



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía

Facultad de Economía • Universidad Autónoma de Yucatán

Infraestructura tecnológica en universidades públicas como base para la vinculación con la industria automotriz: el caso de la zona metropolitana de San Luis Potosí

Technological infrastructure in public universities as a basis for linking with the automotive industry: The case of the San Luis Potosi metropolitan area

Juan Carlos Neri Guzmán¹

Resumen

Esta investigación analiza la relación que existe entre las capacidades tecnológicas instaladas en las instituciones públicas de educación superior y las existentes en las empresas pertenecientes a la industria automotriz localizadas en la zona metropolitana de San Luis Potosí, como un punto de referencia para promover la vinculación y la realización de actividades de formación, investigación y transferencia tecnológica. En el estudio, se diseñó un instrumento que permite registrar las 148 tecnologías (hardware y software) características en la industria automotriz, las cuales se agruparon en 11 tipos y en tres niveles de madurez tecnológica (Chui et al., 2017) para evaluar cinco instituciones de educación superior y 28 empresas del sector. Los resultados muestran que la principal diferencia está en el peso que tienen las tecnologías tipo alta-óptima (robótica y celdas de manufactura) en las empresas respecto a las universidades (29.7% contra 9.4%, respectivamente). Asimismo, se identificó que existe un interés por parte de las empresas por llevar a cabo actividades de investigación y capacitación con las universidades (18% y 28.6%, respectivamente). Este estudio aporta a las investigaciones sobre las capacidades tecnológicas locales, pues no existen análisis a este nivel de detalle y son necesarios para orientar la política tecnológica del país y redefinir el papel de las instituciones de educación superior para coadyuvar en la mejora de la competitividad de la región. El estudio concluye que las universidades públicas registran una insuficiente infraestructura tecnológica, en particular la identificada como alta-óptima, lo que puede representar un límite para una eficiente vinculación con la empresa.

Palabras clave: capacidades tecnológicas, industria automotriz, vinculación empresa–universidades, madurez tecnológica, zona metropolitana de San Luis Potosí.

Clasificación JEL: O33, F63, I23, D24, D71.

1- Universidad Politécnica de San Luis Potosí, México

Correo electrónico: carlos.neri@upslp.edu.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-6797>



Abstract

This study analyzes the relationship between the technological facilities installed in public institutions of higher education and those existing in companies belonging to the automotive industry located in the metropolitan area of San Luis Potosi, as a reference point to promote linkages as well as activities of scientific research, training, and technology transfer. In this study, an instrument was designed to register the 148 technologies (hardware and software) characteristic in the automotive industry, which were grouped into 11 types and three levels of technological maturity (Chui et al., 2017) to evaluate five higher education institutions and 28 companies in the sector. The results show that the main difference is in the weight that high-optimal technologies (robotics and manufacturing cells) have in companies with respect to universities (29.7% vs 9.4%, respectively). Likewise, it was found that there is an interest on behalf of companies to carry out research and training activities with universities (18% and 28.6%, respectively). This study contributes to research on local technological capabilities, since there are no analyses at this level of detail and they are necessary to guide the country's technological policy and to redefine the role of higher education institutions to help improve the region's competitiveness. The study concludes that public universities have an insufficient technological infrastructure, particularly the one identified as high-optimal, which can represent a limit for an efficient linkage with enterprises.

Keywords: technological capabilities, automotive industry, universities—industry collaboration, technology maturity, metropolitan área of San Luis Potosi.

JEL classification: O33, F63, I23, D24, D71.

1. Introducción

1.1 El avance de la globalización a través del movimiento de empresas internacionales

La tendencia a la desconcentración de las grandes empresas y la consolidación de cadenas globales de valor hacia países con menores costos de operación han hecho que ciertas regiones en el mundo se vuelvan altamente concentradoras de industrias con uso intensivo en tecnología y mano de obra, tal es el caso de la industria automotriz y su localización en México (Álvarez, Carrillo y González, 2014).

Entre los sectores industriales identificados como de alta y media-alta tecnología están los siguientes: aeroespacial, equipo de cómputo, maquinaria, electrónica, comunicaciones, farmacéutica, instrumentos científicos, vehículos de motor, equipo eléctrico, productos químicos y equipo de transporte (Hatzichronoglou, 1997; OECD, 2013, 2018).

Si bien se reconoce que existe una tendencia hacia la localización o relocalización de empresas de alta tecnología hacia países en desarrollo, este fenómeno responde al cumplimiento de ciertas condiciones económicas, políticas y sociales por parte de los países receptores (entidades o ciudades). Entre los principales factores de atracción están: la proximidad geográfica a insumos, ser-

vicios y demanda; el bajo costo de los factores productivos; suficiencia y especialización de la mano de obra; acceso a vías de comunicación; disposición de parques o zonas industriales con servicios como aduanas internas; acceso a vías de ferrocarril; servicios Shelter; presencia de instituciones de educación superior; centros de capacitación; disposición de energía eléctrica, gas, combustible, internet y agua potable; facilidades fiscales y presencia de empresas con actividades complementarias a la industria; lo que en conjunto, hacen posible la aparición de economías de aglomeración y la presencia de rendimientos crecientes (Klier y Rubenstein, 2013). Estas condiciones han sido propiciadas por México desde su entrada formal al libre comercio, a mediados de los años ochenta.

El caso de México y la industria automotriz es relevante, pues logró avanzar del décimo primer productor mundial de vehículos en 2007, al sexto en el año 2019 (OICA, 2020), destacando de manera importante la región centro-norte del país.

En San Luis Potosí, la llegada de la armadora de General Motors en 2007 sentó las bases para detonar el desarrollo de esta industria y la consecuente llegada de otras empresas internacionales proveedoras (Neri *et al.*, 2015), máxime con la recién entrada en operaciones en 2019 de una armadora más de la empresa BMW, la cual opera con altos estándares tecnológicos. En el año 2003, la fabricación de equipo de transporte en San Luis Potosí aportó el 15.7% de los empleados y el 16.6% de la producción bruta a la industria manufacturera; mientras que para el año 2018, esas aportaciones pasaron al 33.2% y 46.5%, respectivamente, lo que habla del cambio productivo y especialización automotriz en los últimos 15 años (INEGI, 2004, 2019), con indicadores muy por encima de los nacionales (19.9% y 30.4%, respectivamente).

En este sentido, el dominio de las grandes empresas en la economía nacional se ha incrementado, de tal manera que en el año 2018 generaban el 32% de los empleos y el 61% de la producción bruta nacional, mientras que en sectores como el automotriz estos indicadores alcanzaron el 93% y 95.9%, dejando a empresas pequeñas y medianas una participación limitada. Esta concentración se replica en entidades como San Luis Potosí, donde la industria automotriz ha registrado un auge inusitado, de tal manera que las grandes empresas en dicha industria, en los últimos 15 años, han pasado de crear el 86% del total de empleos en 2003, al 92.3% en 2018, y de aportar el 84.4% de la producción bruta al 96.1% (INEGI, 2004, 2019).

Esta investigación tiene por objetivo mostrar las similitudes y contrastes que tienen las instituciones de educación superior públicas con las empresas del sector automotriz respecto a las tecnologías que disponen, como un punto de referencia para promover la vinculación y realización de actividades de investigación y transferencia de tecnología en la zona metropolitana de San Luis Potosí. En este sentido, este artículo se estructura en cinco apartados, el primero aborda el contexto que da pertinencia a la investigación, el segundo aborda los aspectos metodológicos considerados, el tercero muestra los resultados obtenidos tanto en instituciones de educación superior como en empresas respecto al uso de tecnologías relacionadas con la industria manufacturera y un cuarto apartado aborda las conclusiones.

1.2 De los efectos de la relocalización industrial y alternativas viables

La corriente teórica que ha promovido la libre movilidad de empresas y capitales en el mundo es la de corte neoclásica, teoría económica dominante que plantea que es posible alcanzar el pleno empleo, atender las necesidades económicas y lograr una eficiente asignación de los recursos, a

través de la premisa de la apertura de los mercados de bienes y de capital a nivel internacional. No obstante, lo que se argumenta es que, al competir grandes empresas y sectores tecnológicamente modernos en países con rezagos productivos, se produce un daño colateral para estos últimos (Shaikh, 2005)¹. En este sentido, se ha desarrollado una corriente teórica muy importante que pone en evidencia el cumplimiento de estos postulados y muestra que se ha privilegiado la expansión de las empresas transnacionales (manufactureras y financieras), así como la medición del desarrollo a través de indicadores económicos; en adición, se ha inducido en la reducción de la capacidad de gestión de los gobiernos locales, lo que los ha limitado en atender los grandes problemas económicos y sociales. Esto ha agudizado, a su vez, el endeudamiento público, el aumento de la pobreza, la desigualdad, el uso intensivo de los recursos naturales y la alteración de los ecosistemas, entre otras, provocando un deterioro sistemático de la calidad de vida, principalmente, en los países en desarrollo (Saad-Filho, 2005; Duménil y Lévy, 2005; Mauksch y Rowe, 2016).

No obstante este contexto, algunos autores plantean que la construcción de un nuevo modelo económico, social y político para países en desarrollo sería costoso y llevaría mucho tiempo, por lo que proponen que la mejor alternativa es vincular la actividad empresarial local a las diferentes actividades económicas de las cadenas de valor a nivel regional e internacional. El reto es definir cómo encauzar una economía local que opera con baja-media tecnología, con una internacional que opera con alta tecnología. En este sentido, identifican como necesaria la participación de los diferentes actores relacionados con la cadena para crear un ambiente de negocios relacionados con la innovación e integración productiva y comercial (Saad-Filho, 2005 y Sturgeon, Van Biesebroeck y Gereffi, 2008)

Por su parte, Basulto, Medina y Martínez (2017) mencionan que, cuando las grandes empresas internacionales se instalan en países en desarrollo, también es posible consolidar cadenas de proveedores, diseñar estrategias para mejorar la posición competitiva (integración horizontal y vertical), articular redes para la generación e intercambio de conocimiento y promover la innovación, lo cual redundaría en grandes beneficios locales si se saben aprovechar.

Asimismo, Hansen (2008) considera que una manera en que las economías locales pueden aprovechar la presencia de las cadenas globales de valor es participando en políticas de clúster y en redes que promuevan la generación e intercambio de información, ideas y conocimientos que ayuden a crear ambientes que propicien la transferencia de tecnología y la innovación, así como una integración global en el mediano y largo plazo, para lo cual se requiere de un trabajo colaborativo entre empresas tractoras², gobierno, universidades, organismos empresariales y sociales.

Autores como Yeung, Weidong y Dicken (2006) y Sturgeon *et al.* (2008), reconocen que la intensa competencia internacional y la acelerada innovación en sectores como la industria automotriz, ha propiciado que se promueva no solo la relocalización de las actividades de manufactura, sino también actividades como el diseño, la investigación, la generación del conocimiento,

¹ Es decir, se busca convencer de que los países desarrollados deberían dedicarse a producir bienes de capital, mientras los países en vías de desarrollo deberían producir productos de consumo no duradero, lo que implica para los últimos generar productos de bajo valor agregado y depender de las importaciones de los primeros, así como del dominio de las empresas internacionales.

² Entendidas como las empresas cuyos mercados se orientan principalmente a la exportación.

la transferencia de tecnología, otrora centradas en los países sedes de las empresas líderes³, y se trasladen hacia economías emergentes como China, India, Brasil y México (Ruiz, 2016), dándole una nueva y mayor autonomía a las empresas y una acentuada relevancia a las redes de colaboración local para la realización de prácticas de innovación y transferencia de tecnología, para mejorar la competitividad. No obstante, para autores como De la Garza y Hernández (2018), el gran reto de las empresas del sector automotriz es su verdadera inserción en las economías locales a través de encadenamientos, hacia adelante y hacia atrás, con impactos positivos y significativos.

1.3 Del papel de las universidades y el desarrollo regional

Etzkowitz *et al.* (2008), reconocen que la globalización y la relocalización de empresas transnacionales hacia países emergentes y en desarrollo, han obligado a que las economías locales transiten hacia un régimen socioeconómico basado en el conocimiento, el cual otorga a sus economías la posibilidad de insertarse en el contexto de la competencia internacional y superar sus problemas de industrialización. En este sentido, reconoce al modelo de la triple hélice como una estrategia de trabajo colaborativo entre empresas, gobierno y universidades para incentivar la innovación y la transferencia tecnológica.

Asimismo, Etzkowitz (2004) y Clark (1998, 2001) identifican que, si bien la universidad representa el agente ideal para promover la difusión del conocimiento y las prácticas de innovación en las empresas, requieren adaptarse y transitar de un modelo que ofrece enseñanza tradicional y realizar actividades de investigación, hacia uno que le permita llevar a cabo actividades de emprendimiento para promover la innovación, incrementar la productividad, favorecer la modernización, la transferencia del conocimiento y el desarrollo tecnológico para atender problemas sociales y económicos, públicos y privados. Además, identifican que las universidades requieren de mayores libertades, infraestructura y autonomía para gestionarse de manera autosuficiente y autofinanciable.

En este sentido, la educación superior, la investigación y el desarrollo (I+D) se han convertido en factores determinantes para el desarrollo de la sociedad y del crecimiento continuo del sistema económico. En este contexto, las universidades son reconocidas como un factor de atracción y de ventaja competitiva para la inversión extranjera a una región, en particular las que realizan actividades de investigación (Davies y Meyer, 2004; Furman *et al.*, 2005).

Para cumplir con estas “nuevas funciones”, las universidades requieren contar con grupos de investigación que coadyuven a atender las prioridades del desarrollo, consolidar laboratorios de investigación–experimentación, gestionar emprendimientos de empresas y servicios, facilitar la transferencia de tecnología, participar en parques tecnológicos, crear redes científicas, consolidar áreas de vinculación para la realización de proyectos con empresas y otros actores externos, diseñar nuevas técnicas y metodologías, entre otras. En este sentido, Intarakumnerda, Gerdsrib y Teekasap (2012) identifican que este vínculo entre empresa-universidad debe ser dinámico y de largo plazo.

³ Destacando los casos de Detroit, Estados Unidos (GM, Ford y Chrysler, Toyota, Nissan); Colonia, Alemania (Ford); Rüsselsheim, Alemania (Opel, GM); Wolfsburg, Alemania (Volkswagen); Stuttgart, Alemania (Daimler-Benz); Paris, Francia (Renault); Tokio, Japón (Nissan, Honda), y Nagoya, Japón (Toyota).

Broström (2007) muestra que, en Europa las universidades se encuentran en un proceso de reingeniería para contar con una estructura de gestión, nuevas formas de financiamiento, de investigación colaborativa e infraestructura necesaria que les permita llegar a ser bastiones en la atención de las necesidades de la región y los problemas de las empresas. Esto implica también lograr la participación de los docentes, coordinación entre universidades, actualizar las competencias de los estudiantes y diseñar los mecanismos de financiamiento; pero también, el diseño de planes regionales de competitividad-innovación, coordinados por autoridades regionales, líderes y visionarias.

Thursby, Jensen y Thursby (2001) hablan sobre la necesidad de crear nuevos grupos de administradores universitarios, no necesariamente académicos, que realicen las funciones de vinculación con la industria, incluyendo oficinas de “transferencia de tecnología”. Bercowitz y Feldman (2004) por su parte, hacen hincapié en los nuevos roles de los profesores, que les permitan ofrecer servicios profesionales, más allá de las actividades académicas. Entre las limitantes, Broström (2007) identifica que el aumento en la demanda de educación superior (bono demográfico) ha provocado que las universidades dediquen poco tiempo a la investigación y la vinculación, por lo que se requiere definir nuevas formas de operar para mejorar su relación con la industria.

Si bien existen estudios que demuestran que existe una relación que genera efectos positivos (spillovers) entre las universidades y las empresas internacionales (Cantwell y Piscitello, 2005; Audretsch y Lehmann, 2006), las líneas de investigación más importantes sobre la industria automotriz se enfocan al estudio de relaciones laborales (salarios y profesionalización), prácticas de innovación, estrategias globales, inversión extranjera directa, localización y movilidad, crisis económicas, tecnología y cadenas globales de valor (De la Garza y Hernández, 2018), no obstante, autores como Deiacó y Melin (2006) hablan sobre la necesidad de contar con literatura que aborde las alianzas entre universidades y empresas, lo cual especifica más Broström (2007), al identificar la necesidad de estudios en dos grandes vertientes: a) describir la demanda de cooperación universitaria de la industria, y b) describir cómo funcionan las universidades para volverse más atractivas para la industria.

En este sentido, este estudio es pertinente y oportuno, pues aborda el análisis de la infraestructura tecnológica disponible en las instituciones de educación superior y cómo ésta se identifica con la de las empresas de la industria automotriz; asimismo, verifica si esta capacidad tecnológica se utiliza con fines de atender las necesidades de las segundas, para poder hablar de beneficios en común, tanto en la formación de profesionistas como en su capacidad para llevar actividades de vinculación, investigación y transferencia de tecnología. El estudio se enfoca en la zona metropolitana de San Luis Potosí, México, pero sus resultados pueden ser un referente para el desarrollo regional en un contexto del sector automotriz.

El estudio de las tecnologías usualmente es abordado a través de los enfoques de las capacidades tecnológicas o científicas, identificándose tanto con el desarrollo y aplicación del capital humano (conocimiento u habilidades) para el manejo, cambio o desarrollo de nuevas tecnologías (Torres, 2006; Hernández, 2017; Mendoza, Salazar y Hernández, 2017), como con estudios que toman en cuenta indicadores como los siguientes: el número de organismos implicados en la generación, difusión y uso del conocimiento (empresas, universidades, centros de investigación, parques industriales, etc.); el número de programas educativos según su tipo; el número de profesores investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores; la producción científica; el número de patentes registradas y de prácticas de innovación; el uso de tecnologías de la informa-

ción y comunicaciones; los recursos invertidos en programas de ciencia y tecnología; las becas de investigación asignadas; entre otros (Conacyt, 2018). El estudio más específico en México sobre el registro de tecnologías disponibles en empresas es probablemente la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); no obstante, el nivel de agregación que presenta es de activos fijos como maquinaria y equipo u equipo de cómputo y periféricos (INEGI, 2017). En este sentido, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT, 2014), reconoce que los estudios desarrollados en materia de medición de la ciencia y la tecnología requieren ser más amplios, complementarios o particulares; por lo cual, este estudio sobre tecnologías industriales y su tipo y nivel tecnológico disponibles en instituciones públicas de educación superior y en empresas del sector automotriz, aporta a cubrir esta necesidad de información.

2. Metodología

Los resultados aquí presentados son producto de la ejecución del proyecto de investigación denominado “Centro de Capacitación de Capital Humano para la Industria Automotriz y su Cadena de Suministro”, llevado a cabo en la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, con apoyo del Fondo Mixto Conacyt – Gobierno del Estado de San Luis Potosí, en el periodo 2018-2019.

El objetivo de este estudio es identificar si existe una relación entre las capacidades tecnológicas instaladas en las instituciones públicas de educación superior y las existentes en las empresas pertenecientes a la industria automotriz localizadas en la zona metropolitana de San Luis Potosí, como un punto de referencia para promover la vinculación y la realización de actividades de formación, investigación y transferencia tecnológica. Los objetivos específicos se relacionan con:

- 1) Identificar las instituciones de educación superior y las características de las tecnologías disponibles relacionadas con la industria automotriz;
- 2) Identificar el tipo de tecnología, las necesidades de capacitación y la disponibilidad para la vinculación por parte de las empresas relacionadas con el sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí.

Algunas de las preguntas que se intentan responder con este estudio son: ¿Existe una infraestructura tecnológica en las instituciones públicas de educación superior que se identifique con las tecnologías utilizadas en las empresas relacionadas con la industria automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí?, ¿Existe capacidad (tecnológica, humana y de gestión) suficiente y disponible por parte de las instituciones de educación superior para atender las demandas de capacitación e investigación de las empresas relacionadas con la industria automotriz?, ¿Cuáles son las necesidades de capacitación en tecnologías especializadas que demandan las empresas relacionadas con la industria automotriz?, ¿Existe interés por parte de las empresas relacionadas con la industria automotriz por llevar a cabo convenios de colaboración con las instituciones de educación superior?

Este estudio es de carácter exploratorio-descriptivo y se plantea la hipótesis de que las instituciones de educación superior, en la zona metropolitana de San

Luis Potosí, cuentan con una infraestructura tecnológica que se identifica con la utilizada en la industria automotriz, pero el nivel tecnológico de la misma es bajo.

Para la identificación de las instituciones de educación superior y sus programas educativos relacionados con la industria automotriz se refirió al Anuario Estadístico de Educación Superior generado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior para el ciclo escolar 2016-2017 (ANUIES, 2018).

Respecto a la definición de capacidades tecnológicas y equipamiento especializado se recurrió a lo que el Fondo Mixto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (FOMIX-CONACYT) identifica como Infraestructura científica, refiriéndose a:

La infraestructura científica y tecnológica disponible en las Instituciones de educación superior que permite fortalecer la formación de recursos humanos, contribuye a la producción científica, favorece la colaboración institucional e impulsar el uso y desarrollo de nuevas tecnologías que apoyen la competitividad y la consolidación de los sectores estratégicos y prioritarios del Estado (FOMIX-CONACYT, 2018: 19).

Asimismo, se hizo relación a la definición de equipamiento especializado hecha por PROMEXICO, donde identifica a:

La maquinaria, equipo, tecnologías, herramientas, laboratorios, centros de diseño y metrología, disponibles para ofrecer servicios de I + D + i (Investigación – Desarrollo – Innovación) en la industria automotriz. Este equipamiento especializado facilita la producción, servicios, diseño, producción de piezas y prototipos, realización de pruebas, medida y control de la calidad de los procesos y productos. El equipamiento puede distinguir equipo de cómputo, equipo de medición y pruebas, equipo de manufactura y de diseño (PROMEXICO, 2017: 43).

Para contar con una identificación y clasificación de las tecnologías relacionadas con la industria automotriz, se recurrió a hacer un inventario de las mismas registrando un total de 148 tecnologías diferentes, incluyendo tanto máquinas (69.6%) como sistemas digitales (30.4%), las cuales fueron clasificadas en 11 categorías según su tipo y características; a su vez, éstas fueron agrupadas en tres niveles de madurez tecnológica, de acuerdo al criterio tomado por Chui *et al.* (2017) para la industria manufacturera: madurez baja-media, media-alta y alta-óptima, tal como se muestra en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Tipo de tecnologías según características y nivel de madurez tecnológica

Madurez baja y media	Madurez media y alta	Madurez alta y óptima
Introducir elementos básicos	Utilizar automatización tradicional al máximo	Desplegar métodos de automatización de vanguardia
<ul style="list-style-type: none"> • Instalar sensores básicos (temperatura, precisión, flujo) y automatizar la ejecución de tareas simples. • Crear procesos básicos para identificar, evaluar e implementar automatización. • Realizar programación básica para automatizar tareas simples. <p>[1. Hidráulica y Electrohidráulica, 2. Neumática y Electroneumática, 3. Herramientas de medición, y 4. Máquinas - Herramientas – Herramientales]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar infraestructura completa de sensores para diseñar procesos altamente automatizados (control avanzado de proceso). • Instalar sensores más complejos (sistemas de visualización, análisis de muestras en línea, etc.). • Crear centros de excelencia en automatización, con un grupo de PyMEs dando soporte a una red de plantas en forma consistente. • Implementar programación avanzada para sacar provecho de las rutinas de optimización (aprendizaje automático). <p>[5. Inyección de plástico, 6. Control Numérico Computarizado (CNC), 7. Electricidad y Electrónica, 8. Controlador Lógico Programables (PLC)]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar y utilizar robótica avanzada (robótica colaborativa, vehículos guiados en forma automatizada, etc.). • Automatizar una cantidad considerable de tareas indirectas adicionales a las tareas del área de producción (ingeniería, gestión, etc.). • Emplear las herramientas más modernas de optimización (redes neurales, inteligencia artificial, etc.). <p>[9. Robótica, 10. Celdas de Manufactura, 11. SCADA]</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Chui *et al.* (2017)

Cuadro 2. *Tecnologías (marcas de equipo y software) identificadas en la industria automotriz*

<p><u>Tecnologías en Robótica:</u> Kuka, ABB, Fanuc, Kawasaki, Epson, Mitsubishi, Motoman, Kuka AG Robotics, ABB RobotStudio, Fanuc RoboGuide, KCong/KRoset, RC+5.0, Melfa Basic IV y V, MotoSim EG-VGR.</p>
<p><u>Tecnologías en Electricidad y Electrónica:</u> SIEMENS, National Instruments, Rockwell Automation, Schneider, YASKAWA, HITACHI, BALDOR, Altium.</p>
<p><u>Tecnologías Neumática y Electroneumática:</u> FESTO, EXAIR, Allen-Bradley, HYMSSA, SMC, SICK, DAYCA.</p>
<p><u>Tecnologías Hidráulica y Electrohidráulica.</u> FESTO, ABB, Mil-TEK, AKRON, Fluidica, Gimbel, McLANE.</p>
<p><u>Tecnologías PLC (Controlador Lógico Programable):</u> SIEMENS, Rockwell Automation, Schneider, MITSUBISHI, Realgames, ABB, EATON, EMERSON, SMC, Hoffman, Fanuc.</p>
<p><u>Tecnologías de Inyección de plástico:</u> ASB, MILACRON, SONLY, YIZUMI, männer, Haitian, Krauss Maffei, Fanuc.</p>
<p><u>Tecnologías CNC (Control Numérico Computarizado):</u> VIWA, EMCO, Kuka, Travis, TOYODA, Walter AUER AG, MasterCAM, WinNC, CADCONCEP.</p>
<p><u>Tecnologías de Celdas de Manufactura:</u> FESTO, Kuka, Kawasaki, EPSON, ABB, Fanuc.</p>
<p><u>Tecnologías SCADA:</u> SIEMENS, GE Fanuc, Rockwell Automation, Schneider, Omron; National instruments, Win CC, Cimplicity, RS View 32, In TOUCH, SCS, Logitec, US Data, Virgo 2000, Oracle.</p>
<p><u>Herramientas de medición:</u> Laboratorio de metrología. micrómetro, vernier, vernier de alturas, indicadores de carátula, durómetro, comparador óptico, anemómetro, cámara térmica, microscopio, microespectrofotómetro, osiloscopios, rugosímetro, máquina de medición por coordenadas, equipo para metalografías.</p>
<p><u>Máquinas, Herramientas, Herramentales:</u> Torno convencional, fresadora convencional, cizalla, roladora, dobladora, taladro de banco, sierra cinta, sierra de disco, rectificadora, máquina para soldadura TIG y MIG, moldeadora, hornos de tratamiento térmico, troqueles, cepilladora, embaladora, remachadora, brochadora, moldes, máquinas de costura, erosionadora, impresora 3D, máquina de prototipado rápido y herramientas manuales (martillos, pinzas, entre otros).</p>

Fuente: Elaboración propia con la participación de profesores expertos en ingeniería en sistemas y tecnologías de manufactura.

Para registrar el equipamiento y tecnologías disponibles en las instituciones de educación superior y las empresas, se diseñó un formato de registro para cada una de las tecnologías disponibles, tanto en los laboratorios o talleres en las universidades, como en los centros o líneas de producción en las empresas. El formato también registró información sobre personal que opera las tecnologías, año de adquisición e intensidad de uso. En el diseño y la recolección de la información participaron ingenieros con experiencia en la industria automotriz (Neri, Martínez y Rojas, 2020).

Las instituciones públicas de educación superior localizadas en la zona metropolitana de San Luis Potosí son: la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí (ITSLP), la Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí (ITSSLP), la Universidad Tecnológica de San Luis Potosí (UTSLP) y la Universidad Intercultural de San Luis Potosí (UICSLP), de las cuales no participó el ITSLP por no contar con un vínculo en el momento del estudio.

Para estimar el número de empresas a estudiar se utilizó el criterio del tamaño de la muestra según la proporción de una población cuando se conoce su tamaño con un nivel de confiabilidad del 85% y un error de 0.08, con una respuesta del 65%. El formato para el registro de las tecnologías fue llenado por responsables de las áreas de producción.

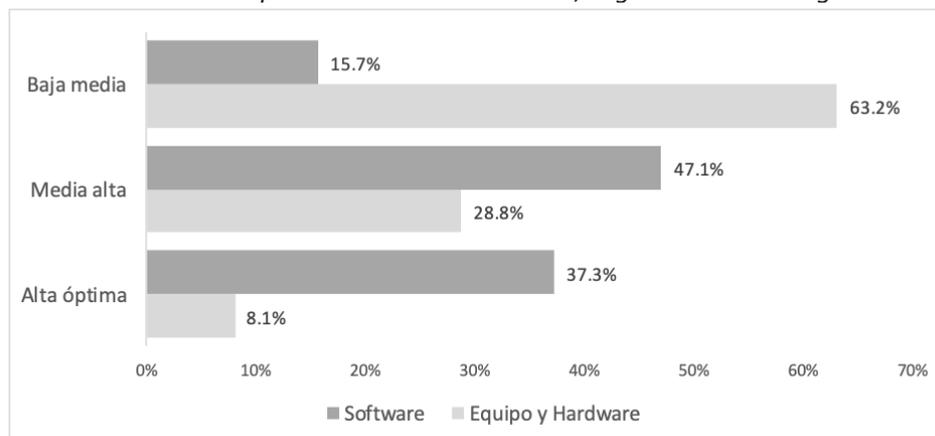
Los resultados se presentan en dos apartados. El primero muestra las características de las tecnologías industriales relacionadas con la industria automotriz y que están presentes en las instituciones de educación superior. El segundo, muestra las características de las tecnologías industriales en las empresas de la industria automotriz. Finalmente, se exponen las conclusiones y reflexiones sobre el papel de las tecnologías industriales como factor de vinculación entre empresas y universidades en la industria automotriz.

3. Resultados

3.1 Infraestructura tecnológica disponible en instituciones de educación superior

En las instituciones de educación superior públicas de la zona metropolitana de San Luis Potosí se registran un total de 1 053 tecnologías relacionadas con el sector automotriz y su cadena de suministro, de las cuales el 8.1% están clasificadas como de alta-óptima, el 28.8% como media-alta y el 63.2% como media-baja. Por su parte, respecto al uso de software, es utilizado en mayor proporción en la tecnología media-alta (47.1%) y la alta-óptima (37.3%), como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. *Tecnologías relacionadas con la industria automotriz en instituciones de educación superior de la zona Metropolitana de San Luis Potosí, según nivel tecnológico*



Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

De las tecnologías identificadas como alta-óptima, las más frecuentes son de tipo SCADA (71.8%) y Robótica (22.4%), de la media-alta, destacan los PLC (58.1%) y las tecnologías de Electricidad y Electrónica (35.6%), por su parte, de las tecnologías baja-media, sobresalen las Herramientas de medición (70.2%) y Herramientales (21.8%). En el cuadro 3 se muestran los detalles.

Cuadro 3. Concentración de tecnologías (en porcentajes) según nivel tecnológico, en instituciones de educación superior públicas de la zona metropolitana de San Luis Potosí.

Tecnología	Alta-óptima	Media-alta	Baja-media
Celdas de Manufactura	5.9%		
Robótica	22.4%		
SCADA	71.8%		
Inyección de plástico		2.0%	
CNC (Control Numérico Computarizado)		4.3%	
Electricidad y Electrónica		35.6%	
PLC (Controlador Lógico Programable)		58.1%	
Hidráulica y Electrohidráulica			2.3%
Neumática y Electroneumática			5.7%
Máquinas - Herramientas - Herramientales			21.8%
Herramientas de medición			70.2%
Total (unidades)	85	303	665

Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

Por su número, el tipo de tecnologías más comunes en las instituciones de educación superior son las Herramientas de medición, los PLC, Herramientales y de Electricidad y Electrónica (véase cuadro 4).

Cuadro 4. Concentración de tecnologías según su tipo, disponibles en instituciones públicas de educación superior relacionadas con la industria automotriz (en porcentajes)

Tipo de tecnología	Porcentaje
Celdas de Manufactura	0.5%
Robótica	1.8%
SCADA	5.8%
Inyección de plástico	0.6%
CNC (Control Numérico Computarizado)	1.2%
Electricidad y Electrónica	10.3%

PLC (Controlador Lógico Programable)	16.7%
Hidráulica y Electrohidráulica	1.4%
Neumática y Electroneumática	3.6%
Máquinas - Herramientas – Herramentales	13.8%
Herramientas de medición	44.3%

Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

3.2 Obsolescencia tecnológica

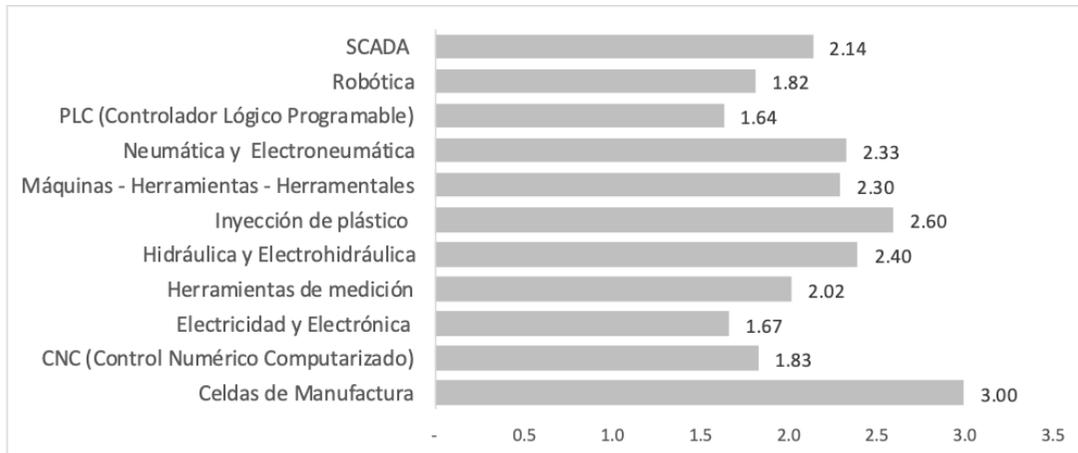
Si bien las tecnologías, máquinas y herramientas tienen un periodo de vida prolongado, la depreciación mengua su eficiencia al pasar los años. Los indicadores presentados muestran la siguiente escala: un valor cercano a uno significa que la tecnología muestra hasta tres años de uso, lo cual es bueno; un indicador próximo a dos representa tecnología con un uso entre cuatro y cinco años; un indicador cercano a tres muestra una vigencia de uso entre seis y 10 años; un indicador cercano a cuatro representa a la tecnología que tiene más de 10 años de uso y, por tanto, se considera más obsoleta.

Las tecnologías con mayor grado de obsolescencia presentes en las instituciones de educación superior relacionadas con la industria automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí son las clasificadas como baja-media (2.2), seguidas de las alta-óptima (2.14) y las tecnologías media-alta (1.82) quienes registran menores niveles de obsolescencia, respectivamente.

Por su parte, el tipo de tecnologías con mayor grado de obsolescencia presentes en las instituciones de educación superior son las Celdas de manufactura, las cuales registran más de 10 años, la mayoría de las tecnologías registran un nivel de obsolescencia media (entre seis y 10 años), como las de Inyección de plástico, Hidráulica-Electrohidráulica, Neumática-Electroneumática, Máquinas-Herramientas, SCADA y Herramientas de medición; las tecnologías con nivel bajo de obsolescencia son los PLC, Electricidad-Electrónica, Robótica y de CNC (véase detalle en gráfica 2).



Gráfica 2. *Obsolescencia de las tecnologías disponibles en las instituciones de educación superior relacionadas con la industria automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, según tipo de tecnología*



Nivel de obsolescencia: 4 = Muy alta obsolescencia (mayor a 10 años); 3 = Media obsolescencia (entre 6 y 10 años); 2 = Baja obsolescencia (entre 4 y 5 años) y 1 = Muy baja obsolescencia (hasta 3 años).

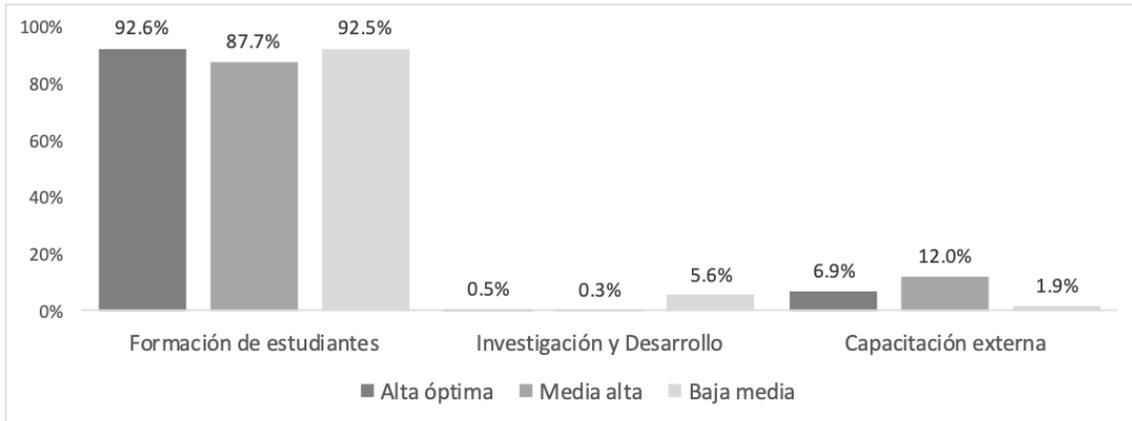
Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

3.3 Uso de las tecnologías

Los resultados muestran que las tecnologías disponibles en las instituciones de educación superior se destinan en un 91.6% del tiempo a la formación de estudiantes, en un 4.2% a realizar actividades de Investigación y Desarrollo y, en un 4.2% del tiempo a realizar actividades de capacitación externa.

En cuanto al tiempo de uso de las tecnologías destaca que la mayor parte del tiempo se orienta a cubrir necesidades de formación de estudiantes. Respecto al uso en investigación y desarrollo, la más destacable es la tecnología clasificada como baja-media a la cual se le dedica sólo el 5.6% del tiempo de uso; por su parte, en cuanto al tiempo de uso en capacitación externa el 12% se enfoca a tecnología media-alta y solo el 7% del tiempo de uso se emplea en tecnología alta-óptima (véase gráfica 3).

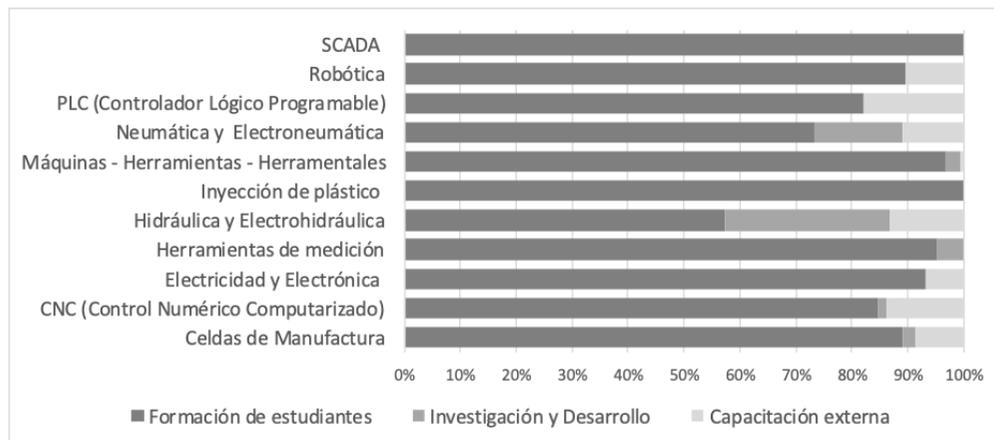
Gráfica 3. Tiempo de uso de las tecnologías disponibles en las instituciones de educación superior relacionadas con la industria automotriz, según tipo de uso y nivel de especialización de las tecnologías (porcentajes de uso)



Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

La mayoría de las tecnologías presentes en las instituciones públicas de educación superior, relacionadas con la industria automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, se utilizan para atender la formación de estudiantes, en un 92% en promedio. No obstante, hay tecnologías como la Hidráulica y Electrohidráulica y la Neumática y Electroneumática que en un 29% y 16% se utilizan para investigación y desarrollo, respectivamente. El tipo de tecnologías que en mayor proporción se utilizan para capacitación a externos son los PLC (18%), los equipos de CNC (14%) y las tecnologías de Hidráulica y Electrohidráulica (13%), como se ve en la gráfica 4.

Gráfica 4. Tecnologías según su tipo, relacionadas con la industria automotriz en las instituciones de educación superior según su uso (cifras en porcentajes)

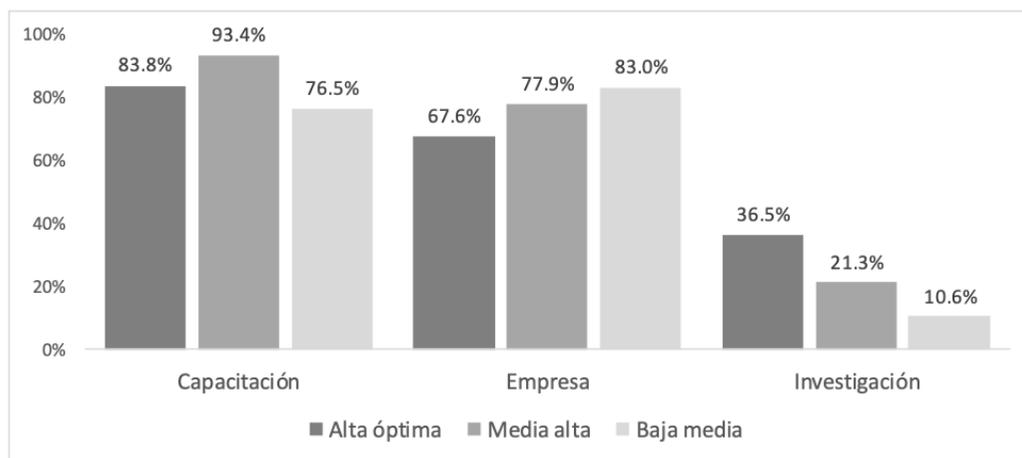


Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

3.4 Personal docente

En las instituciones de educación superior públicas relacionadas con la industria automotriz, en la zona metropolitana de San Luis Potosí, se registra un total de 821 docentes vinculados con el uso de las diferentes tecnologías. El 9% se identifican con el manejo de tecnologías clasificadas como alta-óptima, el 14.9% con tecnologías de nivel media-alta y el 76.1% con las tecnologías clasificadas como baja-media. De manera más específica, la mayoría del personal docente que atiende las tecnologías relacionadas con la industria automotriz tiene experiencia en la formación de personal humano (80%), pero también muestran una gran experiencia en trabajo en empresa (81%) y poca experiencia en proyectos de investigación (14.5%). Aquí es importante resaltar que de la experiencia que se cuenta en investigación, en un 36.5% los docentes la tienen con tecnología tipo alta-óptima, como se muestra en la gráfica 5.

Gráfica 5. Personal docente en instituciones de educación superior públicas de la zona metropolitana de San Luis Potosí según tipo de experiencia en el uso de tecnologías relacionadas con la industria automotriz, por nivel de especialización de las tecnologías



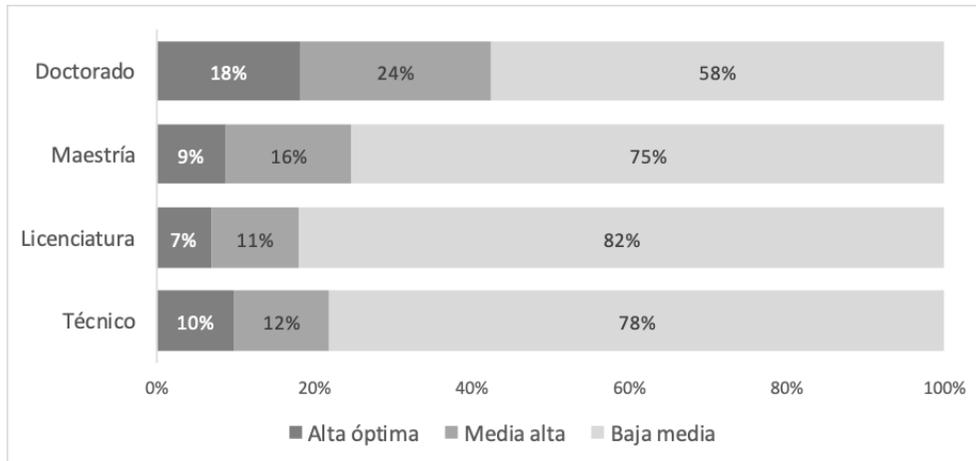
Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

De los docentes de las instituciones de educación superior públicas que utilizan las tecnologías relacionadas con la industria automotriz, el 8% tiene un nivel de estudios de doctorado, el 51.6% registra un nivel de maestría, un 30.3% alcanza el nivel de licenciatura y sólo un 10% registra estudios a un nivel técnico.

Los docentes que manejan las tecnologías relacionadas con la industria automotriz en las Instituciones de educación superior de la zona metropolitana de San Luis Potosí y que cuentan con un grado de doctorado atienden en un 58% tecnologías de nivel baja-media, el 24% de éstos trabajan con tecnologías de nivel media-alta y el 18% de ellos operan tecnologías de nivel alta-óptima. De los docentes con nivel maestría, el 75% manejan tecnologías de nivel baja-media, el 16% de media-alta y sólo el 9% trabajan con tecnologías de nivel alta-óptima. Es decir, a mayor

nivel de formación docente, mayor manejo de tecnologías especializadas, como se muestra en la gráfica 6.

Gráfica 6. Formación profesional del personal docente en instituciones de educación superior públicas de la zona metropolitana de San Luis Potosí responsable del uso de tecnologías relacionadas con la industria automotriz, según uso de tecnologías por su nivel de especialización



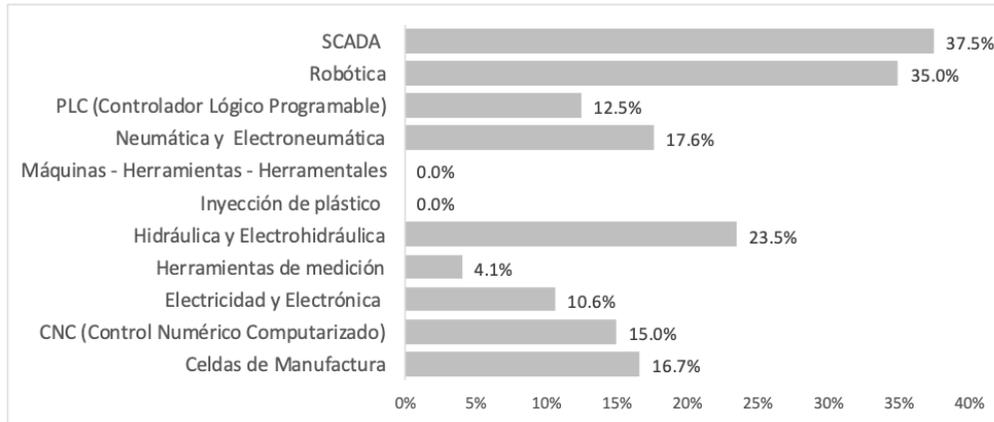
Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

3.5 Certificaciones en tecnologías

De los 821 docentes que trabajan en las instituciones de educación superior y que operan tecnologías relacionadas con la industria automotriz, sólo el 6.9% tienen alguna certificación en el manejo de estas tecnologías. Se encuentran certificados el 31% de los docentes que trabajan con las tecnologías de nivel alta-óptima el 11.5% de los que manejan las tecnologías de nivel media-alta y el 3.2% de los que operan las tecnologías de nivel baja-media.

La mayor proporción de profesores certificados según el tipo de tecnologías relacionadas con la industria automotriz lo está en tecnologías como SCADA (37.5%), Robótica (35%) e Hidráulica y Electrohidráulica (23.5%). Es decir, a mayor nivel tecnológico, mayor requerimiento de certificación de competencias, como se aprecia en la gráfica 7.

Gráfica 7. Docentes certificados en tecnologías relacionadas con la industria automotriz, y que están en instituciones de educación superior públicas de la zona metropolitana de San Luis Potosí, según tipo de tecnologías (participación porcentual para cada tipo de tecnología)



Fuente: Elaboración propia con información de instituciones públicas de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018. Nota: Los porcentajes no suman el 100% debido a que son preguntas independientes.

3.6 Reconocimientos otorgados según formación en tecnologías

Las instituciones de educación superior que forman estudiantes y otorgan servicios de capacitación a externos conceden diferentes tipos de reconocimientos. Para el caso de estudiantes, al 70% de los cursos de formación en tecnologías relacionadas con la industria automotriz se les otorga créditos escolares, al 27% se les extiende constancias y sólo a un 3% se les otorga alguna certificación con reconocimiento a nivel nacional. Por su parte, para cursos en tecnologías para externos, al 96% se les otorga una constancia y sólo al 4% se les otorga una certificación con reconocimiento a nivel nacional.

Las certificaciones otorgadas para externos, por formación en tecnologías relacionadas con la industria automotriz en instituciones públicas de educación superior, se concentran en dos tecnologías: el 67% en Electricidad y Electrónica y el 33% en Herramientas de medición. Respecto a las certificaciones otorgadas para estudiantes, el 33% se otorgan en PLC, el 17% en Robótica, el 17% en Neumática y Electroneumática, el 17% en Hidráulica y Electrohidráulica y el 17% en Celdas de manufactura.

3.7 Características de las tecnologías en las empresas del sector automotriz

De las 28 empresas participantes en el estudio⁴ y que pertenecen al sector automotriz⁵, el 64.3%

4 En San Luis Potosí, existen un total de 233 empresas registradas en el sector automotriz, las cuales generan un total de 82 000 empleos (Sedeco, 2018)

5 Entre las empresas que participaron en este estudio están: Cummins, BMW, Bosch, General Motors, Faurecia, Draexlmaier, Festo, Remy, Magna, Lear, West Rock, Eaton, ABB, Valeo, Good Year, Metalsa, Borgwarner, Thyssenkrupp, entre otras.

se clasifica como grandes empresas, el 28.6% como medianas y el 7.1% como pequeñas⁶. En estas empresas, las tecnologías que mayor presencia tienen son las relacionadas con tecnología baja-media en un 41.4%, las tecnologías alta-óptima en un 29.7% y media-alta con 29%, respectivamente. Según el tipo de tecnología, las que tienen mayor presencia en las empresas son Máquinas y Herramientas (14.5% del total), Robótica (12.4%), CNC (11%), Celdas de manufactura (10.3%) y Herramientas de medición (10.3%), como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Concentración de tecnologías según su tipo, disponibles en empresas relacionadas con la industria automotriz (datos en porcentajes)

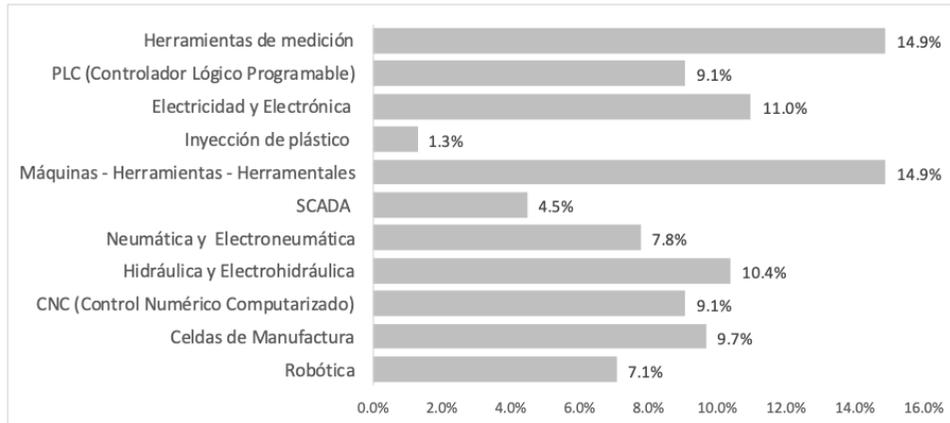
Tipo de tecnología	Porcentaje
Robótica	12.4%
Celdas de Manufactura	10.3%
CNC (Control Numérico Computarizado)	11.0%
Hidráulica y Electrohidráulica	8.3%
Neumática y Electroneumática	8.3%
SCADA	6.9%
Máquinas - Herramientas – Herramientales	14.5%
Inyección de plástico	0.7%
Electricidad y Electrónica	8.3%
PLC (Controlador Lógico Programable)	9.0%
Herramientas de medición	10.3%

Fuente: Elaboración propia con información de empresas del sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

Por su parte, la capacitación que registran las empresas del sector automotriz se concentra en mayor proporción en tecnologías de nivel de especialización baja-media (48%), seguida en tecnologías media-alta (30.5%) y alta-óptima (21.4%), respectivamente. De manera particular, el tipo de tecnología que mayor demanda de capacitación registra en las empresas son Máquinas-Herramientas (14.9%), Herramientas de medición (14.9%), Electricidad y Electrónica (11%), Hidráulica y Electrohidráulica (10.4%) y Celdas de manufactura (9.7%), como se muestra en la gráfica 8.

⁶ Se retoma el criterio de INEGI, según el cual las pequeñas empresas registran hasta 50 empleados, las medianas de 51 a 250 y las grandes empresas cuentan con 251 o más.

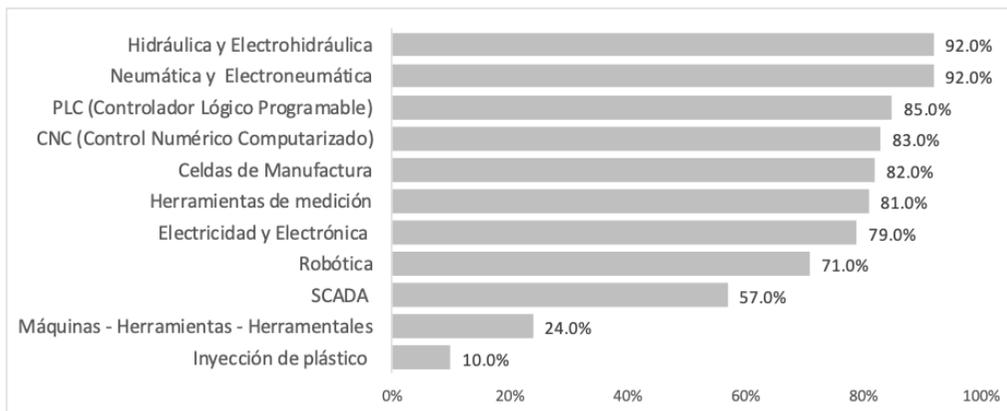
Gráfica 8. Capacitación recibida (en porcentajes) en tecnologías en empresas relacionadas con la industria automotriz



Fuente: Elaboración propia con información de empresas del sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018.

Por otra parte, las empresas relacionadas con la industria automotriz reconocen que las tecnologías a las que mayor grado de importancia y prioridad les otorgan para llevar a cabo acciones de capacitación son Hidráulica y Electrohidráulica, Neumática y Electroneumática, PLC, CNC, Celdas de manufactura y Herramientas de medición (ver gráfica 9).

Gráfica 9. Nivel de importancia en capacitación según tipo de tecnologías en empresas relacionadas con la industria automotriz (porcentajes en categorías de muy alta y alta importancia)



Fuente: Elaboración propia con información de empresas del sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018. Nota: Los porcentajes no suman el 100% debido a que son preguntas independientes.

El estudio muestra que el 58% de las actividades de capacitación, llevadas a cabo en las empresas sobre tecnologías especializadas en la industria automotriz, han sido para operarios, el 26% se han canalizado para líderes y supervisores en las áreas de producción, el 9.7% a especialistas (que incluye áreas de calidad e investigación) y el 5.8% ha involucrado a gerentes o directores administrativos de las empresas.

En las empresas relacionadas con la industria automotriz, el personal encargado de operar el equipo y tecnologías especializadas tiene, predominantemente, formación técnica, lo que representa un 49%, el 37% cuenta con estudios a nivel licenciatura, un 12% cuenta con una maestría y el 1% cuenta con estudios a nivel doctorado.

3.8 Disposición a la capacitación y vinculación

La evidencia teórica y de operación muestra que, además de contar con una eficiente infraestructura tecnológica y un equipo de trabajo altamente capacitado, las empresas se vuelven agentes del cambio económico cuando logran desarrollar capacidades que favorecen y facilitan su consolidación, tales como la vinculación.

En este sentido, la vinculación le permite a las empresas generar, recibir y difundir información, conocimientos, experiencia y tecnología de agentes económicos localizados en el entorno de negocios como proveedores, clientes, socios, competidores, proveedores de servicios especializados, ferias tecnológicas, revistas especializadas, patentes, consultoras tecnológicas, escuelas técnicas, centros de investigación y de transferencia de tecnología, cámaras empresariales, instituciones financieras, universidades públicas y privadas, entre otros.

De hecho, la vinculación es la actividad que le permite a las empresas consolidar sus actividades de I+D+i⁷, por lo que además de realizar acuerdos de colaboración, las empresas consolidan dentro de su infraestructura de producción áreas especializadas como centros de diseño, laboratorios de pruebas y metrología, centros de capacitación y otros. Estas instalaciones permiten integrar a la empresa en los tres vértices del triángulo del conocimiento: educación, investigación e innovación⁸.

Este estudio muestra que el 18% de las empresas relacionadas con la industria automotriz y su cadena de suministro estarían en condiciones de llevar a cabo proyectos o convenios de colaboración con instituciones de educación superior en términos de investigación, vinculada con las tecnologías especializadas en el sector. De la misma manera, las empresas muestran una buena disposición por llevar a cabo convenios de colaboración con las instituciones de educación superior para realizar actividades de capacitación. De hecho, 28.6% de ellas estarían dispuestas a los formalizarlos.

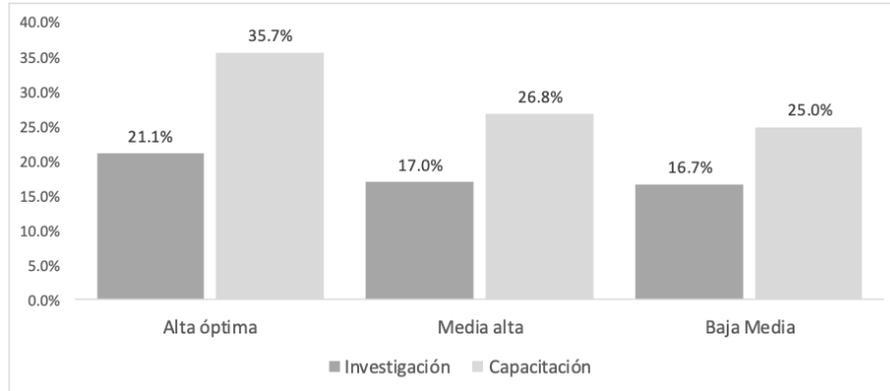
Los resultados muestran evidencia de que existe una mayor disposición de las empresas relacionadas con la industria automotriz para realizar convenios de colaboración en materia de capacitación, respecto a los de investigación. No obstante, es notable que las empresas muestran un mayor interés en realizar acuerdos (tanto de capacitación como de investigación) en tecno-

⁷ Se refiere a Investigación + Desarrollo + Innovación, en la cual la investigación representa inversión en capital para obtener conocimiento, el cual al ser aplicado genera innovación que permite obtener capital, por lo que la investigación propicia el retorno de la inversión, volviéndose una actividad prioritaria para el desarrollo y de interés para los gobiernos y las empresas.

⁸ También se consideran parte de la infraestructura científica los recursos basados en el conocimiento, tales como archivos, bases de datos, etc.; además de tecnologías TIC capacitadoras, tales como grids, software de computación e infraestructuras de comunicación.

logías relacionadas con los niveles de especialización alta-óptima, con respecto a tecnologías media-alta y baja-media (en ese orden), como se aprecia en la gráfica 10.

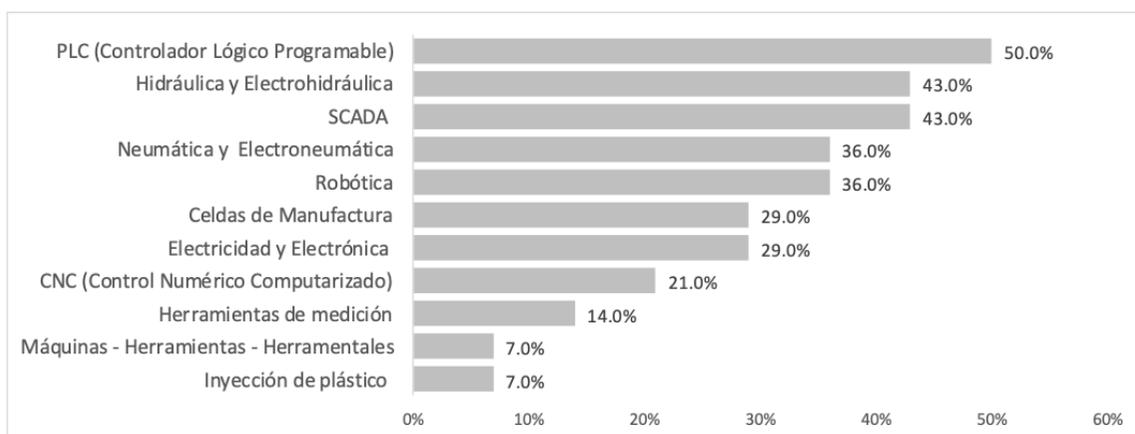
Gráfica 10. Porcentaje de empresas relacionadas con la industria automotriz en disposición de realizar convenios o proyectos de colaboración en investigación o capacitación según nivel de especialización de las tecnologías dominantes en el sector



Fuente: Elaboración propia con información de empresas del sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018. Nota: Los porcentajes no suman el 100% debido a que son preguntas independientes.

Finalmente, la gráfica 11 demuestra que las empresas relacionadas con la industria automotriz y su cadena de suministro registran un mayor interés en realizar convenios de capacitación con instituciones de educación superior, dando atención prioritaria a tecnologías como PLC, Hidráulica y Electrohidráulica, SCADA, Neumática y Electroneumática y Robótica.

Gráfica 11. Porcentaje de empresas relacionadas con la industria automotriz en disposición de realizar convenios de colaboración en capacitación según tipo de tecnologías dominantes en el sector



Fuente: Elaboración propia con información de empresas del sector automotriz en la zona metropolitana de San Luis Potosí, 2018. Nota: Los porcentajes no suman el 100% debido a que son preguntas independientes.

4. Conclusiones

Con este estudio, se logró identificar que existe una diferencia entre la proporción de tecnologías industriales existentes en las empresas, respecto a las disponibles en las universidades, con mayor énfasis en las de tipo alta-óptima, donde el peso en las empresas es de 29.7% y en las instituciones de educación superior es de 9.4%. Esto que pudiera representar una oportunidad para que las universidades incrementen sus capacidades tecnológicas con énfasis en las que tienen una mayor madurez tecnológica y estar en condiciones de ofrecer una mejor preparación y atención a las necesidades del sector productivo.

En cuanto a disposición de tecnologías, existe una gran diferencia entre la proporción que disponen las empresas y las universidades y, tomando como referencia las empresas, las diferencias más significativas por tipo de tecnologías son en: Robótica, Celdas de manufactura, CNC, Hidráulica y Electrohidráulica, Neumática y Electroneumática. Lo anterior representa un área de oportunidad para las instituciones de educación superior para fortalecer su infraestructura en tecnología industrial identificada con el sector automotriz y las empresas relacionadas con su cadena de suministro.

En lo que respecta a la capacitación otorgada por las instituciones de educación superior en tecnologías identificadas en la industria automotriz y la capacitación que las empresas identifican como prioritaria, la mayor diferencia se presenta en las de Neumática y Electroneumática, Herramientas de medición, Hidráulica y Electrohidráulica, Celdas de manufactura, Electricidad y Electrónica, CNC, PLC, Robótica y SCADA, respectivamente, por lo que las universidades deberían tomar en cuenta este criterio para enfocar su política de formación y capacitación externa.

En las empresas, el personal que opera las tecnologías tiene mayoritariamente preparación técnica y licenciatura, lo que representa el 86% del personal; mientras que en las universidades esto representa sólo el 40%. Por su parte, los operarios de tecnologías en empresas con nivel de maestría y doctorado representan sólo un 13%, mientras que en universidades esta proporción alcanza casi el 60%, lo que puede representar una ventaja comparativa de las instituciones de educación superior para favorecer la vinculación con las empresas del sector para apoyar actividades relacionadas con: investigación, desarrollo tecnológico, innovación, transferencia de tecnología, estancias de investigadores en empresas, actividades conjuntas en los centros de investigación, calidad, innovación, diseño, laboratorios de prueba y centro de capacitación.

Las empresas relacionadas con la industria automotriz muestran interés por llevar a cabo acciones de vinculación con las instituciones de educación superior. El 18% de ellas está dispuesta a realizar actividades de investigación de manera conjunta y el 28.6% a realizar actividades de capacitación. Esto es relevante considerando la situación de uso de las tecnologías industriales y los docentes que las operan en las universidades. Respecto al uso de la infraestructura tecnológica relacionada con el sector automotriz, sólo el 4.2% del tiempo de uso se dedica a actividades de investigación y desarrollo, y el 4.2% se emplea a realizar actividades de capacitación externa. Con relación al personal que opera las mismas tecnologías, es relevante que el 81% muestra tener experiencia en empresa y el 14.5% revela tener experiencia en proyectos de investigación. Esto refleja que la disponibilidad de vinculación de las empresas y requerimientos de investigación y capacitación con las universidades pueden ser viables al menos por la disposición de personal docente, pero pueden verse limitadas por la suficiencia de tecnologías y el tiempo de uso de las mismas.

Finalmente, el estudio resalta que las empresas están dispuestas a la vinculación con las universidades, no obstante, ponen mayor prioridad en capacitación e investigación en tecnologías relacionadas con la industria automotriz con un mayor grado de madurez tecnológica, e identifican una mayor preferencia en PLC, SCADA, hidráulica y electrohidráulica, robótica, neumática y electroneumática, celdas de manufactura y electricidad y electrónica.

En este estudio se buscó verificar que las instituciones de educación superior en la zona metropolitana de San Luis Potosí contaran con una infraestructura en tecnologías relacionada con la industria automotriz, con un nivel tecnológico bajo. Pero lo que se encontró es que es más bien insuficiente, en particular en tecnologías con un nivel de madurez alta-óptima, para atender los requerimientos de vinculación, capacitación e investigación, por parte de las empresas del sector.

Es importante reconocer que las instituciones de educación superior requieren tener un papel más activo para atender las necesidades de la sociedad y de sus sectores prioritarios. Para el caso de la industria automotriz, les demanda mayor vinculación e incorporar mayor tecnología, en particular de mayor madurez tecnológica, e incrementar sus acciones de vinculación.

Etzkowitz *et al.* (2008) mencionan que las instituciones de educación superior deben de transitar de ofrecer una enseñanza tradicional y realizar actividades de investigación, hacia realizar actividades de emprendimiento que les permita promover la innovación, incrementar la productividad, favorecer la modernización, la transferencia del conocimiento y el desarrollo tecnológico, para atender problemas sociales y económicos. En este sentido, es importante que las universidades cuenten con instalaciones y áreas administrativas exclusivas para prestar servicios externos de capacitación y llevar a cabo proyectos de investigación relacionados con la innovación y transferencia de tecnología no solo para empresas del sector automotriz sino que incluya también a las empresas locales para que puedan convertirse en “verdaderos” proveedores en las cadenas de valor y poder avanzar en la articulación productiva y la difusión de los beneficios positivos para la región centro del país.

El papel de la universidad debe entenderse en el contexto de la sociedad basada en el conocimiento donde se promueve la innovación a la par de la industria y el gobierno, lo que implica mejorar la productividad, la rentabilidad y los ingresos de las personas, y con ello, elevar la calidad de vida y la competitividad de las empresas en la zona metropolitana de San Luis Potosí.

5. Bibliografía

- Álvarez, L., J. Carrillo y M.L. González (coords.). 2014. *El Auge de la Industria Automotriz en México en el Siglo XXI: Reestructuración y Catching Up*, Distrito Federal, Publicaciones Empresariales, UNAM-FCA Publishing.
- ANUIES. 2018. *Anuario Estadístico de Educación Superior, Ciclo Escolar 2016-2017*, en <http://www.anuiies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Audretsch, D.B. y E. Lehmann. 2006. “Do locational spillovers pay? Empirical evidence from German IPO data”, *Economics of Innovation and New Technology*, 15(1): 71–81.
- Basulto, C.A., O.J. Medina y H.T. Martínez. 2017. “La industria automotriz localizada en Aguascalientes”, en J.C. Neri, M.E. Ibarra, M.A. De la Rosa y M.A. Vega. 2017. *Políticas de Gestión y Estrategias para Fortalecer el Desarrollo Local de México*, México, Plaza y Valdés.

- Bercowitz, J. y M. Feldman. 2004. *Academic Entrepreneurs: Social Learning and Participation in University Technology Transfer*, artículo presentado como trabajo en progreso, en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.6568&rep=rep1&type=pdf>
- Broström, A. 2007. *Collaboration for Competitiveness Towards a New Basis for Regional Innovation Policy*, SISTER Working Paper (inédito).
- Cantwell, J. y L. Piscitello. 2005, "Recent location of foreign research and development by large multinational corporations in the European regions: The role of spillovers and externalities", *Regional Studies*, 31(1): 1–16.
- Chui, M., K. George, J. Manyika y M. Miremadi. 2017. *Hombre + Máquina: Una Nueva Era de Automatización en Manufactura*, McKinsey Global Institute, en <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/human-plus-machine-a-new-era-of-automation-in-manufacturing/es-es>
- Clark, B. 1998. *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*, Reino Unido, Emerald Group Publishing.
- Clark, B. 2001. "The entrepreneurial university: New foundations for collegiality, autonomy, and achievement", *Higher Education Management*, 13: 9–24.
- CONACYT. 2018. *Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, en <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2018/4929-informe-general-2018/file>
- Davis, L.N. y K.E. Meyer. 2004. "Subsidiary research and development, and the local environment", *International Business Review*, 13(3): 359–382.
- De la Garza, T.E. y M. Hernández. 2018. *Configuraciones Productivas y Laborales en la Tercera Generación de la Industria Automotriz Terminal en México*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- Deiaco, E. y G. Melin. 2006. "Considerations on university alliances: Motives, risks and characteristics", SISTER Working Paper, núm. 2006:55.
- Duménil, G. y D. Lévy. 2005. "The neoliberal (counter-) revolution", en A. Saad-Filho y D. Johnston (eds.), *Neoliberalism: A Critical Reader*, Londres, Pluto Press,
- Etzkowitz, H. 2004. "The evolution of the entrepreneurial university", *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1): 64-77.
- Etzkowitz, H., M. Ranga, M. Benner, L. Guarany, A.M. Delaunay y R. Kneller. 2008. "Pathways to the entrepreneurial university: Towards a global convergence", *Science and Public Policy*, 35(9): 681-695.
- FCCyT. 2014. *Diagnósticos Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014*, San Luis Potosí, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.
- FOMIX-CONACYT. 2018. *Convocatoria Apoyos para la Infraestructura Científica y Tecnológica*, CONACYT.
- Furman, J.L., M.K. Kyle, I. Cockburn y R.M. Henderson. 2005. *Public and private spillovers, location and the productivity of pharmaceutical research*, NBER Working Paper, núm. 12509.
- Hansen, G.H. 2008. "The far side of international business: Local initiatives in the global workshop", *Journal of Economic Geography*, 8(1): 1–19.
- Hatzichronoglou, T. 1997. *Revision of the High-Technology Sector and Product Classification*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, núm. 1997/02.
- Hernández, J. 2017. "Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica", *Economía Teoría y Práctica*, 47: 65-98.

- INEGI. 2004. *Censos Económicos 2003, Sistema Automatizado de Información Censal*, en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
- INEGI. 2017. *Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET)*, en <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825109073>
- INEGI. 2019. *Censos Económicos 2008, Sistema Automatizado de Información Censal*, en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
- Intarakumnerda, P., N. Gerdasri y P. Teekasap. 2012. "The roles of external knowledge sources in Thailand's automotive industry", *Asian Journal of Technology Innovation*, 20(1): 85 –97.
- Klier, T. y J. Rubenstein. 2013. *The Growing Importance of Mexico in North America's Auto Production*, Chicago Fed Letter, núm. 310.
- Mauksch, S. y M. Rowe. 2016. "Austerity and social entrepreneurship in the United Kingdom: A community perspective", en J. Liddle (ed.), *Contemporary Issues in Entrepreneurship Research*, Reino Unido, Emerald Group Publishing Limited.
- Mendoza, J., B. Salazar y M. Hernández. 2017. "Diagnóstico y distribución de capacidades tecnológicas en México. Análisis y comparación entre entidades federativas", *Investigación Administrativa*, 46(120): 2-7.
- Neri, J.C., M. Martínez y C.C. Rojas. 2020. *Tecnologías Industriales como un Factor para Promover un Ecosistema de Innovación. El Caso de las Universidades Públicas y las Empresas de la Industria Automotriz y su Cadena de Suministro en la zona Metropolitana de San Luis Potosí*, México, Plaza y Valdés.
- Neri, J.C., P.I. González, B. López y M. Bednarek. 2015. "La industria automotriz en San Luis Potosí: evidencias de su desempeño 2007-2014", en J.C. Neri, M.E. Ibarra, M.A. Martínez y M.A. De la Rosa. 2015. *Prácticas Exitosas en la Implementación de Políticas de Innovación y Competitividad Local: "Redes de Conocimiento y Cooperación Empresa-Gobierno-Universidades-Centros de Investigación"*, México, Plaza y Valdés.
- OECD. 2013. *OECD Economic Surveys: Switzerland*, en http://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-che-2013-en
- OECD. 2018, *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption*, en https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-en
- OICA. 2020. *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2017 Production Statistics*, en <https://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/>
- PROMÉXICO. 2017. *Capacidades de los Servicios de I+D+i en la Industria Automotriz Mexicana*, en <https://ethic.com.mx/docs/estudios/Capacidades-IDi-industria-automotriz-mexicana.pdf>
- Ruiz, C. 2016. *Desarrollo y Estructura de la Industria Automotriz en México*, México, Fundación Friedrich Ebert.
- Saad-Filho, A. 2005. "The political economy of neoliberalism in Latin America", en A. Saad-Filho y D. Johnston (eds.), *Neoliberalism A Critical Reader*, Londres, Pluto Press.
- Sedeco. 2018. *Industria Automotriz y de Autopartes del Estado de San Luis Potosí*, en <http://www.sdeslp.gob.mx/estudios/Industria%20Automotriz.pdf>
- Shaikh, A. 2005. "The economic mythology of neoliberalism", en A. Saad-Filho y D. Johnston (eds.). *Neoliberalism A Critical Reader*, Londres Pluto Press.
- Sturgeon T., J. Van Biesebroeck y G. Gereffi. 2008. "Value chains, networks and clusters: Reframing the global automotive industry", *Journal of Economic Geography*, 8(3): 297–321.

- Thursby, J., R. Jensen y M.C. Thursby. 2001, "Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: A survey of major US universities", *Journal of Technology Transfer*, 26: 59–72.
- Torres, A. 2006. "Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas", *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(5): 13-19.
- Yeung, H.W., L. Weidong y P. Dicken. 2006. "Transnational corporations and network effects of a local manufacturing cluster in mobile telecommunications equipment in China", *World Development*, 34(3): 520–540.