



**Madurez en MIPYMES de las ciudades
fronterizas de Matamoros y Mexicali en la
integración de la manufactura aditiva en su
sistema de producción**

**The maturity of MSE's the border cities of
Matamoros and Mexicali in the integration of
additive manufacturing in their production
system**

Amairani Noguerón-Isaías¹, Ismael Mendoza-Muñoz², Mildrend-Ivett Montoya-Reyes²,
Gabriela Jacobo-Galicia², Olivia-Yessenia Vargas-Bernal²

¹ Tecnológico Nacional de México – IT Matamoros, Tamaulipas, México.

² Universidad Autónoma de Baja California, Baja California Norte, México.

Recibido: 29-10-2021

Aceptado: 28-11-2021

Autor correspondal: L17260223@matamoros.tecnm.mx

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar la integración de la manufactura aditiva en las MIPYMES de las ciudades fronterizas de Matamoros y Mexicali. El estudio se realizó en empresas que cuentan con esta tecnología o empresas con intenciones de integrarla a su proceso de manufactura. La Manufactura Aditiva es un término relativamente nuevo para muchas personas. Esta tecnología se remonta a la década de 1980, cuando el Dr. Hideo Kodama presentó por primera vez un sistema de fabricación por capas de un objeto. La fabricación aditiva ofrece a los desarrolladores la máxima libertad de diseño geométrico y complejidad en los productos o prototipos. En esta investigación se utilizó una encuesta para recolectar los datos. El estudio es de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal. El tamaño de muestra fue de 100, la cual fue calculada de acuerdo a los datos del total de empresas encontradas en (DENUE 2021). Es importante mencionar que los resultados obtenidos al analizar las encuestas, pueden considerarse positivos ante los sistemas de producción de las empresas gracias a las ventajas que ofrece la manufactura aditiva. Aquellas empresas que cuentan con esta tecnología están contemplando integrar la manufactura aditiva en otros de sus procesos de fabricación y aquellas empresas que aún no cuentan con esta tecnología están contemplando integrarla en aquellos procesos con múltiples componentes o procesos para la elaboración de su producto. Centrándonos en las empresas y sus diversos productos, esta tecnología estaría revolucionando no solo los procesos de fabricación, sino también el sector económico y ambiental.

PALABRAS CLAVE: Manufactura Aditiva, evolución, impresoras, 3D, diseño.

ABSTRACT

This research aims to analyze the integration of additive manufacturing in MSMEs from the Border Cities of Matamoros and Mexicali. The study was conducted at companies with this technology or companies with intentions to integrate it to their manufacturing process. The Additive Manufacturing is relatively a new term for many people. This technology dates back to the 1980's when Dr. Hideo Kodama first presented a system using layer-by-layer manufacturing of an object. Additive manufacturing gives developer's maximum geometric design freedom and complexity in products or prototypes. In this research, a survey is used to recollect the data. The study is quantitative, descriptive and cross-sectional. The sample quantity was 100 that

was calculated based on the total data of MSE´s (DENUE, 21th). It is important to mention that the results obtained from analyzing the surveys can be considered positive for the production systems of the companies thanks to the advantages offered by additive manufacturing. The companies that have this technology are considering integrating additive manufacturing in other manufacturing processes and those companies that do not have it yet are considering integrating it into the multiple components processes or processes for the production of their product. Focusing on companies and their various products, this technology would be revolutionizing not only the manufacturing processes, but also the economic and environmental sector.

KEYWORDS: Additive Manufacturing, Evolution, printer's 3D, design.

INTRODUCCIÓN

Existe un gran interés sobre el potencial de la tecnología de Manufactura aditiva. Algunas empresas y organizaciones a nivel mundial catalogan fabricación aditiva como una innovación potencial que es capaz de cambiar el modelo de producción, tanto a nivel empresarial como en nuestros hogares.

La Manufactura Aditiva (MA) es un método de producción digital que implica la fabricación de objetos previamente modelados, mediante la elaboración de capa por capa de material, hasta conformar un objeto tridimensional. Según autores, la definición de la Manufactura aditiva o también llamada fabricación aditiva son las siguientes:

Para Osama (2019) “La fabricación aditiva es una tendencia reciente en los procesos de producción debido a sus múltiples beneficios. Puede definirse como el proceso de producción de piezas mediante la deposición de material capa por capa”).

(Hotza D, 2014)mencionan que la fabricación aditiva “se refiere a técnicas que producen piezas tridimensionales agregando material gradualmente capa por capa”.

Algunos autores mencionan que la Manufactura Aditiva va generar cambios de gran alcance, tanto en crecimiento económico, social y ambiental, así como también cambiaran los modelos de negocio. Según autores, mencionan los beneficios de esta tecnología:

Para (Balbas-Calv0, Espinosa, & Dominguez-Somonte, 2018) mencionan que “la fabricación aditiva presenta una serie de ventajas frente a la fabricación tradicional. En primer

lugar, el desperdicio de material es considerablemente menor. Además, permite la obtención de geometrías muy complejas y el coste del proceso no se ve afectado por ello. El hecho de poder crear piezas diferentes en una misma serie de manera independiente del volumen de la misma, la convierte en una muy buena alternativa para la obtención de objetos personalizados fabricados en series cortas ya que tampoco encarece el proceso”.

Para (Ortega, 2017) menciona que “siendo testigos del avance de este campo en los últimos años y, sobre todo, percibiendo el efecto catalizador que está produciendo en la sociedad, creo que es justo afirmar que la fabricación digital será el eje principal y protagonista de la siguiente gran revolución industrial que dará lugar a la sociedad del futuro”.

En los últimos años, la fabricación aditiva se ha convertido en una herramienta confiable para la producción personalizada de lotes pequeños o para la creación de prototipos y ha acelerado la conversión de diseños CAD en realidad. El proceso es confiable, reduce los tiempos de entrega del diseño y ofrece nuevas posibilidades geométricas, razón por la cual, además de su uso en aplicaciones de creación de prototipos, también podría considerarse su uso en la ingeniería mecánica tradicional si las respectivas condiciones de contorno son favorables. Con la fabricación aditiva, los límites de producibilidad de la fabricación convencional ya no son válidos, especialmente para la generación de geometrías con socavados y cavidades internas de forma libre, abriendo nuevas posibilidades para la producción de engranajes (Gao H, 2021)

En los últimos años, ha habido un gran crecimiento en lo que respecta a la producción y uso de las impresoras 3D, en principio lo que estaba pensando para aficionados que buscaban la creación de alguna chuchería, ya no es así, hoy estamos empezando a ver cómo cambian las cosas. Este crecimiento ha sido impulsado por la disponibilidad en la que se encuentran hoy en día las tecnologías y el crecimiento de la electrónica a bajo costo. En estos tiempos tener la capacidad de compartir rápidamente ideas utilizando Internet juega un papel clave en el crecimiento antes mencionado, que se extiende ampliamente, debido a las comunidades de Internet que permiten compartir diseños que se pueden fabricar o rediseñar sin salir de sus escritorios. El presidente Obama incluso reconoció este cambio tecnológico cuando dijo: "La impresión 3D es la ola del futuro" (Martin, 2014) La impresión 3D es una tendencia y la gran mayoría de los fabricantes de aplicaciones están prestando atención a la misma. Actualmente, alrededor del 28% del dinero invertido en impresiones 3D se encuentran

relacionadas con productos finales, según algunas firmas de investigación especializada en el campo, inclusive han llegado a predecir que elevará a poco más del 50% en 2016 y más del 80% en 2020 (Intrieri, 2014).

La Manufactura Aditiva permite un mejor aprovechamiento de ciertos recursos puesto que, a diferencia de los moldes convencionales, no se producen desperdicios. Toda la materia prima sobrante, sea cual sea el proceso de impresión aplicado, puede ser reutilizable en la siguiente impresión.

Las ventajas de la tecnología de Manufactura Aditiva podrían traer cambios significativos en la manera en el que los productos son diseñados, desarrollados y producidos a escala mundial.

Las principales ventajas de la impresión en 3D se resumen a continuación:

Con el método de sustracción o extracción, se pierde gran cantidad de materiales; todo lo que se extrae de una pieza con un torno o una fresadora termina como desperdicio.

Con la impresión en 3D, se utiliza lo que se necesita. Inclusive, existen varias técnicas de ahorro como por ejemplo la impresión en 3D al vacío; que no es más que configurar el sistema de impresión de tal manera que en lugar de construir una estructura interior sólida al interior del objeto, ésta quede vacía (Vazhnov, 2013).

En el desarrollo de nuevos productos existe la necesidad de producir un ejemplo o prototipo de la parte a producir, antes de que se invierta altas sumas de dinero en nuevas líneas de producción y ensamble. Con el proceso tradicional de producción un prototipo era creado manualmente, por ejemplo, las maquetas en el caso de los arquitectos y las dentaduras en el caso de los odontólogos. Con la impresión en 3D, este proceso ahora es preciso y automático.

La complejidad en el diseño del producto no aumenta el costo de bien a fabricar. Bajo el método convencional, existen muchas limitaciones de producción. Se necesitarían varios procesos de producción para obtener un producto final como por ejemplo un anillo de un diseño complejo. Con la tecnología en 3D, el proceso se reduce a uno. (M., 2019)

Al hacer la comparación de técnicas tradicionales de fabricación con respecto a la MA, constituyen un cambio radical en las técnicas para hacer modelos, prototipos y producción de series cortas en comparación con los métodos tradicionales, gracias las diversas ventajas constructivas que poseen, se mencionan algunas relevantes: inmediatez (obtener una pieza física directamente desde un archivo digital), alto nivel de precisión, generación de geometrías complejas irrealizables con técnicas tradicionales, fabricar ensamblajes armados e integrar diferentes materiales en un solo proceso, entre otros, puede decirse que prácticamente no existe limitación en el diseño, dispone una eficacia de material casi al 100%, los post procesamientos son pequeños y el tiempo de espera del pedido y recepción es prácticamente bajo.

Al diseñar productos debemos de pensar cual proceso de manufactura es el ideal para las piezas, y es aquí donde nos vemos involucrados en la factibilidad, muchas veces se ven limitados los productos o piezas por el proceso de manufactura, ya que la pieza puede requerir de muchos procesos para su elaboración y se termina diseñando para el proceso de manufactura y no para la función que debe de cumplir la pieza. Es aquí donde la MA se vuelve un nuevo proceso con mayor libertad de diseñar y sin preocuparnos como se va a fabricar.

Actualmente, las empresas requieren diseñar, optimizar, manufacturar y colocar en el mercado productos innovadores y originales para ser competitivas, además se trabaja arduamente para aumentar la participación que se tiene en el mercado o por lo menos para permanecer con la misma proporción. Por lo tanto, crear rápidamente productos nuevos e innovadores, cuyo rediseño constante permita un mejor desempeño en la función para la cual fue creada, es una alternativa muy eficiente y genera impactos significativos como ventaja frente a sus competidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo descriptivo debido a que es “un estudio en el cual se pretende describir la función de un grupo de variables. No existen hipótesis centrales, se buscan enunciar las características de las variables en estudio en una misma población” (Ocegueda-Mercado, 2015). Es de tipo cuantitativo debido a que se busca realizar un diagnóstico y análisis de las micro, pequeñas y medianas empresas que utilizan esta tecnología y como la han adaptado a sus procesos de fabricación y también es transversal porque se realiza en un periodo de tiempo.

En toda investigación siempre debe determinarse el número específico de participantes que será necesario incluir a fin de lograr los objetivos planteados desde un principio. Este número se conoce como tamaño de muestra, que se estima o calcula mediante fórmulas matemáticas o paquetes estadístico (Arias-Gómez, 2016) La cantidad de la muestra fue de 100 empresas, debido a que la población enfocada en la manufactura era demasiado grande, se consultó en DENUE (2021) y se tomaron solamente 3 categorías: Impresión e industrias conexas (3231), Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras (333249), Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica (333510). El muestreo fue no probabilístico y a conveniencia.

Según (Malhotra, 2007): Las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado, dicho cuestionario está diseñado para obtener información específica. La encuesta se aplicó de manera virtual y presencial, esto debido a la pandemia que se ha presentado desde el año 2020. La encuesta de usuarios está formada por 28 preguntas y la encuesta de usuarios prospectos está formada por 16 preguntas. Se aplicaron en total 100 encuestas en ambas ciudades fronterizas. Las preguntas fueron de respuesta abiertas en total 6 y respuestas cerradas 21 múltiples. Para el cuestionario se manejó la Escala de Likert, la cual es un grupo de ítems presentados en forma de afirmaciones, ante los cuales se solicita las reacciones de los sujetos a los que les aplica la escala (Barrantes, 2014). Para este estudio se aplicaron dos tipos de encuestas: la primera que tuvo como objetivo detectar cuantas empresas utilizan la impresión 3D y la segunda en la cual se pretende conocer el interés de los empresarios por adquirir una máquina de impresión 3D.

El objetivo del trabajo fue “Diagnosticar la adopción de la Manufactura Aditiva en el proceso de producción industrial dando una visión global de las distintas tecnologías y métodos aplicados a los distintos materiales y analizando las distintas variables que intervienen en el proceso de tal forma que se pueda realizar un estudio en las ciudades fronterizas para conocer la evolución, las ventajas y los desafíos que presenta esta tecnología.

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2021), las pequeñas y medianas empresas en Matamoros son 28 y en Mexicali son 72 dando un total de 100.

Según el INEGI (2019) de los 4.9 millones de establecimientos del sector privado y paraestatal el 99.8% pertenecen al conjunto de establecimientos micro, pequeños y medianos. (Censos Económicos 2019, INEGI).

En las encuestas se analizaron diferentes categorías como: Datos con 5 preguntas, Proceso de producción con 5 preguntas para usuarios y 3 preguntas para prospectos, Tecnología 3 preguntas para usuarios, Capacitación 2 preguntas para usuarios y 1 pregunta para prospectos, Materiales 1 pregunta para ambas encuestas, sustentabilidad con 2 preguntas para ambas encuestas, Evaluación de la MA con 8 preguntas para usuarios y 2 para prospectos, Satisfacción con 1 pregunta para ambas encuestas y por ultimo Experiencia 1 pregunta para usuarios y 4 para prospectos.

Cabe mencionar que se tuvieron algunas limitaciones debido a la pandemia por Covid 19. Entre ellas que algunas encuestas tuvieron que enviarse por electrónico y otras se pudieron aplicar presencialmente. Otra limitante fue el temor de los empresarios de compartir su información, ya que muchas veces suele ser información confidencial. Los datos se manejaron mediante:

- Tablas cruzadas: Hasta ahora, el análisis tabular que se ha realizado es sólo con una variable, ya sea cualitativa o cuantitativa. Pero ¿Qué sucede cuando la atención recae en la relación existente? Las tablas de distribución de frecuencias descritas anteriormente solamente consideraban el análisis de una variable. Sin embargo, existen situaciones en las que se desea analizar dos o más variables simultáneamente. (Echeverría, 2017)
- Principio de Pareto: es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar (Domenech Roldán, 2017).

El análisis de la información se realizó mediante el programa Excel.

Resultados y discusión

La gran mayoría de los usuarios encuestados (representan el 52.2%) son directivos de la Mi Pymes en ambas ciudades. Los directivos de las empresas son puestos importantes, ya que ellos se encargan de determinar las funciones, actividades y áreas de responsabilidad que

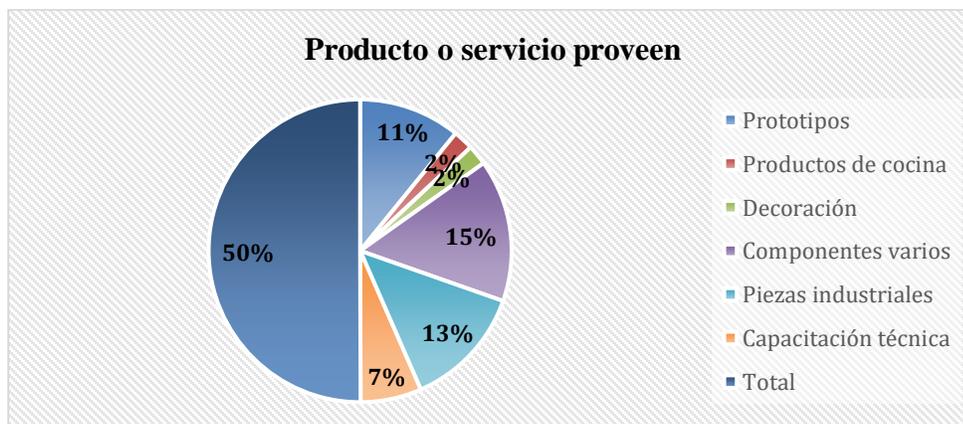
debe hacerse cargo la persona que lo ocupe, para ayudar al logro de los objetivos de la empresa en los plazos definidos dentro de la organización. En este sentido, las empresas que cuentan con la tecnología MA, cuentan con personas capacitadas para la utilización de esta tecnología.

En nuestro país 94.9% de los establecimientos son tamaño micro; 4.9% son pequeños y medianos (PYMES) y 0.2% son grandes (Datos INEGI 2020). Dentro de las actividades la gran mayoría se ubica en la industria terciaria o de servicios, ofreciendo productos (además de los fabricados por MA) imprenta, serigrafía, prototipos, productos de cocina, piezas industriales e incluso capacitación técnica.

Las empresas ofrecen distintos productos, dentro de los cuales están objetos caseros, maquetas, prototipos, componentes aeroespaciales, prótesis, repuestos para drones, etc. El 30.4% de los resultados hacen componentes variados (electrónica, partes de drones, etc.), el 26.1% realizan piezas industriales (sector aeroespacial, fixture, etc.), el 21.7% realizan prototipos (moldes, prótesis, etc.) y el resto ofrecen productos para la repostería, capacitación técnica y decoración. La Manufactura Aditiva ya no solo se piensa en realizar prototipos, sino llevarlo a una producción en serie donde se pueda aprovechar al máximo la tecnología.

Cargo en la empresa	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Propietario / Socio	30.4	30.4	30.4
Directivo	52.2	52.2	82.6
Supervisor	4.3	4.3	87.0
Ingeniería / Diseño	13.0	13.0	100.0
Total	100.0	100.0	

Tabla1. Puesto que desempeña en la empresa



Gráfica 2. Productos o servicios que proveen las My Pimes

La tecnología más empleada para la utilización de la MA es la deposición de material fundido (FDM) siendo uno de los métodos más sencillos que existe. El 65.2% la utiliza en deposición de material fundido, el 17.4 Foto polimerización y el 17.4% deposición de material fundido y laminación de hojas.

Se emplean diversos procesos de MA dependiendo del tipo de material que se esté empleando: polvo, hilo, láminas, etc., fuente de energía que se emplea: resistencias, arco, láser, etc. Las tecnologías de la MA constituyen un sistema tecnológico integrado que permite diseñar, analizar y fabricar partes, piezas y sistemas funcionales con diversas ventajas sin precedentes, cambiando radicalmente el modo de diseñar, prototipos, validar, dando paso a una revolución que se está visualizando en diversos ámbitos, tales como: el emprendimiento, educación, medicina, diseño industrial, ingeniería, arquitectura, ciencias, arte, entre otros.

Recordemos que esta tecnología no es tan moderna, sin embargo, algunas empresas llevan algunos años utilizándola en sus procesos de fabricación. El 21.7% lleva más de 5 años utilizando la MA, es aquí donde podemos ver que es una tecnología eficaz y que cuenta con muchas ventajas para utilizarlo en los procesos de fabricación. .

La mayor parte (82.6%) de estas empresas utilizan polímeros por los beneficios que se obtienen debido a su bajo costo, facilidad de fabricación y su versatilidad. El 8.70% representa polímeros y metales y el al 8.70% restante, pertenece a otros materiales como lo son arena, cerámicos, polvo, etc. Muchas empresas están produciendo nuevos materiales que están enfocados en esta tecnología, cada material tiene sus propias propiedades mecánicas para las distintas aplicaciones en las que se vaya a enfocar. Existen factores importantes como el tipo de material, la textura, y el costo, los cuales deben tenerse en cuenta para evitar errores en la impresión 3D.



Gráfica 1. Representa los tipos de materiales que se usan en los procesos de fabricación.

El scrap en las empresas representa un problema, pero también puede resultar una interesante oportunidad. El residuo industrial posee un valor económico, en la medida en que puede constituir un insumo para otra industria. En las empresas siempre se debe hacer más con menos y una de las ventajas de utilizar la MA es que se produce menos scrap y se puede reutilizar el material. En este análisis el porcentaje que se produce de scrap en las empresas representa menos del 30% de los productos manufacturados.

DISCUSIÓN

Se encontró que las empresas tienen buena disposición de incorporar la MA en otros procesos de fabricación representando el 69.9% de los encuestados. Esto sucede gracias a la reducción de costes y de tiempos de producción que nos ofrece esta nueva tecnología y, sobre todo, a la revolución que ha supuesto que mediante la fabricación aditiva se puedan crear un sinfín de productos para la industria y sus procesos de fabricación. La Manufactura Aditiva es una tecnología aún no muy conocida, lo cual genera que las personas aún no estén muy familiarizadas con el proceso de ejecución de la misma. En la pregunta realizada a las encuestas en relación al nivel de capacitación de la MA con la que cuentan, hubo una variedad de respuestas en la cual el 47.8% de las respuestas fue que estaban muy satisfechos, el 21.7% se encuentra extremadamente satisfecho, el 21.7% moderadamente satisfecho y el restante se encuentra poco y nada satisfecho. Es muy importante conocer esta tecnología que cuenta con muchos beneficios porque puede ser una mala elección si no se tiene conocimiento de esta tecnología. Es muy importante saber qué producto se va a elaborar para poder elegir el material, el tipo de impresora y el software a utilizar para así aprovechar al máximo todos los beneficios que nos ofrece.

CONCLUSIONES

Muchos de los productos que estas empresas ofrecen son productos innovadores y que quizá no han llegado a su máximo potencial, ya que algunos procesos de manufactura limitan elaboración de ellos, gracias a la MA la creación de productos hay menos restricciones como por ejemplo la geometría, es por esto que ya no solo se enfocan en prototipos, sino también llevarlo a producción en serie. Digamos que todo lo que puedas “crear” por ti mismo podría

imprimirse en 3 dimensiones. Nada se resiste a las impresoras 3D ya que muchos productos que antes se pensaban que no se podrían hacer ahora con la MA es posible crearlo.

Es una realidad que los avances tecnológicos no se detienen y en la Manufactura Aditiva vemos reflejada esta evolución. Esta evolución ha permitido el desarrollo de productos con un alto estándar de calidad reduciendo costos y tiempos de fabricación. En el sector industrial se ha visto un gran beneficio ya que se pueden fabricar piezas más ligeras y de mejor calidad sin afectar el producto y reduciendo el costo de producción. Sin duda alguna, esta tecnología seguirá mejorando día con día y habrá más beneficios por obtener, aunque aún no es una tecnología muy conocida, se pueden obtener grandes cosas de ella.

Referencias bibliográficas

- Abdulhameed O, Al-Ahmari A, Ameen W, Mian SH. Fabricación aditiva: desafíos, tendencias y aplicaciones. Simulación y juegos . Febrero de 2019: 626-644. doi: 10.1177 / 1046878109333793
- Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel, Miranda Novales, María Guadalupe El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México. 2016, 63 (2), 201-206 ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Bräunig J, Töppel T, Müller B, Burkhardt M, Hipke T, Drossel WG. Estudios de materiales avanzados para la fabricación aditiva en términos de aplicación de engranajes futuros. Avances en Ingeniería Mecánica. Enero de 2014. doi: 10.1155 / 2014/741083
- Carbajal Y, Carrillo B, DE JESÚS L,FRONTERA NORTE, VOL. 30, NÚM. 59, ENEROJUNIO DE 2018.
- Christoph, R., Muñoz, R., & Hernández, Ángel. (2017). Manufactura Aditiva. *Realidad Y Reflexión*, 43, 97–109. <https://doi.org/10.5377/ryr.v43i0.3552>
- DENUÉ “Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas” <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denué/default.aspx>
- Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of advantages and challenges. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, 137, pp1573-1587.

- Gao H, Li H. Tecnología de fabricación aditiva por fricción: una encuesta de vanguardia. *Avances en Ingeniería Mecánica* . Julio de 2021. doi: 10.1177 / 16878140211034431
- Hotza D, Gomes CM, Günster J. Avances en procesos y materiales de fabricación aditiva. *Avances en Ingeniería Mecánica* . Enero de 2014. doi: 10.1155 / 2014/645075 <http://dx.doi.org/10.17428/rfn.v30i59.511>
- Jorquera Ortega, A. (2017). *Fabricación Digital: introducción al modelado e impresión 3D*. Madrid, Spain: Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itmatamoros/49441?page=8>.
- Matas, Antonio. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 38-47. Recuperado en 24 de octubre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000100038&lng=es&tlng=es.
- Ocegueda-Mercado, Corina- 2015/04/15- SN - 970-93206-0-2- Metodología de la Investigación. Métodos, Técnicas y estructuración de trabajos académicos.
- Ruiz M. Reducción de los costos de producción en empresas orfebres ecuatorianas con la utilización de la manufactura aditiva o impresión en 3D; caso: Talleres Tinta. Quito, 2019, 136 p. Tesis (Maestría en Administración de Empresas, MBA). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Gestión. <http://hdl.handle.net/10644/7056>
- Sánchez Zamora, N., & Lira Hernández, I. A. (2020). La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos. *I*, 15(28), 104–112. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.28.2020.104-112>
- Solís Vázquez, S. Y., Flores, A. J., & García Fernández, F. (2021). Determinación de los cambios en el empleo regional en el estado de Tamaulipas, México: un análisis shiftshare. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 29(1), 77-94. <https://doi.org/10.18359/rfce.4323>