals/0/Upp/Documentos/Manual%20de%20Oslo.pdf>
- Medellín, E.A. (2010). Gestión tecnológica en empresas innovadoras mexicanas. *Revista de Administración e Innovación* 7: 58-78.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi (1999). *La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford University Press.

- Ortiz, F. (2004). *Modelo de gestión de la innovación tecnológica en Pymes*. Tesis doctoral, México: Universidad Anáhuac, Centro de Alta Dirección en Ingeniería y Tecnología.
- Ortiz, S. y A. Pedroza (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología. *Journal of Technology Management & Innovation* 1 (2): 64-82.
- Pineda Pablos, N. et al. (2001). *Sonora Frente al Siglo XXI*. México: Colson, CIAD, Unison.
- Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. Madrid: Plaza y Janés.
- Ruiz, D. C. (2006). Value chains and *software* clusters in Mexico. En Pietrobelli y Rabellotti (eds.). *Upgrading to compete. Global value chains, clusters, and SMEs in Latin America*. Harvard University: Inter-American Development Bank and David Rockefeller Center for Latin American Studies: 191-218.
- Torres Vargas, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. *Journal of Technology Management & Innovation* 1 (5): 12-24
- Valenzuela, V. A. (2012). *Confianza e innovación en las pequeñas empresas metalmecánica y de tecnologías de información de Sonora*. Tesis doctoral, México: El Colegio de Sonora.
- Vázquez Ruiz, M. Á. (2006). *La economía en Sonora*. México: Departamento de Economía de la Universidad de Sonora.
- Vera Cruz, A. O. y G. Dutrénit (2009). Derramas de las ETN a través de la movilidad de los trabajadores. Evidencia de Pymes de maquinados en Ciudad Juárez. En G. Dutrénit (coord.). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las PYMES. El caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana: 172-193.

Villaschi F., J. E. Cassiolato y H. Lastres (2006). Local production and innovation systems in Brazil: the metalworking cluster in Espírito Santo. En Pietrobelli y Rabellotti (eds). *Upgrading to compete. Global value chains, clusters, and SMEs in Latin America*. Inter-American Development Bank and David Rockefeller Center for Latin American Studies, Harvard University: 175-189. (C)