

**AUXILIAR DE SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SEDE TUNJA**

JUAN DAVID VELÁSQUEZ PAREDES

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y AQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2020**

**AUXILIAR DE SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SEDE TUNJA**

JUAN DAVID VELÁSQUEZ PAREDES

**Informe de auxiliar de semillero de investigación, para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Tutor uno de investigación: Germán Andrés Gutiérrez Arias,
Ingeniero Electrónico.

Tutor dos de investigación: Carlos Andrés Aguirre Rodríguez,
Ingeniero Mecánico.

Tutor metodológico: Fabián Leonardo Higuera Sánchez,
Ingeniero Electromecánico

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2020**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1. PROYECTO COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UNA IMPRESORA 3D DIDÁCTICA DE GRAN ESCALA	9
1.1.1. Descripción	9
1.1.2. Participación.....	9
2. PRODUCTOS COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN	11
2.1. TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA	11
2.1.1. Descripción	11
2.1.2. Participación.....	11
2.1.3. Productos	11
2.2. CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS, CIICT Y CIDIFAM...12	
2.2.1. Descripción	13
2.2.2. Participación.....	13
2.2.3. Producto.....	13
2.3. CUARTO ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA	14
2.3.1. Descripción	14
2.3.2. Participación	15
2.4. Producto	15
3. ARTICULO PUBLICADO	17
3.1. ARTICULO INGENIO MAGNO.....	17
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de investigación alemán en 1989.....	7
Figura 2 Diseño CAD de la estructura de la impresora.	10
Figura 3 Certificado ponencia Diseño y análisis mecánico de la estructura de una impresión 3D didáctica de gran escala, Eniiu 2019.....	13
Figura 4 Certificado congreso internacional de ingenierías, CIICT Y CIDIFAM 2019. Ponencia: Diseño y análisis Mecánico de la estructura de una impresora 3D didáctica de gran escala.....	15
Figura 5 Certificado ponencia Diseño y análisis mecánico de la estructura de una impresión 3D didáctica de gran escala, Eniiu 2020.....	17
Figura 6 Certificado aceptación y publicación de artículo. Revista Ingenio Magno	19

RESUMEN

El documento que se presenta a continuación, relata un informe detallado sobre la trayectoria en el sector de investigación como auxiliar, por el estudiante JUAN DAVID VELÁSQUEZ PAREDES de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, en la que se formó profesionalmente y fue integrante del semillero de Prototipado Rápido, que llevó a cabo, mediante el acompañamiento de ingenieros y compañeros, proyectos de aula y de investigación enfocados en el semillero

En el transcurso del periodo desde que inició este proyecto de investigación se llevaron a cabo congresos y ponencias en la Universidad en el que se fue adoptando aptitudes de liderazgo, investigación y trabajo en equipo con un avance en cada proceso para mejorar y perfeccionar los métodos de investigación en las áreas que se profundizarán en este semillero, para un crecimiento tanto personal, como profesional.

La Universidad Santo Tomas cuenta con semilleros de Investigación que ayudan a profundizar más en temas de desarrollo, que cuenta con herramientas y recursos para llevar estos proyectos investigativos de una manera más didáctica, que estén al alcance de los estudiantes, también obtener productos y acceso a revistas de investigación ya sea de la misma Universidad o de otras entidades educativas en los que se revelan los avances de investigación de acuerdo a las temáticas que aceleran el desarrollo.

INTRODUCCIÓN

La investigación científica y la publicación del artículo científico son dos actividades muy relacionadas, ya que la investigación científica termina con la publicación del artículo científico; solo así pasará a formar parte del conocimiento científico.¹ El papel de esta publicación es hacer que otros miembros de la comunidad científica sean conscientes de sus resultados y reclamar prioridad por descubrimiento o contribución. Por otro lado, las publicaciones suelen utilizarse como indicadores para evaluar las actividades de investigación de profesionales y científicos.²

Al aceptar todas las ayudas académicas e investigativas que ofrece la Universidad, es posible fomentar la curiosidad de otros estudiantes con deseo de aprender e investigar las diferentes ramas del conocimiento, después se incluyen en los diferentes semilleros de investigación para poder indagar más sobre los fenómenos como es el diseño previo de una máquina, el análisis que se le hacen a los diferentes componentes del diseño mediante un software especializado, su construcción, el funcionamiento y su respectiva automatización. Con el objetivo de prepararlos profesionalmente ya que un investigador en el área de trabajo es muy llamativo para las empresas actualmente porque hay mayor flexibilidad y procesos puntuales que realizaría un investigador, por tanto, lo que se busca actualmente en una empresa o industria es la innovación.

Un estudio realizado por la OCDE³ reconoció a los países desarrollados porque son naciones que más incentivan a sus jóvenes promesas a la investigación científica y a los conocimientos científicos. Por esto, al aprovechar estos conocimientos existentes en investigación que provienen de todos estos países, es posible seguir indagando y aumentando el conocimiento del investigador hacia la investigación aplicada y sus aplicaciones industriales. Otro estudio realizado por Frieder Meyer-

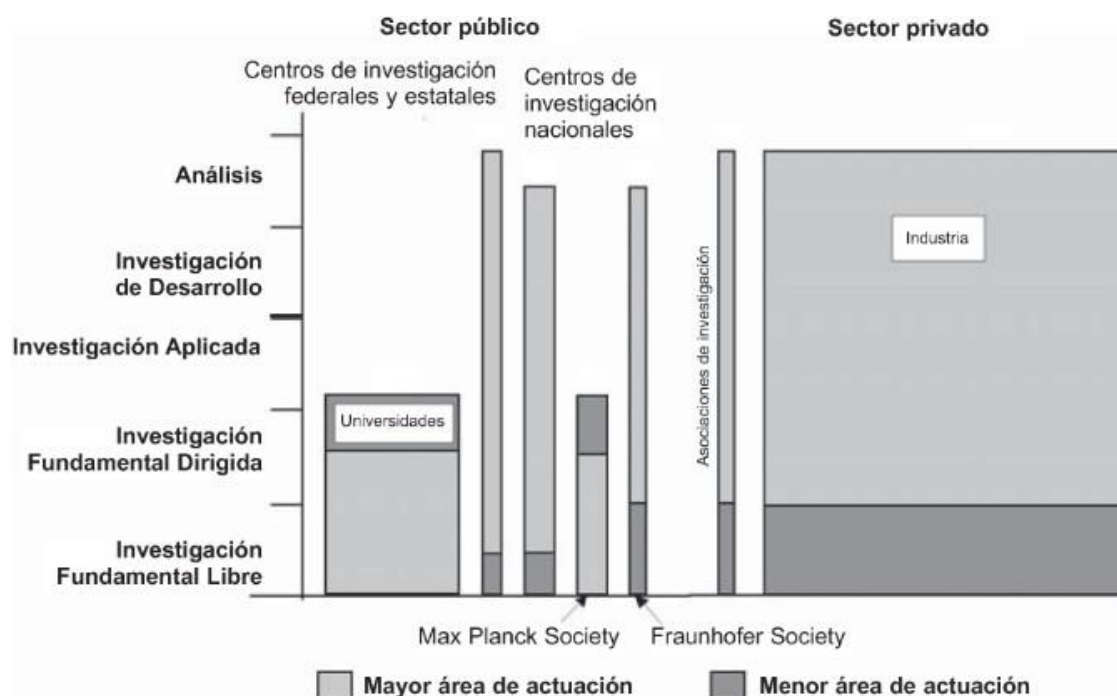
¹ DAY RA. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. 3a. ed. Washington, DC: OPS, 2005. (Publicación Científica y Técnica No. 598). Disponible en: <http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/Comoescibirypublicar.pdf>

² CAMPANARIO JM. Cómo escribir y publicar un artículo científico. Cómo estudiar y aumentar su impacto. Rev Esp Doc Cient. 2003;26(4):461-3.

³ CEGARRA SÁNCHEZ, J. (2012). La investigación científica y tecnológica. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/usta/62635?page=5>

Kramer⁴ que se le realizó a Alemania sobre el desarrollo que tendría después de la segunda guerra mundial, mostró que el aprendizaje como la investigación fueron aumentando en ese país y cambiaría de forma potencial la estructura de innovación en cuanto a la investigación como se muestra en la Figura 1. Por ello es uno de los países al que debemos seguir de cerca para ver sus métodos en cuanto a la manera de aprovechar los recursos para que la investigación surja efecto.

Figura 1 Sistema de investigación alemán en 1989.



Fuente: Frieder Meyer-Krahmer, *Research Policy*, n. ° 21, pág. 423-436.

Nuestro país está en pleno proceso de formación educativa y se ha podido evidenciar en los últimos años, todos los recursos y esfuerzos para formular políticas que sean favorables a la investigación, por otra parte, se implementan modelos y sistemas flexibles para su gestión, también la formación de docentes investigadores, promover la formulación de proyectos y participar en convocatorias nacionales o internacionales en consecuencia, organizar grupos y determinar la investigación. Dirección, formulación de planes para predecir logros académicos y

⁴ FRIEDER Meyer-Krahmer, *Research Policy*, n. ° 21, pág. 423-436.

científicos, asignar presupuestos aceptables para el desarrollo de plataformas e infraestructura y fortalecer los esfuerzos institucionales en este tema⁵.

La Facultad de Ingeniería Mecánica ha tenido desde sus inicios un amplio campo de investigación, innovación y planeación frente a las preguntas que surgen por las necesidades del avance tecnológico y del entorno que intenta ver más allá el desarrollo profesional, ya que el conocimiento genera un papel muy importante cuando se quiere profundizar temas más específicos que han venido surgiendo a nivel global. Por tal motivo es necesario buscar soluciones a estas problemáticas que puedan suplir las necesidades cotidianas que se presentan.

La Universidad Santo Tomas seccional Tunja, ha implementado desde hace tiempo la metodología de investigación cuyo objetivo es ver las necesidades cotidianas del ser humano, implementando emprendimiento y respuestas a los métodos, también al atraer el interés de los estudiantes que van a ser acreedores de ideas y soluciones a las problemáticas que se presenten tanto en la facultad como en aulas interdisciplinarias, para que puedan ser aceptados en los diferentes semilleros de investigación los cuales irán generando capacidades investigativas, hacia conocimientos en la formulación de los proyectos científicos en diferentes pruebas y ensayos.

⁵ CORONADO, J. A., D.M. MÉNDEZ GÓMEZ, y D.A. LÓPEZ ORDÓÑEZ (2014). Centro Escuela: un escenario para la formación de jóvenes investigadores. Preparándonos para una Colombia en paz. Revista de la Universidad de La Salle, (65), 85-114.

1. PROYECTO COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

1.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UNA IMPRESORA 3D DIDÁCTICA DE GRAN ESCALA

Este diseño se realizó en el periodo 2019-1

1.1.1. Descripción. El proyecto de investigación se ha venido trabajando junto con el grupo de semillero, en donde se busca contribuir al avance tecnológico que ha estado teniendo la Universidad Santo Tomas seccional Tunja y los aportes en cuanto a proyectos de investigación para el aprendizaje de estudiantes y docentes en diferentes áreas de conocimiento que van desde el desarrollo teórico hasta la fabricación de prototipos previamente diseñados.

Se realizaron varios estudios, contando con la maquinaria que ofrecía la Universidad y se utilizaron herramientas e impresoras 3D que ayudarían en la parte de aprendizaje y técnicas que iban a ser reforzadas dependiendo los conceptos teóricos de las distintas áreas⁶, por esto se identificaron unas problemáticas al ver que, cuando se iban a diseñar o fabricar piezas, la maquinaria tenía limitaciones debido a la elaboración por arranque de viruta por las geometrías complejas.

Debido a lo estudiado con anterioridad se buscó una solución al diseñar y fabricar una impresora 3D, que cumpliera con la problemática presentada con anterioridad, que tuviese una mayor capacidad volumétrica, para que conservara las características de precisión cuando se quisiera fabricar una pieza.

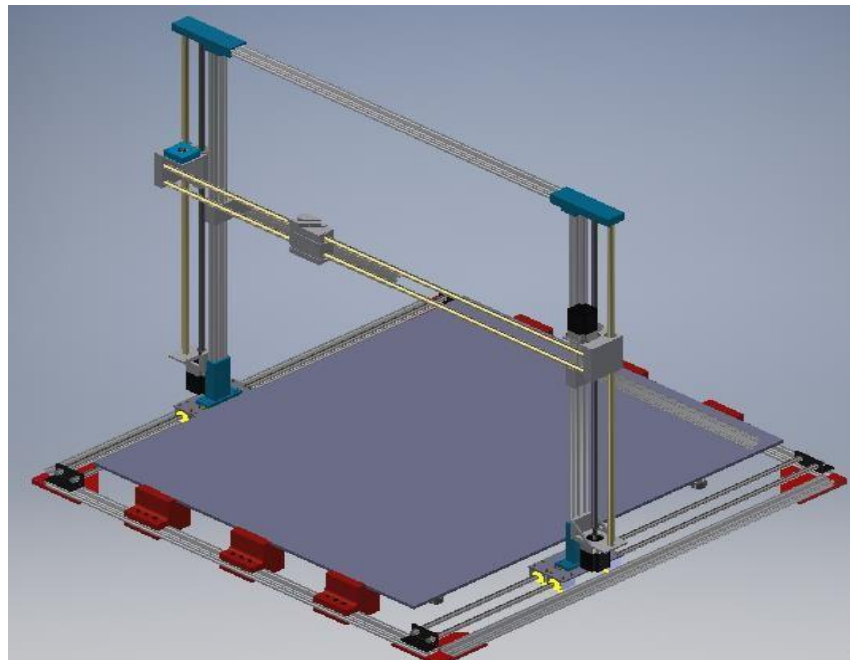
1.1.2. Participación. El autor junto con su grupo de investigación tomó como base una impresora con la que cuenta la que la universidad, para hacer nuevas mejoras y reestructurarla, mejorando aspectos como la estabilidad, el tamaño, la geometría en cuanto a los componentes mecánicos y electrónicos, logrando con esto el diseño de piezas que mejorarían el diseño anterior.

⁶ BLÁZQUEZ, P., ORCOS, L., MAINZ, J., & SÁEZ, D. (2018). Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. SciELO Uruguay, 2-9.

Al realizarse el análisis de los detalles para su fabricación, se trabajó mediante un proceso de investigación aplicada, en el que se desarrollarían algunos sistemas mecánicos de la impresora, en donde se utilizarían materiales alternativos de fácil adquisición que van a permitir beneficios cuando se construya, como es la reducción de costos y su respectiva operación.

Al fabricar piezas previamente diseñadas por el grupo de investigación se pudo notar que el costo de adquisición de una impresora 3D a gran escala es muy económico, al compararlas con las impresoras del mercado, también se puede denotar que además de su costo estándar, las piezas que se fabrican por el semillero de Prototipado Rápido, tienen buena resistencia a los esfuerzos cortantes debido al estudio que se hizo de la estructura de impresión “*Honeycomb*” (forma de panal de abejas), que mejora considerablemente la resistencia a los esfuerzos del PLA. Esto se debe a que la distribución de material se hace en ambas direcciones y no linealmente (Ebel & Sinnemann, 2014). Por otra parte, se observa su amplia ventaja al reducir el peso de la impresora como se observa a continuación en la Figura 2.

Figura 2 *Diseño CAD de la estructura de la impresora*



Fuente: Autor.

Al tener todas las ventajas se puede aplicar todos estos procedimientos con el propósito de contribuir a la Facultad de la Universidad Santo Tomás, en donde

podrán acceder a esta impresora para trabajar y diseñar piezas personalizadas que van a ser diseñadas por los estudiantes y los docentes.

2. PRODUCTOS COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizó con el semillero de Prototipado Rápido, junto con la colaboración de los Ingenieros Germán Gutiérrez, Carlos A. Aguirre y Fernando Jiménez, docentes de la facultad de Ingeniería Mecánica, e Ingeniería Electrónica, nos permitió elaborar varios procesos en cuanto a la manera de dibujar los bocetos, logrando así varios diseños que nos permitirían presentarlos en diferentes actividades ofrecidas por la Universidad.

2.1. TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA.

Producto realizado en el periodo 2019-2

2.1.1. Descripción. El encuentro internacional surge como una iniciativa propuesta por el semillero de investigación, el cual buscaba mostrar el proyecto investigativo como grupo en la universidad, la cual evidenciaría más adelante el proceso y las características que iba a tener una impresora 3D didáctica a gran escala

2.1.2. Participación. El autor realizó aportes reuniendo información y fuentes bibliográficas que ayudarían al diseño de la impresora 3D obteniendo resultados satisfactorios ya que sirvieron como análisis y paso para nuevas investigaciones que se evidenciarían en la sustentación donde se anexará el certificado de participación

2.1.3 Productos. La realización de este proyecto abrió paso a la participación del proyecto: ponencia Diseño y análisis mecánico de la estructura de una impresión 3D didáctica de gran escala, realizada el 5 y 6 de septiembre del 2019 en Tunja (Boyacá). En la Figura 3, se anexa el certificado de la participación, donde el ponente principal fue la estudiante Liseth Tatiana González López, junto con los otros dos ponentes Edwin Ferney Gómez Naizaque y Juan David Velásquez Paredes.

Figura 3 Certificado ponencia Diseño y análisis mecánico de la estructura de una impresión 3D didáctica de gran escala, Eniiu 2019.



Fuente: Autor.

El objetivo de esta participación, fue dar a conocer el proyecto y las diferentes metodologías de trabajo en las cuales se trabajaban los avances en cuanto a diseño ya que se requería un diseño que buscara establecer ciertos parámetros como reducir el peso de la impresora, ajustar la cama fría para el movimiento en los tres ejes propiedades del material con el que se iba a trabajar la impresión y ajustar los servomotores mediante código G para la velocidad de la impresión y la velocidad de movimiento.

2.2. CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS, CIICT Y CIDIFAM

Producto Realizado en el periodo 2019-2.

2.2.1. Descripción. Al mostrar el proyecto investigativo como grupo de semillero de investigación en la universidad, se vio la necesidad de hacerle unas mejoras en el diseño, como mejoras en las piezas modeladas, para después mostrar características que iba a tener una impresora 3D didáctica a gran escala.

2.2.2. Participación. El autor junto con su equipo de investigación, realizaron mejoras y correcciones para continuar con la construcción de la impresora 3D a gran escala, en la cual profundizo más sobre los temas que fueron expuestos en el Eniiu 2019, las cuales sirvieron como estrategias y material para profundizar más en el campo de la impresión 3D, por este motivo se llegó a la conclusión de participar en el V congreso Internacional de instrumentación, Control y Telecomunicaciones CIICT y II Congreso Internacional en Diseño, Fabricación y Nuevos materiales CIDIFAM en el que expondríamos nuevamente la iniciativa de proyecto.

2.2.3. Producto. Al analizar el diseño de la impresora se llegó a la implementación de piezas que podrían ser prototípicas y fabricadas por el grupo de investigación y otros avances que se hicieron para llevar este proyecto a una publicación de una revista nacional o internacional. A continuación, se anexa en la Figura 4. el certificado que se obtuvo en calidad de ponente para este congreso.

Figura 4 Certificado congreso internacional de ingenierías, CICT Y CIDIFAM 2019. Ponencia: Diseño y análisis Mecánico de la estructura de una impresora 3D didáctica de gran escala



Fuente: Autor

2.3. CUARTO ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

Producto realizado en el periodo 2020-2

2.3.1. Descripción. El proyecto investigativo como grupo de semillero de investigación en la universidad, ha ido avanzando en cuanto a mejoras sobre análisis estructural en el que se evidenciarían los planteamientos realizados en el diseño, debido a la estabilidad de la estructura y por otra parte en cuanto a la fabricación, ya que es muy importante tener una buena simulación con los materiales que tenemos para mostrar si la geometría de la estructura puede ser la adecuada.

2.3.2. Participación. El aprendizaje dentro del aula y en todos los semestres cursados de ingeniería mecánica se ha podido evidenciar en el semillero de investigación ya que al implementar métodos para rediseñar y construir una impresora 3D con ayuda de los ingenieros a cargo se ha podido seleccionar mejores alternativas tanto para el diseño, como para su respectiva construcción, por ello se implementaron nuevas metodologías para implementar como un análisis estático por elementos finitos y diferentes diseños a las piezas modeladas para que fuese este proyecto más innovador a comparación con otros proyectos de gran escala de catálogos e industrias.

2.3.3. Producto. Como resultado a esta investigación, se realizó una participación en el cuarto encuentro internacional de investigación universitaria (ENIIU 2020), como se evidencia en la Figura 5. que se realizará de forma virtual por parte de la Universidad Santo Tomás – seccional Tunja, junto con otras universidades de la ciudad.

Figura 5 Certificado ponencia *Diseño y análisis mecánico de la estructura de una impresión 3D didáctica de gran escala, Eniiu 2020*



Fuente: Autor

3. ARTICULO PUBLICADO

3.1. ARTICULO INGENIO MAGNO

El semillero de investigación de Prototipado Rápido ha trabajado arduamente para poder cumplir los requisitos como agrupación investigativa de la Universidad y como un espacio académico que le brinde oportunidades a los estudiantes tanto en conocimiento como en su hoja de vida, por esto se requiere que vaya evolucionando y se vayan adquiriendo aptitudes para poder lograr el objetivo deseado que en esta ocasión fue el de publicarlo en una revista nacional o internacional.

Se plantearon varias opciones de publicación, pero se llegó a la conclusión de publicarla en la revista ingenio magno del Universidad Santo Tomas seccional Tunja como se evidencia en la Figura 6. Ya que se pasó por una etapa de correcciones y de edición en donde se evidenció todo el proceso que se llevó a cabo para la posterior aceptación en la revista, mediante una carta de aceptación.

Figura 6 Certificado aceptación y publicación de artículo. Revista Ingenio Magno



Tunja, 05 de noviembre de 2020

Respetados Investigadores:

Carlos Aguirre Rodríguez
Germán Gutiérrez Arias
Edwin Gómez Naizaque
Juan Velásquez Paredes
Liseth González López

ACEPTACIÓN PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO

Le escribimos con el fin de saludarlos y hacerle saber que su artículo titulado "DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UNA IMPRESORA 3D DIDÁCTICA DE GRAN ESCALA", fue ACEPTADO por el comité editorial y científico de la Revista Ingenio Magno con ISSN 2145-9282 - ISSN 2422-2399 (En línea) indexada en Publindex, Categoría C.

Cordialmente

M.Sc. YENNY M. GONZÁLEZ M. PhD. (c)
Editora Revista Ingenio Magno

Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, calle 19 No 11- 64 Centro de Investigaciones CUSTA
ingeniomagno@ustatunja.edu.co PBX: 7440404 Ext: 31230
Acceso libre: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno>

Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

Las capacidades dentro y fuera del Aula, nos permiten diferenciar varias opciones y alternativas de trabajo, que nos ayudan a dar una mejor solución y ampliar el conocimiento respecto a los temas vistos en clase y en el semillero de investigación, para poder contribuir al conocimiento y la dedicación que requieren estos proyectos investigativos dentro de la Universidad.

El aprendizaje que se obtiene en los semilleros de investigación ayudan a que los estudiantes extiendan sus capacidades para pensar por sí mismos y puedan satisfacer las problemáticas que se presentan en la universidad y en la industria, para que puedan plantear, planear y diseñar estrategias con un amplio conocimiento en las diferentes áreas que se encuentren.

El trabajo en equipo dentro y fuera de la universidad ayudan a fortalecer las relaciones interpersonales para que se puedan desarrollar de una manera eficaz al planteamiento de diferentes temas que se presenten en el semillero de investigación para solucionarlas e implementarlas en el proyecto que se esté realizando.

La solución de las actividades de investigación amplía, genera, y potencializa las capacidades del alumno para que como ingeniero pueda tomar decisiones que puedan innovar y así poder liderar proyectos en los que tenga que mostrar habilidades investigativas y el trabajo en equipo que son dos cosas muy importantes para la vida de un ingeniero mecánico.

Los resultados obtenidos como grupo de investigación, fueron muy buenos ya que se logró el diseño de una impresora 3D a gran escala, que va a utilizar materiales locales para reducir costos frente a las impresoras del mercado, también con la maquinaria que cuenta la Universidad como la CNC, se va a poder fabricar de una manera más rápida.

REFERENCIAS

BLÁZQUEZ, P., ORCOS, L., MAINZ, J., & SÁEZ, D. (2018). Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. SciELO Uruguay, 2-9.

CAMPANARIO JM. Cómo escribir y publicar un artículo científico. Cómo estudiar y aumentar su impacto. Rev Esp Doc Cient. 2003;26(4):461-3.

CEGARRA SÁNCHEZ, J. (2012). La investigación científica y tecnológica. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/usta/62635?page=5>.

CORONADO, J. A., D.M. MÉNDEZ GÓMEZ, y D.A. LÓPEZ ORDÓÑEZ (2014). Centro Escuela: un escenario para la formación de jóvenes investigadores. Preparándonos para una Colombia en paz. Revista de la Universidad de La Salle, (65), 85-114.

DAY RA. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. 3a. ed. Washington, DC: OPS, 2005. (Publicación Científica y Técnica No. 598). Disponible en: <http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/Comoescribirypublicar.pdf>

EBEL, E. & SINNEMANN, T. (2014).). Fabrication of FDM 3D objects with ABS and PLA and determination of their mechanical properties. RT e journal, 2-4.

LAM DIAZ, Rosa María. La redacción de un artículo científico. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter [online]. 2016, vol.32, n.1 [citado 2020-10-28], pp.57-69. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892016000100006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0864-0289.

MUTT Mari JA. Manual de redacción científica. 7ma ed. Caribbean Journal of Science, Publicación Especial No. 3. 2004. [Citado febrero 21, 2013]. Disponible en: http://files.sld.cu/redenfermeria/files/2013/03/manual-de_redaccion-cientifica-citas.pdf

VILLAGRAN A, Harris PR. Algunas claves para escribir correctamente un artículo científico. Rev Chil Pediatr. 2009;80(1):70-9.

