

Revista de Ciencias Sociales

Capacidades tecnológicas en industrias metalmecánicas y de información en Sonora-México

Mendoza León, Jorge Guadalupe*
Valenzuela Valenzuela, Alejandro**
García Ochoa, Juan José***
Guzmán Pérez, Feibert Alirio****

Resumen

El campo de la investigación en capacidades tecnológicas es una de las áreas fundamentales que aporta competitividad e innovación a empresas, industrias y clúster dedicados a diversas actividades económicas. El presente artículo tiene como objetivo realizar una clasificación de las firmas de los sectores metalmecánicos y de información del estado de Sonora, México, según los niveles de las capacidades tecnológicas que presentan. La metodología se basó en un enfoque cuantitativo y el método deductivo, para definir una investigación de tipo correlacional, con un diseño no experimental y transversal. Se utilizó una muestra de 116 empresas de las cuales se recolectó información sobre 35 variables e indicadores que fueron analizados mediante estadística multivariada. Como resultado principal se obtuvo la categorización del grupo de empresas en tres estratos de Capacidad Tecnológica: Básico, intermedio y avanzado. Se concluye que dichos niveles de categorización son la base para diseñar políticas de una ruta de escalamiento competitivo para las empresas investigadas.

Palabras clave: Capacidades tecnológicas; capacidad de absorción; aprendizaje tecnológico; gestión tecnológica; redes globales de producción.

* Doctor en Administración Educativa. Profesor Titular en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa, México. Docente Invitado en la Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia. E-mail: jorge.mendoza@itson.edu.mx; jorge.mendoza@uniremington.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9627-8370>

** Doctor en Ciencias Sociales. Maestro en Desarrollo Regional. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Industrial en la Universidad de Sonora, Hermosillo, México. E-mail: alexval@unison.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7672-9840>

*** Doctor en Planeación Estratégica. Profesor Titular del Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería en la Universidad de Sonora, Hermosillo, México. E-mail: juanjose.garcia@unison.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0413-7341> (Autor de correspondencia)

**** Maestro en Educación. Docente de Tiempo Completo en la Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia. E-mail: feibert.guzman@uniremington.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2657-9826>

Technological capacities in metalworking and information industries in Sonora-Mexico

Abstract

The field of research in technological capacities is one of the fundamental areas that provides competitiveness and innovation to companies, industries and clusters dedicated to various economic activities. The purpose of this article is to classify firms in the metalworking information sectors in the state of Sonora, Mexico, according to the levels of technological capabilities they present. The methodology was based on a quantitative approach and the deductive method, to define a correlational type of research, with a non-experimental and cross-sectional design. A sample of 116 companies was used, from which information was collected on 35 variables and indicators that were analyzed using multivariate statistics. The main result was the categorization of the group of companies into three layers of Technological Capacity: Basic, intermediate and advanced. It is concluded that these categorization levels are the basis for designing policies for a competitive scaling route for the companies investigated.

Keywords: Technological capabilities; absorption capacity; technological learning; technology management; global production networks.

Introducción

A pesar de la influencia de las trasnacionales, en las pequeñas y medianas empresas mexicanas (Pymes) prevalecen problemas de tipo estructural tales como la poca complejidad técnica, la cual limita la variedad de productos y servicios innovadores creados por ellas. Aunque es una problemática muy difundida entre sectores y países, la misma se presenta sin uniformidad, existiendo casos que han superado los déficits de saberes especializados, los accesos a la tecnología y a los mercados de insumos, créditos, servicios e información.

Adicionalmente, se ha diagnosticado que muchos problemas técnicos y productivos de las Pymes se deben a que la vinculación con las universidades y centros de investigación es tan incipiente que no ha contribuido a la creación de una masa crítica de aprendizaje enfocado principalmente a la creación de capacidades tecnológicas (Olea, Valenzuela y Navarrete, 2018; Briñez, 2021).

Sin embargo, no son solamente los problemas descritos los que aquejan a las

Pymes, también existe una marcada carencia en las capacidades para identificar los factores externos e internos que ponen en marcha procesos de innovación; dicha innovación es siempre el resultado inmediato de la agregación de capacidades tecnológicas. Lo anterior indica que las empresas, sobre todo las locales, deberían identificar a través de la gestión tecnológica, qué tipos de innovación están a su alcance y los mecanismos (metodológicos y analíticos) para la acumulación de capacidades tecnológicas (Leal et al., 2018; Kim y Kim, 2018; Liu et al., 2019).

En el caso de Sonora-México, la trayectoria del desarrollo tecnológico ha sido larga y sinuosa, desde la predominancia de la producción de insumos y bienes de consumo básicos, que evolucionó con rapidez hacia la agricultura tecnificada (el Valle del Yaqui fue asiento de la revolución verde en México), hasta la industrialización en zonas urbanas (Gobierno del Estado de Sonora, 2016). Esta última etapa se consolida con el establecimiento de empresas trasnacionales, sobre todo en las ramas electrónica, automotriz y aeroespacial.

Algunos autores como Dutrénit y De Fuentes (2009); Contreras y García (2018; 2019); y, Pérez, Escorcía y Garavito (2021), han encontrado una fuerte influencia de esas grandes empresas sobre las pequeñas empresas locales, sobre todo en lo que respecta a los procesos de mejora y engrandecimiento de las capacidades tecnológicas, en especial, las de carácter dinámico que están influidas por la acumulación de medidas de absorción de conocimientos indispensables para realizar innovaciones en las Pymes, a través del incremento de las habilidades para integrar y reconfigurar las competencias con la finalidad de influir en el ambiente de los negocios (Barbosa, Coelho y Amorim, 2019).

El tema tiene importancia porque son precisamente esas capacidades las que colocan a las empresas en condiciones de ser competitivas en los mercados locales, inmersos en las dinámicas globales de bienes y servicios producidos por las firmas transnacionales. Como lo señalan Contreras y García (2018), esas empresas, líderes de redes globales de valor, establecen fuertes vínculos con las pequeñas empresas locales a través de las redes de proveeduría que les sirven de sustento en la localidad. Esos vínculos desbordan las simple relaciones cliente-proveedor y contribuyen al desarrollo de capacidades tecnológicas que refuerzan el círculo virtuoso de productividad-competitividad.

Uno de los resultados positivos de la vinculación de las pequeñas empresas con las transnacionales es ese desarrollo de capacidades tecnológicas que, a su vez, lleva a una mayor competitividad (Contreras y García, 2018). Esa competitividad se expresa, según las evidencias existentes, en una mayor calidad y un precio más bajo de los productos, además de mejoras sustanciales en el diseño y número de bienes ofrecidos. Esas tendencias se presentan con notable incidencia en los municipios con mayor concentración industrial de Sonora, tales como: Nogales, Hermosillo, Guaymas, Empalme, Cd. Obregón y Navojoa (Contreras, 2005).

La presente investigación se basa principalmente en el trabajo realizado por Lall

(1992), en donde su conocida matriz ilustra la relación entre las dimensiones de inversión, producción y vinculación con tres niveles de las capacidades tecnológicas. Con base en ello, se planteó como objetivo principal de este artículo realizar una clasificación de las firmas de los sectores de Tecnologías de la Información (TI) y Metalmeccánica (MM) del estado de Sonora, México, según los niveles de las Capacidades Tecnológicas (CT). Lo cual es relevante puesto que será un insumo importante para el diseño de estrategias que permitan disminuir el alto porcentaje de las Pymes que registran un nivel bajo de CT en Sonora-México y que les lleva a su vez a una baja competitividad.

Para lograr lo anterior, la metodología de este estudio se basa en una revisión de la teoría de capacidades tecnológicas, la innovación sistémica y las redes globales de producción. Para sustentar el estudio, se definió el marco muestral dentro de las empresas MM y de TI, de donde se seleccionó la muestra de 116 empresas y se recolectó información sobre 35 variables que alimentaron el modelo estadístico multivariado, que se describe más adelante, y que sirvió de instrumento para la clasificación de las empresas en función de las CT manifestadas. Las empresas objeto de estudio de este trabajo se encuentran localizadas en seis de los principales municipios de Sonora, México.

1. Fundamentación teórica

1.1. Capacidades tecnológicas, innovación y competitividad

Las Capacidades Tecnológicas (CT) son definidas por Kim, Lee y Lee (1987); y, Sánchez y Acosta (2020), como las habilidades para aplicar, de manera efectiva, los conocimientos de carácter tecnológico en la productividad y la innovación. La primera capacidad, se refiere a las facilidades productivas; y, la segunda, a la expansión de capacidades y el desarrollo de nuevas facilidades productivas, así como al desarrollo de tecnologías. Bell y Pavitt (1993),

por su parte, aportan una definición de CT más específica. Para ellos, se refieren a los recursos con que cuenta la empresa, no sólo físicos, sino también intangibles como los conocimientos y las habilidades, para gestionar y hacer posible el cambio tecnológico. En la definición de esos recursos necesarios incluyen también aspectos de carácter macro, como son las estructuras institucionales que dan viabilidad al cambio técnico.

Las raíces teóricas de las CT están en la visión basada en recursos (desarrollada por Penrose en 1995) y en la escuela evolutiva neo-schumpeteriana (cuyos representantes son, principalmente, Nelson y Winter que expusieron su trabajo en 1982). Basadas en esos dos fuentes, los cuatro fundamentos teóricos que le dan cuerpo a las CT son: Primero, que la capacidad tecnológica proviene de activos que buscan un objetivo productivo; segundo, que es un conocimiento que se difunde de manera continua, incremental y en espiral; tercero, que la capacidad de absorción combina la adquisición de tecnologías y la correspondiente capacidad de explotarlas; y cuarto, que debe ajustarse a la velocidad para ajustarse a la aceleración del cambio tecnológico (Cohen y Levinthal, 1990; Nonaka y Takeuchi, 1999; Baker y Sovacool, 2017; Teece, 2018; Pitassi y Riveiro, 2019).

Sobre la base de la teoría desarrollada, Lall (1992) propuso una “matriz ilustrativa” de capacidades tecnológicas empresariales, donde las tres funciones tecnológicas consideradas en las columnas de esa matriz son: La inversión, la producción y la vinculación. Y los renglones o niveles en los que pueden clasificarse las empresas (filas) son: Simple, adaptativo e innovador. El primer nivel es rutinario, basado en la experiencia; el segundo, es duplicador y se basa en la búsqueda; y el tercero, innovador basado en la investigación.

Se debe tener en cuenta, siguiendo a Lall (1992), primero, que el conocimiento tecnológico no se distribuye igual entre las empresas y, segundo, que las CT a nivel macro, no son la simple suma de esas capacidades a nivel de las firmas globales. La segunda advertencia, sin embargo, no se tendrá en cuenta en este trabajo porque como ya se mencionó el propósito es

hacer un análisis de tipo micro analizando las CT a nivel de empresa para hacer la clasificación de ellas según el nivel alcanzado.

Siguiendo esa línea teórica, algunos autores confirman en estudios empíricos que la innovación tecnológica se da a través de una combinación de aprendizaje alumno-maestro y de la compra de maquinaria nueva (incorporación de tecnología), todo enfocado al incremento de la eficiencia productiva y de ventajas competitivas (Dutrénit y De Fuentes, 2009; Leal et al., 2018; Vitorino y Mouri, 2018; Estrada, Cano y Aguirre, 2019; Viberg y Eslami, 2020; Romero et al., 2020).

Por tanto, las CT son consideradas como el determinante para esa “internacionalización” (Kovac y Labas, 2019), y una estrategia para el desarrollo de las mismas es la relación con las cadenas globales de valor, principalmente con los líderes, o grandes empresas que transfieren conocimientos a las pequeñas (Castillón-Barraza et al., 2018). Lo anterior es importante porque se ha demostrado que el aprendizaje organizacional y el conocimiento tienen una relación positiva lineal con la capacidad tecnológica, siendo el aprendizaje y el conocimiento las causas, y la CT el efecto (Chuan-Peng, Zhen-Gang y He, 2017). Algunas empresas objeto de análisis se han formado como iniciativas independientes a partir del aprendizaje adquirido por parte de personas que fueron empleados desde las empresas internacionales; esta figura es común que se aprecie como una empresa *Spin-Off* o una empresa *StartUp*.

2. Metodología

El estudio desarrollado presenta un enfoque cuantitativo, con apoyo del método deductivo y un tipo de investigación que se corresponde con el nivel correlacional. Además, el diseño es no experimental y transversal, dado que los datos no se manipularon y se recolectaron en un momento, una sola vez en el tiempo, como lo señala Hernández-Sampieri y Mendoza (2018).

Con base en la revisión de la literatura se construyeron los *ítems* a ser valorados, categorizados por variables y constructos, los

cuales se utilizaron para el diseño del instrumento. Posteriormente, el mismo se llevó a un proceso de validación a través de una prueba piloto con diez informantes, de la cual se obtuvo un coeficiente de Cronbach de 0,87, lo que permite afirmar que el cuestionario permite medir de forma aceptable la información de los niveles de las capacidades tecnológicas que poseen las pymes analizadas.

2.1. Muestreo y recolección de datos

La recolección de información fue hecha por los integrantes del proyecto de investigación, quienes aplicaron el cuestionario

a los dueños o gerentes de las Pymes ubicadas en 6 de los principales municipios de Sonora, registrados en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2019), entidad pública independiente que en México tiene, por ley, la responsabilidad de obtener, ordenar y difundir la información que describe la situación social, económica y geográfica del país, insumo imprescindible para la toma de decisiones. A partir de esa información oficial se identificaron más de 7 mil empresas de ambos sectores de interés, pero solamente 672 cumplieron las restricciones del sector productivo (véase Tabla 1), las que constituyeron la población objeto del estudio.

Tabla 1
Total de empresas por sector y municipio

Localidad Municipal	Sector Productivo		
	MM	TI	Total
Nogales	46	31	77
Hermosillo	152	190	342
Gaymas/Empalme	52	21	73
Cajeme	59	58	117
Navojoa	41	22	63
Total	350	322	672

Fuente: Elaboración propia, 2022 a partir de INEGI (2019).

El tamaño de la muestra calculada, considerando los criterios de selección expuestos en la Tabla 2, fue de 116 encuestas

válidas, obtenidas ajustando la selección a una probabilidad de 90% dentro de un intervalo de $\pm 7,0\%$ del error de muestra.

Tabla 2
Ficha técnica y tamaño de muestra

Datos	Observación
Restricción geográfica	Seis municipios de Sonora, México
Unidad de análisis	Pymes registradas en el Censo Económico
Procedimiento de recolección	Encuesta aplicada
Método de estimación	Muestreo para población finita
Universo de Pymes (N)	672
Proporción de éxito (P) y fracaso (q)	$P = q = 0,5$
Precisión o error de muestreo (e)	$\pm 7\%$
Nivel de confianza	90%
Tamaño muestral (n)	116 Pymes a encuestar
Fecha del muestreo de campo	Julio-diciembre 2019

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Aplicados los criterios estadísticos anteriores, la distribución de la muestra obtenida se ajustó al principio de proporcionalidad en correspondencia con el número de empresas registradas por municipios y por sector de actividad, como se muestra en la Tabla 3. Así, se recabó la información de campo mediante la técnica de la encuesta utilizando como

instrumento, un cuestionario semiestructurado con escala de Likert de 5 opciones de respuesta, cuyas preguntas referentes a los indicadores, miden las tres dimensiones de la CT: Inversión, producción y vinculación. El mismo previamente fue validado mediante la prueba piloto, donde se obtuvo un coeficiente de alfa de Cronbach de 0,87.

Tabla 3
Tamaño de muestra por actividad productiva y municipio

Municipio	Actividad Productiva		Total
	TI	MM	
Nogales	5	2	7
Hermosillo	36	52	88
Gaymas/Empalme	4	2	6
Cajeme	6	5	11
Navojoa	3	1	4
Total	54	62	116

Fuente: Elaboración propia, 2022

2.2. Análisis estadístico de datos

Para el tratamiento estadístico de los datos recopilados se utilizó la metodología del Análisis de Varianza (ANOVA), con la cual se buscó identificar aquellas variables que tienen importancia significativa en la CT; procesando los datos con el paquete estadístico *Minitab* 17. Después, las variables identificadas como significativas en el ANOVA, fueron usadas como insumo para realizar un análisis cuya finalidad es categorizar, esto es, clasificar a las empresas mediante las variables estudiadas en grupos que sean similares dentro del mismo y, a la vez, que permita discriminar las diferencias entre los grupos de empresas. Lo anterior es conocido como el análisis de clasificación jerárquico por *clúster*, el cual se incluye en

Minitab 17, dentro del análisis estadístico multivariado (Pérez, Lara y Gómez, 2017).

3. Resultados y discusión

De las 35 variables que han sido consideradas de otros trabajos para explicar las CT de las empresas aquí estudiadas, se encontró que 28 de ellas son significativas (valor $p \leq 5\%$). Esas variables significativas fueron seleccionadas para el análisis estadístico jerárquico. El análisis de varianza de la Tabla 4, presenta los valores para cada una de las 28 variables significativas que a su vez explican a cada una de las tres dimensiones de CT: Inversión, vinculación y producción. En dicho sentido, cada dimensión se discute de manera particular, posteriormente.

Tabla 4
Análisis de Varianza

VAR	ETIQUETA	GL	SC	CM	F	P
		29	28.5	0.98	226,7	
DIMENSIÓN DE INVERSIÓN						
X ₁	Antigüedad de maquinaria y equipo	1	0,15	0,15	35,02	0,00
X ₂	Proyectos de innovación y desarrollo tecnológico	1	0,02	0,02	4,66	0,03
X ₃	Inversión en capacitación de personal	1	0,07	0,07	16,20	0,00
X ₄	Inversión con programas de apoyo de gobierno	1	0,02	0,02	4,14	0,05
X ₅	Mejoramiento de infraestructura	1	0,05	0,05	11,03	0,00
X ₆	Adaptación de maquinaria y equipo	1	0,07	0,07	16,68	0,00
X ₇	Adquisición de nuevos equipos	1	0,03	0,03	7,17	0,01
DIMENSIÓN DE VINCULACIÓN						
X ₈	Proyectos de desarrollo con empresas similares	1	0,44	0,44	101,6	0,00
X ₉	Incubación de empresas con IES o CI	1	0,02	0,02	5,3	0,02
X ₁₀	Desarrollo de proyectos con IES y CI	1	0,03	0,03	6,7	0,01
X ₁₁	Recibe estudiantes en prácticas profesionales	1	0,15	0,15	34,4	0,00
X ₁₂	Recibe capacitación de IES, CI u otra empresa	1	0,02	0,02	4,4	0,04
X ₁₃	Establece convenios para obtener fondos públicos	1	0,05	0,05	12,5	0,00
DIMENSIÓN DE PRODUCCIÓN						
X ₁₄	Círculos de calidad	1	0,12	0,12	28,39	0,00
X ₁₅	Análisis y evaluación de fallas	1	0,07	0,07	15,94	0,00
X ₁₆	Interpretación de planos/arquitectura de sistemas	1	0,02	0,02	5,44	0,02
X ₁₇	Uso de maquinaria y equipo especializado	1	0,06	0,06	13,83	0,00
X ₁₈	Mantenimiento preventivo	1	0,06	0,06	14,08	0,00
X ₁₉	Uso de equipo de medición y calibración	1	0,18	0,18	42,26	0,00
X ₂₀	Adaptaciones en maquinaria y equipo	1	0,05	0,05	11,61	0,00
X ₂₁	Ingeniería inversa	1	0,06	0,06	14,14	0,00
X ₂₂	Mejora y desarrollo de productos	1	0,03	0,03	8,00	0,01
X ₂₃	Mejora y desarrollo de procesos	1	0,06	0,06	13,1	0,00
X ₂₄	Investigación y desarrollo en la empresa	1	0,08	0,08	18,26	0,00
X ₂₅	Contratación externa de I&D	1	0,03	0,03	7,73	0,01
X ₂₆	Diseño de producto o proceso	1	0,03	0,03	6,49	0,01
X ₂₇	Diseño de servicio	1	0,04	0,04	8,93	0,00
X ₂₈	Generación de nuevo producto o proceso	1	0,08	0,08	19,62	0,00
X ₂₉	Mejoramiento de productos o procesos	1	0,01	0,01	3,44	0,07
Error		86	0,37	0,00		
Total		115	28,9			

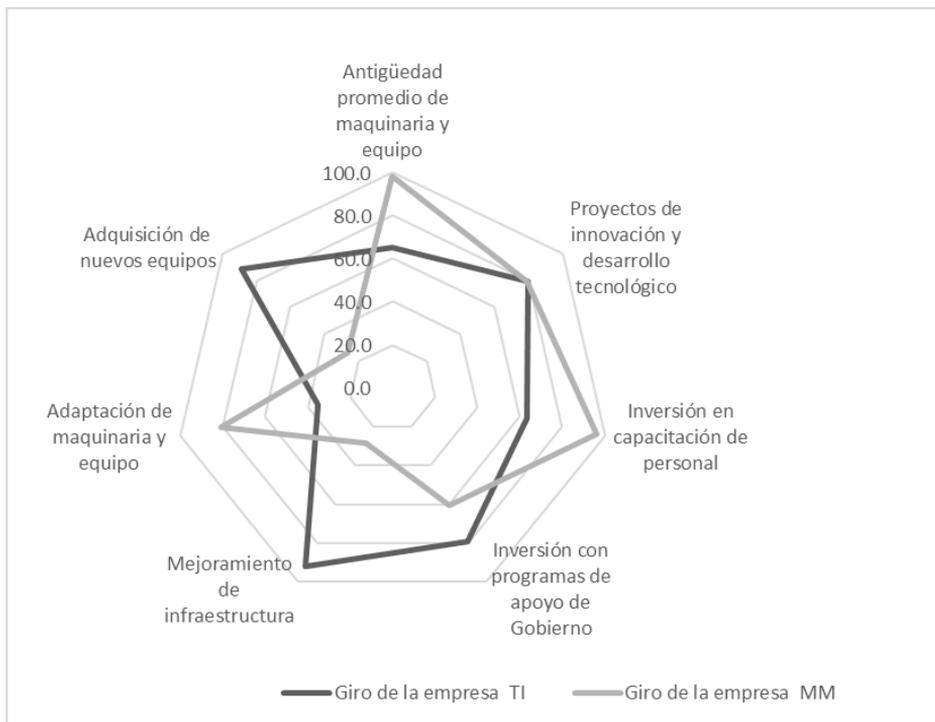
Nota: GL= Grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; F= Valor del estadístico F; P= Mínimo valor de rechazo.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.1. Dimensión Inversión

La Figura I, muestra el comportamiento de la inversión en relación al giro de la empresa y la proporción de empresas de cada sector (MM y TI), en concordancia a las variables que constituyen la dimensión mencionada:

(X₁) antigüedad de la maquinaria y equipo; (X₂) proyectos de innovación y desarrollo tecnológico; (X₃) capacitación de personal; (X₄) inversión con apoyos del gobierno; (X₅) mejoramiento de infraestructura; (X₆) adaptación de maquinaria y equipo; y, (X₇) adquisición de nuevos equipos.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 1: Dimensión Inversión

De acuerdo con la información levantada, se observa que en el sector de TI las dos variables que más peso ponderado tienen son: Mejoramiento de infraestructura (X_5), y adquisición de nuevos equipos (X_7), puesto que este sector es uno de los más dinámicos en los cambios tecnológicos, dada la naturaleza de sus procesos, funciones y productos. Adicionalmente, la necesidad de mantener una infraestructura moderna y de punta, mediante la adquisición y acondicionamiento con equipos más sofisticados y modernos, es vital para la oferta de servicios digitales, que es el producto más frecuente en este sector empresarial. Estas afirmaciones coinciden con lo aportado por Dutrénit y De Fuentes (2009), en el caso de la zona fronteriza de México;

Carvache-Franco et al. (2022), en Guayaquil-Ecuador; así como Zhou y Wu (2010) y Liu, Wu y Wang (2020), en la región asiática.

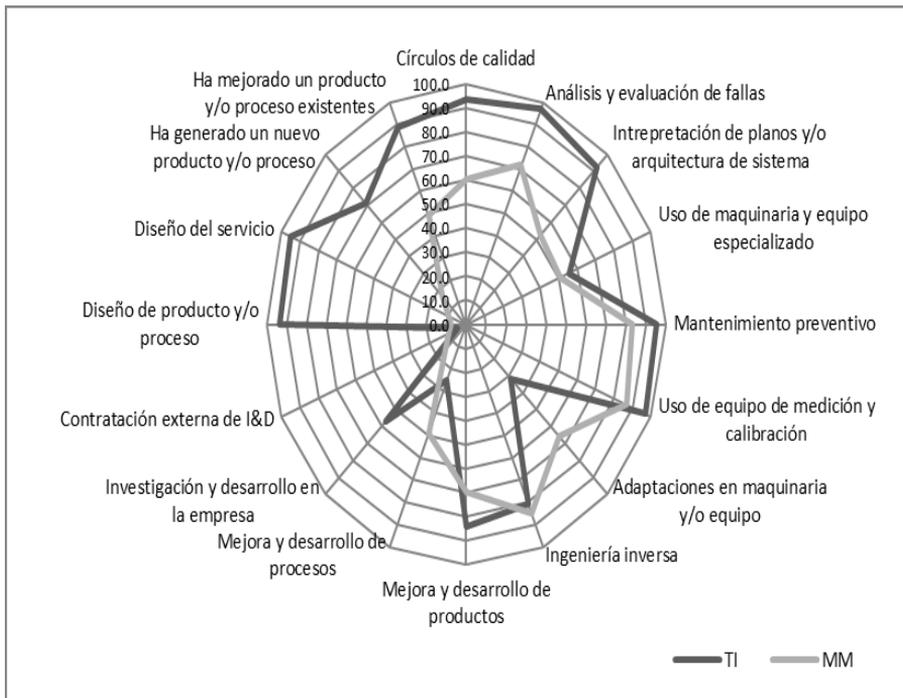
Por su parte, en el sector MM predominan las inversiones en capacitación de personal (X_3); y en adaptación de maquinaria y equipo (X_6). Se observa, también, que la antigüedad del equipo es mayor en MM que en TI, lo cual es de esperarse a partir de la naturaleza del equipo de cada sector, debido a que el equipo de cómputo tiene un ciclo de vida más breve que la maquinaria para MM. Además, dada la rapidez de obsolescencia y los apoyos económicos para equipos, es más fácil para el sector de TI adquirir nuevos equipos que adaptarlos.

Se encontró también que en la MM predomina la inversión en capacitación, en

opinión de los investigadores, es debido a que las TI suelen contratar personal que ya posee las habilidades técnicas para ejercer en el sector. La explicación anterior no tiene un comparativo similar, puesto que no se encontraron estudios en el estado del arte, que comparen simultáneamente los dos sectores industriales abordados en esta investigación. Sin embargo, Dutrénit y De Fuentes (2009) ya destacaban que en el sector MM se suele recurrir al esquema “maestro-aprendiz”, que implica el entrenamiento del personal en planta mediante una clara secuencia de aprendizaje. Finalmente, se observa que ambos sectores coinciden en la importancia de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.

3.2. Dimensión Producción

La Figura II, muestra el comportamiento de la dimensión producción en relación al giro de la empresa en donde se incluyeron las siguientes variables: (X_{14}) círculos de calidad; (X_{15}) análisis de fallas; (X_{16}) arquitectura de sistemas; (X_{17}) uso de equipo especializado; (X_{18}) mantenimiento preventivo; (X_{19}) uso de equipo de medición; (X_{20}) adaptación de maquinaria y equipo; (X_{21}) ingeniería inversa; (X_{22}) mejora y desarrollo de productos; (X_{23}) mejora y desarrollo de procesos; (X_{24}) investigación y desarrollo en la empresa; (X_{25}) contratación externa de I+D; (X_{26}) diseño de productos y de procesos; (X_{27}) diseño de servicio; y, (X_{28}) generación de nuevos productos o procesos.



Fuente: Elaboración propia, 2022.
Figura II: Dimensión Producción

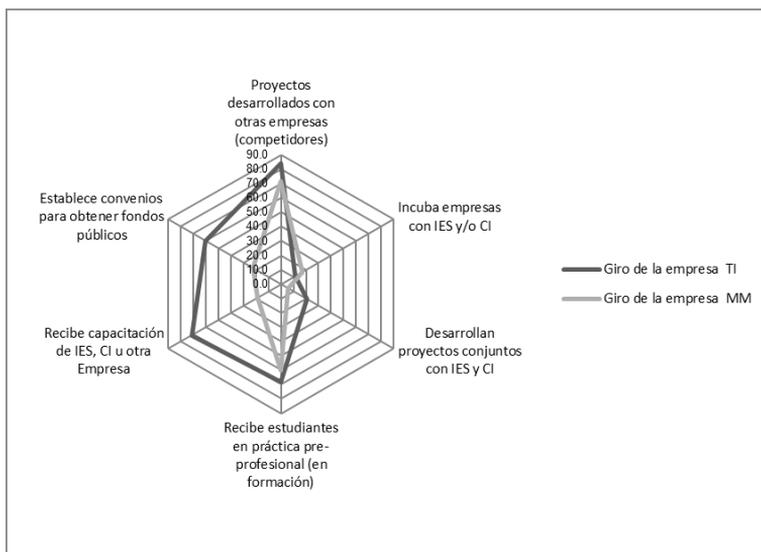
Como se puede observar uno de los hallazgos que ilustra la Figura II, tratándose de pequeñas empresas, es que para ambos sectores no suelen desarrollarse capacidades fundamentales como la investigación externa para innovación y desarrollo, cuando se trata de dar el salto hacia un nivel avanzado tecnológicamente; por lo que las acumulaciones de capacidad tecnológica difieren por tamaño de industrias, más que entre sectores (Peerally et al., 2022). En esta dimensión, las TI exceden a las MM en casi todos los indicadores, excepto en adaptación de maquinaria y equipo (como ya se había observado en la Figura I) y en mejora y desarrollo de procesos.

Para los autores, las TI destacan en capacidades diferenciadoras de las MM debido a que el diseño de productos y procesos implica una solución *ad hoc*, a veces empaquetada, para cada cliente y de acuerdo a la necesidad específica. Además, es más común en ellas aplicar innovaciones a los productos y procesos ya existentes, puesto que las actualizaciones de *software*, por ejemplo, son más frecuentes por la era digital que se está viviendo, aunado a

las exigencias de estándares y certificaciones de procesos o equipos que estos demandan; y, finalmente, por considerar el hecho que quienes desarrollan los productos en las TI son por lo general perfiles profesionales con grado académico, a diferencia del grado técnico que maneja un operador de equipo y maquinaria en las MM.

3.3. Dimensión Vinculación

La Figura III, muestra el comportamiento de la dimensión vinculación en relación al giro de la empresa en donde se consideraron las siguientes variables indicadoras: (X_8) proyectos con empresas competidoras; (X_9) incubación de la empresa en centros e instituciones de educación superior (CI o IES); (X_{10}) desarrollo de proyectos conjuntos con IES y CI; (X_{11}) recibimiento de estudiantes de prácticas; (X_{12}) si recurre a capacitación de IES o CI; y, (X_{13}) si obtiene fondos públicos.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura III: Dimensión Vinculación

Se observa en la Figura III, que las relaciones para ambos sectores son similares. En ambos también, aunque con predominancia de TI en las variables X12 (capacitación) y X13 (fondos públicos), se recurre con frecuencia a proyectos conjuntos con empresas similares o competidoras (proyectos *joint venture*) y, a pesar de los escasos vínculos con IES y CI, reciben estudiantes en prácticas profesionales. También se encontró que las TI para su desarrollo recurren con mayor frecuencia a los apoyos de fondos públicos, esto es debido a la mayor cantidad de programas como *PROSOFT*, Fondos sectoriales, Fondo Pyme, *FOMIX*, entre otros, los cuales son gestionados por la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información (CANIETI, 2022).

Así también, Rahim y Zainuddin (2019) muestran que la capacidad de vincularse a través de actividades de I+D, además de la capacidad de creación de redes y la capacidad de invertir en la formación de recursos

humanos competentes en la gestión de las variables mencionadas, influye en la ventaja competitiva de una empresa.

3.4. Nivel de capacidades tecnológicas

Una vez explicadas las variables seleccionadas del análisis de varianza mediante las tres Figuras de radar, se procede a realizar el análisis de *clúster* utilizando para ello las 28 variables que resultaron ser significativas (valor $p \leq 0.05$), con base en lo anterior se alcanzó el objetivo planteado en esta investigación: Realizar una clasificación de las firmas de los sectores de tecnologías de la información y metalmeccánica del estado de Sonora, México, según el nivel de CT.

Del análisis antes mencionado se identificaron tres niveles: Las empresas de alta capacidad tecnológica, las de capacidades intermedias, así como las de baja capacidad, según su contribución en las CT y cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5
Clasificación de las pequeñas empresas por nivel de capacidad tecnológica

SECTOR NIVEL	MM			TI		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
Resultantes de la muestra	4	26	32	2	9	43
% del total por sector	6,45	41,94	51,61	3,70	16,67	79,63
% del total de la muestra	3,45	22,41	27,59	1,72	7,76	37,07

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como puede verse, solamente el 5,17% (3,45% de las MM y 1,72% de las de TI) en promedio de todas las Pymes del giro MM y de TI de Sonora, tiene un nivel de competitividad y de capacidades tecnológicas alto; un 30,17% (22,41% de las MM y 7,76% de las de TI), se encuentra en la etapa de nivel intermedio de CT; y finalmente, dos terceras partes están en el nivel más bajo de las capacidades tecnológicas, es decir, 64,66% (27,59% de las MM y 37,07% de las TI).

Esta clasificación es de suma importancia, puesto que permite conocer con datos cuantitativos, a partir de una muestra representativa de 116 Pymes de Sonora-México, que la gran mayoría de ellas (casi un 65%) se encuentran en un nivel bajo de CT, lo cual implica que no son buenas candidatas para incorporarse en cadenas de proveedurías de Empresas Transnacionales (ETN) que están insertadas en el estado, en otros estados o regiones geográficas.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Ibarra, González y Demuner

(2017); y Olea et al. (2018), en el sentido de que las Pymes locales tienen pocas posibilidades de convertirse en proveedoras de una ETN; sin embargo, contrastan en el sentido de que sean las TI las que cuentan con mayor posibilidad con respecto a las MM de convertirse en proveedoras. No obstante, como puede verse, la evidencia de los resultados configura un escenario distinto, las TI tienen una proporción mayor que las MM de capacidad tecnológica baja, un análisis similar puede hacerse para las Pymes de nivel media o alto de CT.

Lo anterior puede explicarse por las diferencias en los tamaños de muestras proporcionales para cada sector o bien, como lo señalan tanto Mendoza y Valenzuela (2015); como Olea et al. (2018), puesto que siendo Sonora un estado fronterizo con los Estados Unidos, tiene un sector industrial fuertemente orientado hacia los mercados internacionales. En ese contexto, la participación de las pequeñas empresas en las redes que proveen bienes y servicios a las grandes empresas, representa un reto, y luchan para lograr su inserción en un mercado transnacional con altos estándares de calidad.

Por lo anterior las Pymes están obligadas a emprender procesos de innovación en productos, procesos o de mercado; para lo cual, independientemente del grado de innovación, estas empresas deben realizar esas transformaciones y adaptaciones para convertirse en proveedoras de ETN.

Conclusiones

La presente investigación proporciona información útil y novedosa, dado que se logró identificar los niveles de capacidades tecnológicas en que se clasifican a las Pymes de los giros metalmeccánica y de tecnologías de información del estado de Sonora, México, los cuales son alto, mediano y bajo; al mismo tiempo que se logró agrupar en esos niveles las tres categorías de capacidades tecnológicas (inversión, vinculación y producción).

Las capacidades tecnológicas tienen como base la acumulación de conocimientos

por parte de la empresa, lo que requiere una apropiada capacidad de absorción y una correspondiente distancia cognitiva. Si se logra incrementar las capacidades tecnológicas se está en condiciones de incrementar la competitividad de la empresa, lo cual es imprescindible para participar y mantenerse en aquellos mercados fuertemente influidos por las redes globales de producción, como es el caso del estado mexicano de Sonora.

El principal aporte que se deriva de esta investigación es que gracias a la identificación de los niveles de CT es posible impulsar, mediante la gestión, aquellas actividades que permitan que las Pymes MM pasen más eficientemente desde su nivel bajo hasta su nivel más alto del desarrollo de CT y competitivo y, de esa forma, poder contribuir en impulsar el nivel de progreso de los municipios del estado de Sonora, México. Igualmente, para el caso de las Pymes del sector de las TI.

Esta situación, además, es de suma trascendencia debido a la importancia que tienen estas industrias en la economía de Sonora, por lo que se pueden utilizar estos hallazgos para realizar acciones que fomenten el desarrollo productivo y competitivo, mediante el diseño y ejecución de políticas públicas de los gobiernos municipales y del Estado, que permitan impactar en la trayectoria del desarrollo de las CT de las Pymes de los sectores MM y TI. De esta forma, se podrá contar en el futuro con un Sonora más competitivo que beneficie a su población.

Finalmente, se propone el uso de la metodología que aquí se ha probado para analizar y clasificar a estos u otros sectores de pequeñas empresas de otros estados del país para ratificar los resultados. La información para probar los hallazgos respectivos puede ser recabada en trabajo de campo a nivel de empresas, utilizando las variables e indicadores listados en la Tabla 4 de este artículo. La metodología puede ser usada, incluso, en otros países, puesto que; en todas las economías, en menor o mayor grado, existen condiciones similares a las de este estudio, es decir, pequeñas empresas de diversos sectores ligadas a las cadenas globales

de valor, una fuerte competitividad influida por los mercados mundiales y esfuerzos de los actores locales por impulsar los sistemas de innovación regionales.

Referencias bibliográficas

- Baker, L., y Sovacool, B. K. (2017). The political economy of technological capabilities and global production networks in South Africa's wind and solar photovoltaic (PV) industries. *Political Geography*, 60, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2017.03.003>
- Barbosa, J. A., Coelho, A., y Amorim, L. (2019). The mediating effect of strategic orientation, innovation, capabilities and managerial capabilities among exploration and exploitation, competitive advantage and firm's performance. *Contaduría y Administración*, 64(1), 1-25. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1918>
- Bell, M., y Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157-210, <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>
- Briñez, M. E. (2021). Tecnología de información: ¿Herramienta potenciadora para gestionar el capital intelectual? *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 180-192. <http://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35305>
- Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información - CANIETI (2022). *Fondos Sectoriales*. CANIETI. http://www.canieti.org/servicios/fondos/fondos_copy1.aspx
- Carvache-Franco, O., Carvache-Franco, M., Gutiérrez-Candela, G., y Carvache-Franco, W. (2022). Incidencia de la tecnología y gestión en la innovación de las pymes exportadoras ecuatorianas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII(2), 246-257. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i2.37936>
- Castillón-Barraza, A., González-Angeles, A., Lara-Chavez, F., y Mendoza-Muñoz, I. (2018). Tools to measure the technological capabilities of the aerospace industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 769-775. <https://doi.org/10.3926/jiem.2669>
- Chuan-Peng, Y., Zhen-Gang, Z., y He, S. (2017). The effect of organizational learning and knowledge management innovation on SMEs' technological capability. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technological Education*, 13(8), 5475-5487. <https://doi.org/10.12973/Eurasia.2017.00842a>
- Cohen, W. M., y Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Contreras, O. F. (Coord.) (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.
- Contreras, O. F., y García, M. (2018). Pymes tecnológicas en México: Entre las cadenas globales de valor y los sistemas regionales de innovación. En E. Dussel (Coord.), *Cadenas Globales de Valor; metodología, teoría, debates* (pp. 67-88). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Contreras, O. F., y García, M. (2019). Pequeñas y medianas empresas tecnológicas en México: Distribución regional e inserción en las cadenas globales de valor. *Región y Sociedad*, 31, e1234. <https://doi.org/10.22198/rys2019/31/1234>

- Dutrénit, G., y De Fuentes, C. (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* (pp. 33-54). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Estrada, S., Cano, K., y Aguirre, J. (2019). ¿Cómo se gestiona la tecnología en las Pyme? Diferencias y similitudes entre micro, pequeñas y medianas empresas. *Contaduría y Administración*, 64(1), e72. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1812>
- Gobierno del Estado de Sonora (2016). *Diagnóstico de Sonora. Jefatura de la oficina del ejecutivo*. <https://www.sonora.gob.mx/zoo-zoo/blog-zoo/item/oficina-del-ejecutivo-estatal.html>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C. V.
- Ibarra, M. A., González, L. A., y Demuner, M. D. R. (2017). Competitividad empresarial en las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. *Estudios Fronterizos*, 18(35), 107-130. <https://doi.org/10.21670/ref.2017.35.a06>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI (2019). *Censos Económicos 2019*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- Kim, S. Y., y Kim, E. (2018). How intellectual property management capability and network strategic affect open technological innovation in the Korean new information communications technology industry. *Sustainability* 10(8), 2600. <https://doi.org/10.3390/su10082600>
- Kim, L., Lee, J., y Lee, J. (1987). Korea's entry into the computer industry and its acquisition of technological capability. *Technovation*, 6(4), 277-293. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(87\)90075-7](https://doi.org/10.1016/0166-4972(87)90075-7)
- Kovac, I., y Labas, D. (2019). The role of technological capabilities in the internationalization of Croatian companies. *InterEULawEast: Journal of the International and European Law, Economic and Market Integration*, 6(1), 43-60. <https://doi.org/10.22598/iele.2019.6.1.4>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Leal, M. E., Labarca, N. J., Bracho, O. D. S., y Vargas, V. E. (2018). Gestión Tecnológica en pymes del sector textil del municipio Maracaibo-estado Zulia-Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(82), 314-335.
- Liu, Y., Wu, W., Gao, P., y Liu, K. (2019). Exploring the different combination of technological capability and technology management capability in different stages of new product development. *IEEE Access*, 7, 181012-181021. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2959207>
- Liu, Y., Wu, W., y Wang, Y. (2020). The impacts of technology management on product innovation: The role of technological capability. *IEEE Access*, 8, 210722-210732. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038927>
- Mendoza, J. G., y Valenzuela, A. (2015). Aprendizaje, innovación y gestión tecnológica en la pequeña empresa. Un estudio de las industrias metalmeccánica y de tecnologías de información en Sonora. *Contaduría y Administración*, 59(4). [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)70162-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(14)70162-7)
- Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.

- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford University Press.
- Olea, J., Valenzuela, A., y Navarrete, M. Á. (2018). Innovación para la integración a las redes de proveeduría de las empresas multinacionales. *Contaduría y Administración*, 63(1), e4. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1069>
- Peerally, J. A., Santiago, F., De Fuentes, C., y Moghavvemi, S. (2022). Towards a firm-level technological capability framework to endorse and actualize the Fourth Industrial Revolution in developing countries. *Research Policy*, 51(10), 104563, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104563>
- Penrose, E. (1995). *The theory of the growth of the firm*. Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/0198289774.001.0001>
- Pérez, C. C., Lara, G., y Gómez, D. (2017). Evolución de la capacidad tecnológica en México Aplicación del análisis estadístico multivariante de cluster. *Contaduría y Administración*, 62(2), 505-527. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cya.2017.01.002>
- Pérez, M. A., Escorcía, M., y Garavito, É. T. (2021). Análisis de las Born Global en Colombia: Pequeñas y medianas empresas del Departamento de Córdoba. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(E-3), 249-265. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36507>
- Pitassi, C., y Ribeiro, L. (2019). Technological capability of doping control laboratories: a metric proposal. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 11(3), 539-557. <https://doi.org/10.1080/19406940.2018.1528993>
- Rahim, F. B. T., y Zainuddin, Y. B. (2019). The impact of technological innovation capabilities on competitive advantage and firm performance in the automotive industry in Malaysia. *AIP Conference Proceedings*, 2059(1), 020030. <https://doi.org/10.1063/1.5085973>
- Romero, D., Sánchez, S., Rincón, Y., y Romero, M. (2020). Estrategia y ventaja competitiva: Binomio fundamental para el éxito de pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(4), 465-475. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34674>
- Sánchez, M. I., y Acosta, B. F. (2020). Capacidades de absorción: Integración estratégica entre aprendizaje tecnológico, resiliencia y competitividad empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(E-4); 528-547.
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Viberg, D., y Eslami, M. H. (2020). The effect of machine learning on knowledge-intensive R&D in the technology industry. *Technology Innovation Management Review*, 10(3), 87-97. <http://doi.org/10.22215/timreview/1340>
- Vitorino, V. A., y Moori, R. G. (2018). The role of technological capabilities in the competitive advantage of companies in the Campinas, SP Tech Hub. *Innovation & Management Review*, 15(3), 247-268. <https://doi.org/10.1108/INMR-06-2018-0035>
- Zhou, K. Z., y Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 31(5), 547-561. <https://doi.org/10.1002/smj.830>