

Tendencias de la manufactura aditiva en la industria automotriz en el estado de Texas

Additive manufacturing trends in the automotive industry in the state of Texas

Beiry Ordaz Pérez, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Resumen

La impresión 3D se está utilizando como un método de creación de prototipos en diversas industrias, de las cuales, la industria automotriz es una de las más importantes y representativas. Dicha industria es una de las que cuentan con mayor crecimiento en diferentes países, como Estados Unidos. Por lo anterior, en esta investigación se analizarán indicadores, tanto económicos como tecnológicos, para identificar la dirección de la industria en el estado de Texas, el cual es uno de los principales clientes de México en el mercado de las autopartes.

Abstract

3D printing is being used as a method of prototyping in various industries, of which the automotive industry is one of the most important and representative. This industry is one of the fastest growing in many countries such as the United States. Therefore, this research will analyze indicators, both economic and technological, to identify the direction of the industry in the state of Texas, which is one of Mexico's leading customers in the auto parts market.

Palabras clave— manufactura aditiva, Texas, industria automotriz

Keywords— additive manufacturing, Texas, automotive industry

Introducción

La manufactura aditiva (AM por sus siglas en inglés) consiste en la impresión de objetos en 3D a partir de un modelo digital, es decir, es una manera diferente de crear cosas. A través de este método se obtienen beneficios: reduce costos de producción, mejora la cadena de suministro, incrementa la eficiencia en las industrias, etcétera. En consecuencia, la AM está revolucionando los procesos de producción.

En el caso de la industria automotriz, la manufactura aditiva se vuelve cada vez más común. Los materiales que se utilizan con mayor frecuencia para la impresión de autopartes son polímeros, metales y cerámica. Esta industria ha sido una de las primeras en utilizar la impresión 3D: en 1988, Ford compró la tercera impresora 3D.¹ Lo anterior es prueba de la rápida evolución de los procesos de transformación de las cadenas de valor y cómo AM es una de las Tecnologías Habilitadoras Clave (KET por sus siglas en inglés) para la industria 4.0.²

En Estados Unidos, la industria ha tenido un crecimiento del 2.0% anual hasta alcanzar la cifra de 36 millones de dólares en 2019; además, se ha beneficiado del auge de las exportaciones. En este país, General Motors Company, Ford Motor Company, Toyota Motor Corporation, Fiat Chrysler Automobiles NV y Honda Motor Co., Ltd. son algunas de las compañías con mayor participación en el mercado de la fabricación de piezas de automóviles.³

En el Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial de 2018, donde se consideran 140 economías, se enunció que Estados Unidos se posiciona con una puntuación

1. Craig A. Giffi, Bharath Gangula y Pandarinath Illinda, «3D opportunity in the automotive industry», *Deloitte University Press*, 2014, 3D opportunity in the automotive industry. (2014)., https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive/DUP_707-3D-Opportunity-Auto-Industry_MASTER.pdf.

2. Atos, «Unlocking the potential of additive manufacturing [White paper]», 2016, <https://atos.net/wp-content/uploads/2016/11/White-Paper-Additive-Manufacturing-web.pdf>.

3. Inc IBISWorld, *Industry Market Research, Reports, and Statistics*, <https://www.ibisworld.com/>.

de 85.6 sobre 100 en el Índice de Competitividad Global, lo cual muestra el alto nivel de competencia del país americano en todas las industrias.⁴

Lo que describen los indicadores económicos y tecnológicos

En esta sección se pretende analizar indicadores básicos de la industria, con el objetivo de identificar tendencias de la manufactura aditiva en la industria automotriz dentro del estado de Texas. Para esto, se toman en cuenta variables económicas y tecnológicas de dicho estado. El análisis económico busca identificar cómo se está desarrollando la industria; posteriormente, el análisis tecnológico busca encontrar una tendencia en la impresión 3D aplicada en dicha industria. Primero se debe observar la tendencia del Producto Interno Bruto de la manufactura de autopartes. Véase la figura 1.

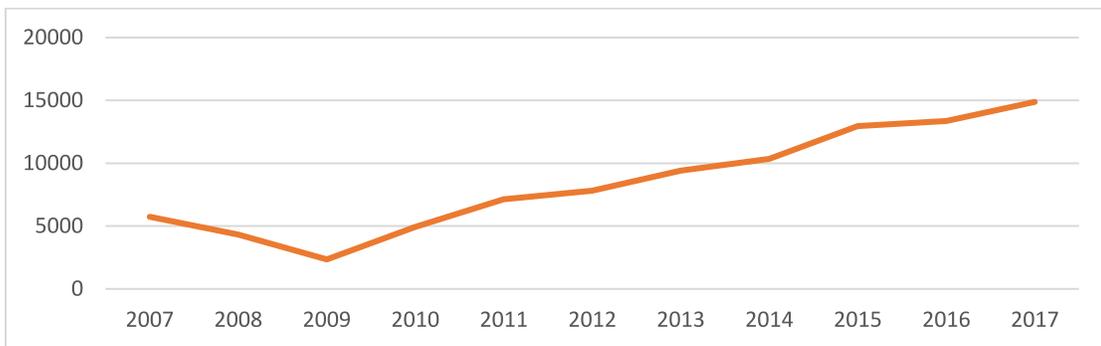


Figura 1: Producto Interno Bruto de la manufactura de autopartes en Texas.
Fuente: Elaboración propia con base en Bureau of Economic Analysis.

Hay un notable crecimiento en el periodo comprendido entre el 2007 y el 2017 en la producción de autopartes. Desde la crisis del 2008 en Estados Unidos hasta la actualidad, el crecimiento de esta industria se ha acelerado. Es probable que el aumento constante en la

4. Klaus Schwab, *The Global Competitiveness Report 2017-2018*, 31 (World Economic Forum, 2017), 263, ISBN: 9781944835118, <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>.

producción se deba a mayores inversiones en la industria y a mejoras en la tecnología para los procesos de producción. Existe una tendencia positiva en el Producto Interno Bruto en millones de dólares corrientes.

También se tomaron en cuenta los niveles de empleo dentro de la industria. El empleo es un indicador importante porque, dependiendo de la tendencia que muestre la industria, se pueden obtener diversas conclusiones, tanto positivas como negativas, sobre la misma. Por ejemplo: mayor eficiencia en los procesos productivos, automatización, mejoras en el capital humano, etcétera. Véase la figura 2.

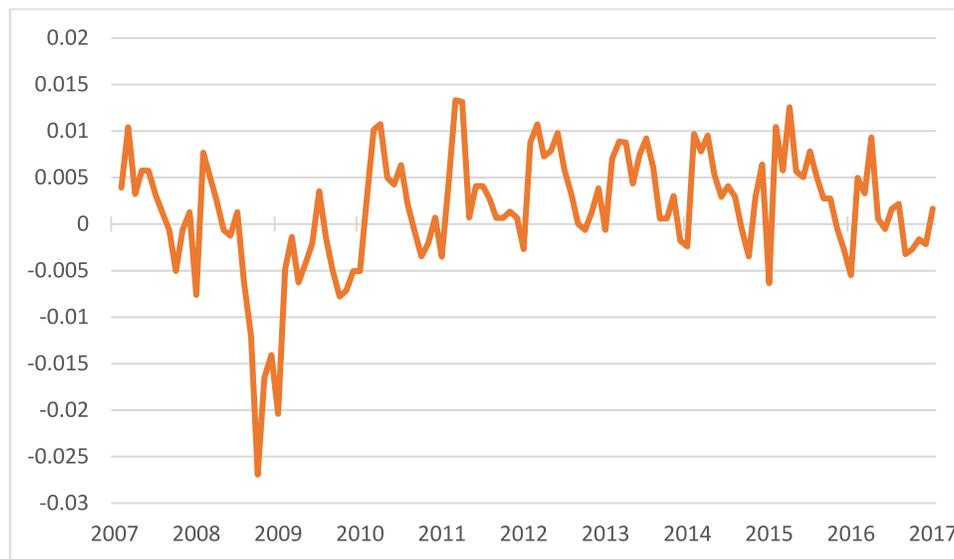


Figura 2: Tasa de crecimiento del empleo en Texas

Fuente: Elaboración propia con datos de Federal Reserve Economic Data

El aumento en los niveles de empleo en la industria automotriz en Texas se analizó de 2007 al 2017 por miles de personas y con frecuencia mensual. Hay fluctuaciones observables y, del 2016 al 2017, la tasa de crecimiento promedio mensual fue del 0.10%. Empero, en los datos empleados para graficar, hubo tasas de crecimiento negativas en los últimos meses del 2016. Con dichas tasas de crecimiento, es posible considerar que la industria requiere de reducción del personal y mayor capacitación al restante.

Una segunda interpretación a las causas de la tendencia del empleo es el comercio con otros países, entre los cuales destaca México, el cual es uno de los principales socios comerciales de Estados Unidos con respecto a la industria automotriz. Cabe destacar que Texas es comprador de autopartes de países como Canadá, China y, como ya se mencionó, México. La balanza comercial se analizará a continuación.

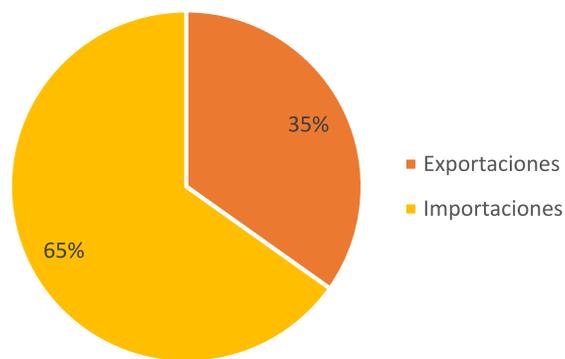


Figura 3: Balanza comercial

Fuente: Elaboración propia con datos de globalEDGE

Las estadísticas de Global Business Knowledge Trade Stats revelan que, en el 2017, la balanza comercial de Texas resultó negativa pese a su elevado desarrollo en la industria automotriz. Sus importaciones conformaron el 65% del comercio internacional, mientras que las exportaciones ocuparon sólo el 35% del comercio que tiene el estado con respecto a la industria automotriz.⁵

5. World Bank Group, *Estados Unidos - Resumen del comercio*, World Integrated Trade Solution, <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/es/Country/USA/Year/LTST/Summarytext>.

Regionalización

Se utilizaron técnicas de análisis regional a partir de coeficientes y matrices para analizar la dinámica y competitividad del sector dentro de la región. En este caso, se tomaron los cuatro estados que se encuentran al sur de Estados Unidos debido a que se encuentran en la frontera con México, el cual es un importante socio comercial del país norteamericano en la industria automotriz. El objetivo es comparar el crecimiento de la industria en Texas con los estados al norte de México.

Asimismo, se analiza el comportamiento intertemporal de las regiones, es decir, la dinámica de los procesos económicos en cada estado, así como aquellos factores que determinan los niveles de competitividad regional en un entorno de globalización creciente. El Producto Interno Bruto por sector y estado fue la variable que se tomó en cuenta para realizar los procedimientos requeridos.

Se comienza con el análisis del coeficiente de localización o especialización relativa, Q_{ij} :

$$Q_{ij} = \frac{\frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}}}{\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij}}} \quad (1)$$

Donde la variable V_{ij} es el PIB por estado e industria en millones de dólares corrientes ajustados estacionalmente en el sector manufacturero i dentro del estado j .

El coeficiente Q_{ij} representa la relación entre la participación del estado j en la industria i de toda la región⁶ ($\frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}}$), y la participación total del estado j en el PIB regional

6. En este caso, de los cuatro estados fronterizos utilizados para el análisis constituyen la región.

$(\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij}})$. Por ejemplo, para el caso de la manufactura de autopartes en Texas, el coeficiente Q_{ij} indica la relación entre la participación de Texas en la industria de manufactura regional y la participación de Texas en el PIB regional. El coeficiente permite conocer la existencia ($Q > 1$) o ausencia ($Q < 1$) de la especialización en la actividad económica. Véase el cuadro 1.

Localización o Especialización Relativa				
2017	Región			
Sector	California	Arizona	Nuevo México	Texas
Manufactura de autopartes	0.4567665	0.51049673	0.035979952	2.07412482

Cuadro 1: Coeficiente de Localización.

Fuente: Elaboración propia con datos de Bureau of Economic Analysis.

El coeficiente sólo permite analizar un año, por lo que se calculó para el 2017. Los resultados revelan que Texas es el estado que presenta mayor especialización relativa en la manufactura de la industria automotriz, en comparación con los otros tres estados. Esta tendencia se debe a que, en los indicadores anteriores, Texas refleja un auge en la industria en la parte de producción y empleo. Por el contrario, los demás estados no presentan una especialización para el sector que se está analizando ya que sus coeficientes son menores a 1. Además, se calculó el multiplicador X_{ij} para cada estado, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$X_{ij} = V_{ij} - \frac{V_{ij}}{Q_{ij}} \quad (2)$$

Este multiplicador se interpreta como la producción básica o exportable del sector manufacturero (específicamente en la industria automotriz) de cada estado. El supuesto principal es que los sectores con un coeficiente de localización mayor o igual a 1 muestran especialización relativa y producción excedente. Véase el cuadro 2.

Como se observa en la tabla 2, Texas es el único estado que cuenta con un nivel de

Multiplicador X_{ij}				
2017	Región			
Sector	California	Arizona	Nuevo México	Texas
Manufactura de autopartes	-6617.75429	-692.97999	-393.860853	7704.59513

Cuadro 2: Multiplicador X_{ij}

Fuente: Elaboración propia con datos de Bureau of Economic Analysis.

producción que le permite tener excedente. Este multiplicador sólo confirma los resultados de los indicadores que se analizaron con anterioridad. A diferencia de Texas, los estados restantes (Arizona, California y Nuevo México) no tienen una producción que les permita tener excedente: su multiplicador negativo es reflejo de lo insignificante que es la producción de autopartes.

Índice de innovación

El índice de innovación que publica Stats America provee medidas relevantes de innovación y competitividad regional. Las medidas que utiliza reflejan la investigación contemporánea en el entendimiento e innovación para un área geográfica en específico. Está conformado por *inputs* y *outputs* de innovación para medir tanto la capacidad de innovación como los resultados de innovación.

Los *inputs* son todos aquellos factores que promueven la innovación y creación de conocimientos; contienen tres indicadores: índice de capital humano, dinámica de negocios e índice de perfil de negocios. Por otra parte, los *outputs* contienen dos indicadores: el índice de empleo y productividad, y el índice de bienestar económico. Este último índice se mide en una escala entre 50 (más bajo) y 200 (más alto).

Texas tiene dieciséis condados con altos índices de innovación, lo cual es producto de centros de investigación y desarrollo (I + D), las empresas generadoras de tecnología, gene-

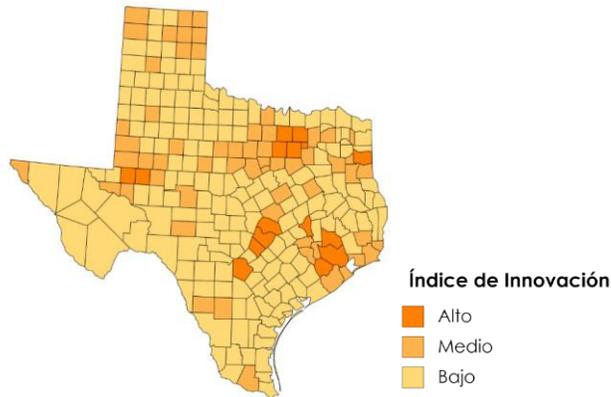


Figura 4: Índice de innovación

Fuente: elaboración propia con datos de StatsAmerica

ración de patentes, entre otros. Tiene capital humano altamente calificado y un nivel de vida elevado; además, cuenta con las condiciones idóneas para una dinámica de negocios óptima, lo cual da como resultado una gran capacidad de innovación con efectos de alto impacto.

Para complementar las variables tecnológicas se tomó en cuenta la generación de patentes dentro del estado, considerando las patentes otorgadas por cada mil personas en ocupaciones de ciencia e ingeniería. Véase la figura 5.

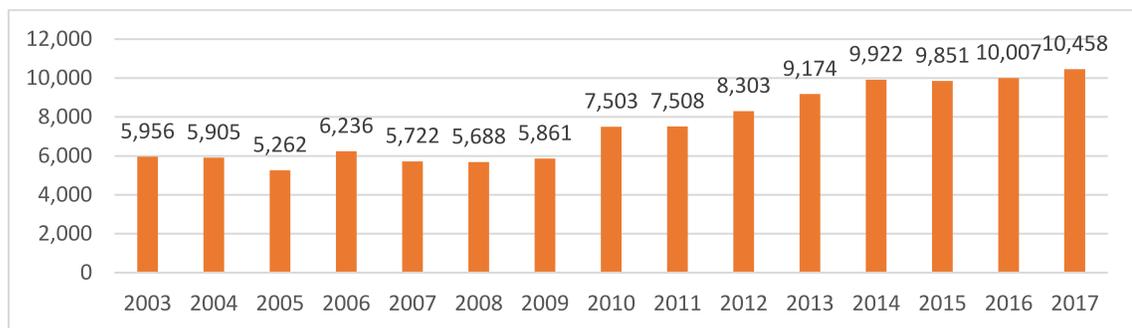


Figura 5: Patentes otorgadas en Texas por cada mil personas en ocupaciones de ciencia e ingeniería.

Fuente: Elaboración propia con base en NSF (National Science Foundation).

Con base en los datos del Consejo Nacional de Ciencia de Estados Unidos (NSF por sus siglas en inglés) se obtuvieron las patentes otorgadas desde el 2003 hasta el 2017. Es posible observar que entre el 2003 y el 2010, el número de patentes fluctuó; sin embargo, en los años posteriores el número de invenciones ha ido en aumento. Cabe destacar que, en este periodo, la tasa de crecimiento promedio anual fue de 35.49%. Esto es una clara muestra de mayor presencia y gran actividad de la industria 4.0 dentro del estado.

Empresas transformadoras

Se realizó una búsqueda de las principales empresas transformadoras presentes en el estado que se dedicaran a la impresión 3D. Por empresa transformadora se consideró a las empresas que ofrecen los servicios de impresión y/o venden maquinaria y equipo de impresión 3D, dado que aportan al eslabón de transformación de la cadena de valor de la industria. Los resultados se obtuvieron de diversas fuentes como catálogos de empresas, sitios web del gobierno del estado, noticias, informes e incluso de los mismos sitios web de las empresas. Véase el cuadro 3.

Los nombres de las empresas que se encuentran resaltados (en negritas) en el cuadro 3, además de ser transformadoras, tienen sus propios centros de Investigación y Desarrollo donde se desarrollan nuevos métodos de impresión 3D y prototipos. Es importante resaltar que las empresas no son necesariamente estadounidenses; sin embargo, tienen sedes en Texas. Como se observa en la tabla, las empresas se concentran en determinados condados del estado.

Empresa	Producto	Dirección
Atos	Impresión 3D	Irving, TX
Farsoon Technologies - Americas	Maquinaria de impresión 3D	Round Rock, TX
Essentium Materias LLC	Maquinaria de impresión 3D	College Station, TX
Hybrid Manufacturing Technologies	Maquinaria de impresión 3D	McKinney, TX
EOS North America	Maquinaria de impresión 3D	PFLUGERVILLE, TX
UnionTech	Maquinaria de impresión 3D	Houston, TX
Mazak	Maquinaria de impresión 3D	Houston, TX
AGS Additive Manufacturing	Impresión 3D	Fort Worth, TX
Oerlikon	Impresión 3D	San Antonio, TX
PATD	Impresión 3D	Austin, TX
re:3D	Diseño e impresión	Houston, TX
DMG MORI	Maquinaria de impresión 3D	Houston, TX
Stratasys	Maquinaria de impresión 3D	Drive Belton, TX
GE Additive	Maquinaria de impresión 3D	Dallas, TX
Okuma: distribuidor Hawking	Maquinaria de impresión 3D	Irving, TX
FANUC America Corporation	Maquinaria de impresión 3D	Houston, TX

Cuadro 3: Principales empresas de impresión 3D en Texas

Fuente: Elaboración propia

Trayectoria tecnológica

El desarrollo de una tecnología es importante al momento de analizar su impacto en una industria, esto se debe a que, si la tecnología crece, entonces es posible que la industria también lo haga. Así mismo, una tecnología como la impresión 3D, permite hacer los procesos de producción más automatizados y eficientes; además, la tecnología tiene la ventaja de reducir los costos para la industria que se está analizando.

Una trayectoria tecnológica permite observar y determinar el crecimiento y evolución de una tecnología. El ciclo de vida de una tecnología se divide en tres etapas: innovación, madurez o estancamiento, y obsolescencia (declive). Las etapas se pueden observar en un gráfico que muestra las patentes otorgadas en un periodo de tiempo para una tecnología en específico. Si la gráfica muestra que el número de patentes deja de crecer o aparecer en el

tiempo, significa que la tecnología ya llegó a su punto máximo de maduración y entonces se encuentra en declive. Si ocurre lo contrario, entonces se puede decir que la tecnología está en pleno crecimiento.

Se empleó este análisis para la manufactura aditiva y poder analizar su efecto en la industria automotriz. En primera instancia, se realizó una búsqueda de patentes en ESPACENET (European Patent Office), Patent Integration y Patent Inspiration. Se tomaron en cuenta los últimos diez años para observar cómo ha sido el desarrollo de la impresión 3D, enfocada a la industria automotriz, con base en la revisión de las empresas y de los informes y publicaciones del gobierno del estado.

Se identificaron dos áreas dentro de la manufactura aditiva que tienen lugar en el proceso de producción de la industria automotriz: impresión 3D y equipo de post procesamiento. Por lo tanto, se usaron dos estrategias de búsqueda para las patentes en esas áreas que además fueran enfocadas a la industria de análisis. Adicionalmente, en cada área se identificaron los tres campos técnicos de mayor crecimiento. Véase la figura 6.⁷

Como se puede observar en el gráfico, el crecimiento de tres campos técnicos identificados ha sido constante; aunque existen antecedentes en el 2010, el auge de las patentes está entre 2017 y 2018. Véase la figura 7.⁸

Primero, es necesario explicar que el equipo que da los acabados finales a las piezas impresas tridimensionalmente, con el objetivo de que el paso siguiente en el proceso de producción sea el ensamblaje de las autopartes, se denomina equipo de post procesamiento. Los tres campos técnicos identificados con mayor crecimiento en esta área destacan en los

7. La estrategia de búsqueda utilizada para esta primera área fue la siguiente: (Vehicle or automotive or autopart) in title or abstract AND B33Y10/00 or B33Y80/00 or B33Y70/00 or B29C64/00 or B33Y70/00 or B22F7/00 or B29C64/40 as the IPC classification.

8. La estrategia que se usó para la búsqueda de patentes en esta área es la siguiente: (vehicle or automotive or autopart or automobile or "motor vehicle") in title or abstract AND B29C64/393 OR B29C67/00 or B29C64/25 or B29C64/393 or B26D3/00 or B26D3/08 or B26D7/26 or B26D7/27 or B26D7/32 as the IPC classification.

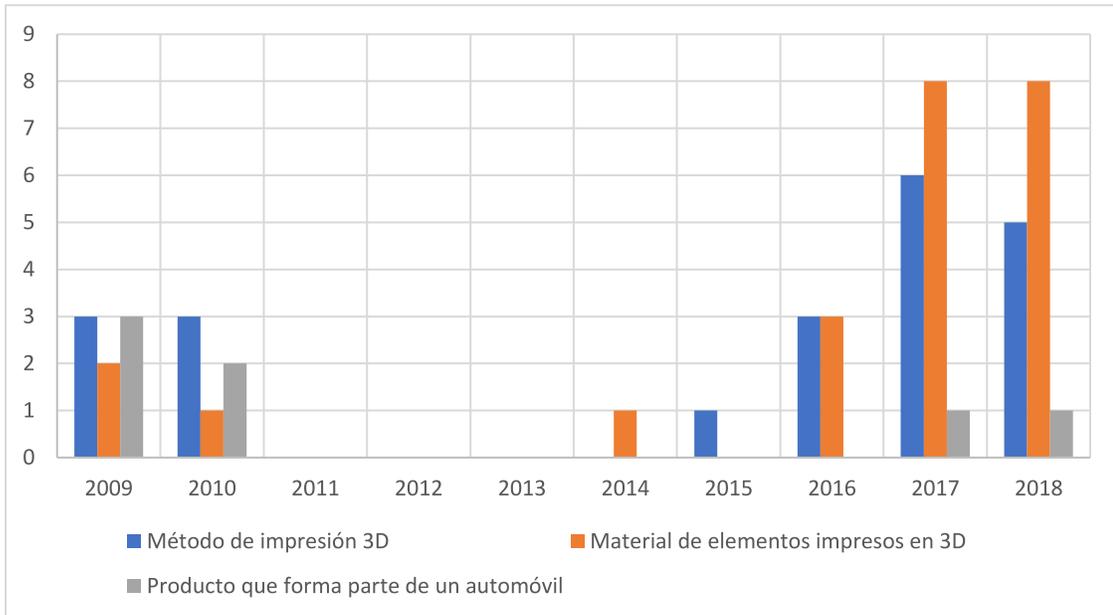


Figura 6: Impresión 3D enfocado a industria automotriz
Elaboración propia con información de ESPACENET

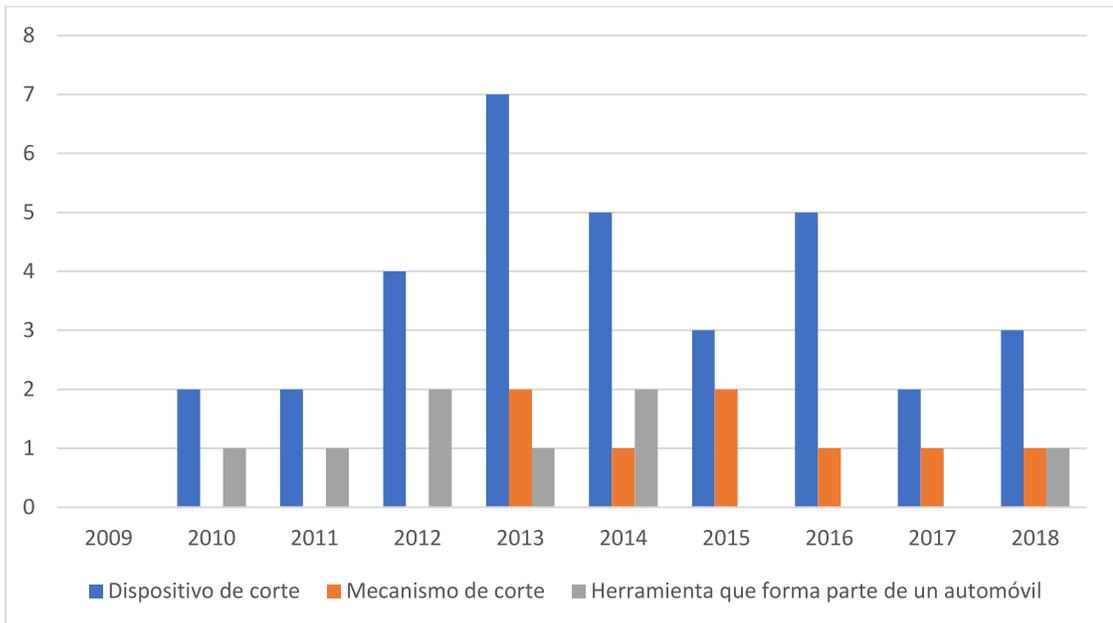


Figura 7: Equipo de post procesamiento
Elaboración propia con información de ESPACENET

años más recientes.

Conclusiones

Los indicadores mostraron un incremento en la producción de autopartes con excedente, constantes fluctuaciones en el empleo, balanza comercial negativa, tendencia alta y positiva de especialización relativa, alta capacidad de innovación, capital humano altamente calificado, alta creación de tecnología y presencia de distintas empresas concentradas en ciertos condados.

Relacionando los indicadores económicos con los tecnológicos, y tomando en cuenta los efectos que tiene la manufactura aditiva en la industria, se destaca que la manufactura aditiva tiene cada vez mayor presencia en la industria automotriz debido al aumento en la producción con tasas de crecimiento del empleo cambiantes que muestran automatización.

Además, al haber una capacidad tecnológica elevada, la industria 4.0 fácilmente se introduce a nuevas áreas, como la automotriz en este caso. Las condiciones del estado son ideales para el crecimiento de la impresión 3D de autopartes, justo como se observó en los datos analizados. Por lo tanto, la manufactura aditiva tiene una tendencia positiva dentro de la industria automotriz y en Texas.

Referencias

- Additive Manufacturing Magazine. *Manufacturers And Suppliers*. <https://www.additive-manufacturing.media/suppliers/category/1200/products>.
- Atos. «Unlocking the potential of additive manufacturing [White paper]», 2016. <https://atos.net/wp-content/uploads/2016/11/White-Paper-Additive-Manufacturing-web.pdf>.
- Bureau of Economic Analysis (BEA). *Regional Data - SAGDP2N Gross domestic product (GDP) by state*. <https://apps.bea.gov/itable/itable.cfm?ReqID=70&step=1>.
- Cluster Mapping. *Regions U.S. Cluster Mapping*. <http://www.clustermapping.us/region>.
- Craig A. Giffi, Bharath Gangula y Pandarinath Illinda. «3D opportunity in the automotive industry». *Deloitte University Press*, 2014, 3D opportunity in the automotive industry. (2014). https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive/DUP_707-3D-Opportunity-Auto-Industry_MASTER.pdf.
- Espacenet. <https://worldwide.espacenet.com/>.
- Federal Reserve Bank of St. Louis. *All Employees: Retail Trade: Motor Vehicle and Parts Dealers in Texas*. <https://fred.stlouisfed.org/series/SMU48000004244100001>.
- globalEDGE. *Texas: Trade Statistics*. <https://globaledge.msu.edu/states/texas/tradestats>.
- IBISWorld, Inc. *Industry Market Research, Reports, and Statistics*. <https://www.ibisworld.com/>.
- National Science Foundation. *Patents Awarded per 1,000 Individuals in Science and Engineering Occupations*. <https://www.nsf.gov/statistics/state-indicators/indicator/patents-per-1000-se-occupation-holders>.

- Office of the Texas Governor. *Target Industry Clusters*. <https://gov.texas.gov/business/page/target-industries>.
- . «The Texas Automotive Manufacturing Industry», 2014. <https://businessintexas.com/sites/default/files/07/24/17/txauto.pdf>.
- Scwab, Klaus. *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. 263. 31. World Economic Forum, 2017. ISBN: 9781944835118. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>.
- StatsAmerica. *Innovation Mapping*. <http://www.statsamerica.org/ii2/map.aspx>.
- Texas Comptroller. *Automobile-Related Manufacturing NAICS 3361-3363 Overview*. <https://comptroller.texas.gov/economy/economic-data/manufacturing/naics3361-3363-overview.php>.
- Thomas, Douglas S. «Economics of the U.S. Additive manufacturing industry». *Additive Manufacturing: Costs, Cost Effectiveness and Industry Economics*, 2015, 97-159.
- World Bank Group. *Estados Unidos - Resumen del comercio*. World Integrated Trade Solution. <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/es/Country/USA/Year/LTST/Summarytext>.