

**INFORME TRAYECTORIA AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD
DE INGENIERÍA MECÁNICA DE UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL
TUNJA**

YIMERSON GIOVANNY GOMEZ GUERRERO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y AQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2021

**INFORME TRAYECTORIA AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD
DE INGENIERÍA MECÁNICA DE UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL
TUNJA**

YIMERSON GIOVANNY GOMEZ GUERRERO

Informe de estudio, para optar al título de Ingeniero Mecánico

Directora: Yina Faizully Quintero Gamboa, Ingeniera Mecánica

Tutor metodológico: Edwin Blasnilo Rua Ramírez, Ingeniero Mecánico.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2021

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja 15 de junio de 2021

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
PROYECTOS Y PRODUCTOS COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN	11
1. CÁLCULO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN ESTADO TRANSITORIO PARA UNA PROBETA ESTANDARIZADA PARA EL ENSAYO JOMINY	11
2. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXTRUSOR DE ARCILLA PARA IMPRESIÓN 3D	16
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Certificado de participación como ponente del Encuentro Internacional Virtual de investigación en Ingeniería Mecánica ENVIIMEC 2020.....13

Figura 2. Certificado de aceptación del artículo Cálculo de Transferencia de Calor en Estado Transitorio de una Probeta Estandarizada para el Ensayo Jominy por parte de la revista Ingenio Magno.....14

Figura 3. Certificado de participación como coautor en el 3er Encuentro Internacional de Investigación Universitaria.....17

GLOSARIO

CAE: computer aided engineering o ingeniería asistida por computadora.

RESUMEN

En el presente documento se expone la trayectoria como auxiliar de investigación a lo largo de cinco años en los cuales el estudiante de la facultad de ingeniería mecánica Yimerson Giovanni Gomez Guerrero en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, a lo largo de su participación en el semillero de investigación denominado tecnologías y aplicación de manufactura digital (TyAMaD), en el cual se impregnó de la importancia de estos espacios educativos para el mejoramiento de los procesos investigativos. Los proyectos fueron realizados bajo la dirección de la ingeniera Yina Faizully Quintero Gamboa y el ingeniero Fernando Jiménez Díaz y con la compañía de los compañeros de la facultad, donde se fortalecieron algunos de los temas estudiados durante el pregrado.

INTRODUCCIÓN

El estudiante de la universidad Santo Tomás Seccional Tunja dentro de las opciones de grado que brinda, está la de auxiliar de investigación, la cual en ingeniería mecánica es una herramienta con la que el ingeniero busca y da posibles respuestas a problemas que se presentan en el ámbito académico, laboral y social. Estos espacios dan diferentes posibilidades a los estudiantes de elegir un tema de su interés, y con base en ello elegir un semillero de investigación en el cual se indaguen, capten, mejoren y enfrenten problemas que se presentan a lo largo de la investigación, para que de este modo se adquieran conocimientos que complementen lo aprendido durante el pregrado.

El semillero de Investigación como un ambiente diseñado para identificar y reafirmar la vocación investigativa en general o para reafirmar la vocación investigativa en un campo o área específica. Como estructura primaria para la conformación de comunidades investigativas, el Semillero de Investigación está integrado por un investigador de carrera que lo lidera, y un grupo de estudiantes o profesores que desean iniciarse en la investigación¹.

Por los cual estas comunidades que se crean son una familia, en las cuales hay un líder que es la persona encargada de distribuir las tareas que se deben hacer para que la investigación sea contundente a la hora de su divulgación.

“El trabajo en red de los semilleros basa sus actividades en los principios de responsabilidad, compromiso, constancia y autoformación que tienden a constituirse en macro comunidades de aprendizaje y de investigación formativa colectiva. A partir de allí se construyen e integran los procesos de formación en investigación e investigación formativa realizados por los semilleros de investigación”². “De acuerdo a esto, la investigación es una función fundamental de la universidad; constituye un elemento importantísimo en el proceso educativo porque a través de ella se genera conocimiento y se propicia el aprendizaje para la

¹ GUERRERO, María Eugenia. Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. En: ACTA COLOMBIANA DE PSICOLOGÍA. DEC., p. 2-3

² CORREA, Lucas. Estado actual del trabajo en red de los semilleros de investigación en Colombia. En: OPINIÓN JURÍDICA. Oct 4., p. 3

generación de nuevo conocimiento; además, la investigación vincula la universidad con la sociedad.”³

Dentro de este proceso de aprendizaje se generan lazos investigativos, personales, sociales, etc. entre el tutor o profesor y el estudiante, lo cual genera un ambiente creativo en el que las ideas fluyen constantemente para dar solución al tema de estudio, debido a que el estudiante se siente totalmente seguro y tranquilo de poder expresar lo que piensa sin ser juzgado ni pormenorizado con lo bueno o malo que su aporte pueda ayudar en la investigación. A su vez, en estos ambientes también se refuerzan valores tales como: La responsabilidad que se tiene que asumir cuando lo que se está estudiando afecta positivamente a la sociedad en general. Respeto de los puntos de vista que los demás investigadores aportan a la investigación que se está realizando, ya que todas las ideas que se debatan son muy importantes.

Los avances en la ciencia y la tecnología que día a día marcan el acontecer mundial, y en los cuales somos testigos como parte integrante de una sociedad evolutiva, nos obliga no sólo a estar enterados y sino a ser usuarios de los mismos de manera continua, preparándonos para su utilización y para no caer en lo que se ha denominado como el analfabetismo tecnológico. Junto a este aspecto, la investigación científica va de la mano, avanzando a grandes pasos a favor del bienestar de las gentes y de la preservación del medio ambiente. Es por eso, que, sin lugar a dudas, la investigación se ha convertido hoy en día en el eje transversal de toda actividad que se genera desde la academia. A través de esta acción se logra avanzar en los diferentes campos del conocimiento, integrando esta labor a las realidades de las diversas comunidades, contribuyendo a la competitividad de una región y un país en sus planes enfocados a alcanzar mayores niveles de desarrollo⁴.

Por tal motivo es que las universidades se enfocan bastante en incentivar a que los estudiantes que se encuentran en la academia no solo aprendan conocimientos universales, sino también el cómo utilizar lo aprendido para impactar positivamente la sociedad.

³ MIYAHIRA, Juan. La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado. En: MED HERED. Sep 3, p. 1

⁴ MOLINEROS, Luis Fernando. Orígenes y Dinámica de los Semilleros de Investigación en Colombia. Popayán: Taller Editorial Universidad del Cauca, 2010. 10p.

El siguiente documento resume cada uno de los proyectos de investigación desarrollados a lo largo del pregrado como miembro del semillero tecnologías y aplicación de manufactura digital (TyAMaD), de la facultad de Ingeniería Mecánica, siendo temas de investigación la simulación CAE, el diseño mecánico, la programación , y el maquinado de piezas, enfatizando todos estos temas al sector educativo, esto con el fin de buscar posibles soluciones a los problemas actuales por los que pasa el sector educativo en la implementación de impresoras 3D y la utilización de alternativas de simulación en ensayos térmicos por medio de métodos numéricos en la región de Boyacá.

A continuación, se muestran los productos que se realizaron desde que se inició en septiembre del año 2016, participando en congresos nacionales e internacionales, se adjunta cada uno de los soportes de cada congreso en el que participó y de los artículos publicados hasta la fecha.

PROYECTOS Y PRODUCTOS COMO AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

1. CÁLCULO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN ESTADO TRANSITORIO PARA UNA PROBETA ESTANDARIZADA PARA EL ENSAYO JOMINY

Dentro de los proyectos realizados en los espacios que brinda la universidad, se realizó una investigación basada en un problema que surgió en el ámbito educativo de una clase de mecánica computacional, debido a que para simular el ensayo Jominy, no se tenía un procedimiento que brindara una información que al compararla con el proceso real ejemplificara este. Para lo cual se compararon tres métodos numéricos, los cuales fueron: Simulación CAE en ANSYS 2020 R2®, programación en Python® y calculo en Excel®. Toda la programación de los dos últimos metodos y proceso para simular el comportamiento de la temperatura en el proceso de enfriamiento de la probeta del test de Jominy, se realizó con base en fórmulas de los métodos numéricos, con la cuales se realizan las iteraciones necesarias para obtener la información de temperatura en cualquier sector de la probeta, y en cualquier instante durante los 10 minutos enfriamiento que exige la norma ASTM A 255. Luego de esto, se procede a realizar el diseño de la probeta para posteriormente añadir las condiciones de temperatura del agua y aire presentes en la ciudad de Tunja, la temperatura a la que sale la probeta de la mufla, las constantes de transferencia de calor por convección tanto del agua como del aire, la conductividad del acero, y por supuesto el tipo de acero. Con todos estos datos definidos, se crea una malla, la cual es generada de forma automática y crea tamaños de elementos de 5mm, generando una malla con 23484 nodos y 5390 elementos. Además, se tiene en cuenta la calidad de la malla para poder verificar si es la más adecuada. Para calificar la malla se utiliza la métrica de calificación Ortogonal Quality (ASTM, 2020) en donde los valores de calificación están entre

cero (la peor calificación) y uno (la mejor calificación). Con los resultados de los tres métodos se realizó la comparación del comportamiento del enfriamiento de la aproximación de probeta del test de Jominy transcurrido un tiempo de 400 segundos, esto debido a que, en el método de Microsoft Excel el tiempo se ve limitado por el número de celdas que tiene el archivo, debido a que la periodicidad con que se evalúa cada momento es muy pequeña. Estas limitaciones generan que el análisis realizado en los otros métodos tenga que disminuir su tiempo para así poder realizar la comparación. Luego de realizada la comparación, se observa que no se presenta una diferencia significativa en el comportamiento de la temperatura de la probeta, esto debido a que el tiempo de análisis es muy grande y al final el comportamiento de la temperatura disminuye lentamente, pero también debido a que en los tres métodos se utilizan diferencias finitas, entonces el comportamiento de la temperatura debe ser similar.

Dentro de los productos obtenidos en la investigación, el estudiante obtuvo una ponencia titulada **Análisis térmico en estado transitorio del enfriamiento de una probeta del test de Jominy por medio de diferencias finitas**, realizada en el **ENCUENTRO INTERNACIONAL VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA ENVIIMEC 2020** como se muestra en la figura 1, celebrado los días 29 y 30 de octubre del año 2020 en la Universidad Santo Tomás Tunja de Colombia.

Figura 1. Certificado de participación como ponente del Encuentro Internacional Virtual de Investigación en Ingeniería Mecánica ENVIIMEC 2020.



Fuente: Elaboración propia

Con la ponencia realizada en este encuentro, se logró la publicación de un artículo de investigación titulado **Cálculo de la transferencia de calor en estado transitorio para una probeta estandarizada para el ensayo Jominy** en la revista Ingenio Magno en su edición 12-1 identificada con **ISSN-E: 2422-2399**, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Certificado de aceptación del artículo Cálculo de Transferencia de Calor en Estado Transitorio de una Probeta Estandarizada para el Ensayo Jominy por parte de la revista Ingenio Magno.



Tunja, 26 de abril de 2021

Respetados Investigadores:

Yimerson Gomez Guerrero

Edwin Gómez Naizaque

Daniel Maldonado Monroy

Yina Quintero Gamboa

ACEPTACIÓN PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO

Le escribimos con el fin de saludarlos y hacerles saber que su artículo titulado "CÁLCULO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN ESTADO TRANSITORIO DE UNA PROBETA ESTANDARIZADA PARA EL ENSAYO JOMINY", fue ACEPTADO por el comité editorial y científico de la Revista Ingenio Magno con ISSN 2145-9282 - ISSN 2422-2399 (En línea), Vol. 12-1

Cordialmente

Venny M. González M
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 CIUSTA
ingeniomagno@ustatunja.edu.co PBX: 7440404 Ext 31230
Acceso Libre: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno>

Fuente: Elaboración propia

De esta investigación también si participo en un evento realizado en la Universidad Santo Tomás y su Dirección de Investigación e Innovación, el cual fue denominado **ScienceTubers**. Para el cual fue necesaria la realización de un video de tres minutos en el cual se plasma todos los aspectos importantes e influyentes de la investigación, el cual se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3. Correo de aceptación y publicación de video en el canal de YouTube de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja.



Fuente: Elaboración propia

2. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXTRUSOR DE ARCILLA PARA IMPRESIÓN 3D

Otro de los proyectos en el que participó el estudiante durante la trayectoria investigativa fue la del diseño y construcción de un extrusor de arcilla que fuese utilizado en impresión 3D. El proyecto surge de la necesidad de obtener un material económico y fácil de obtener en el departamento de Boyacá, más específicamente en la ciudad de Tunja, esto con el fin de reemplazar los materiales tradicionales de impresión 3D como los son el PLA y ABS, los cuales son costosos y difíciles de obtener, a lo cual se presenta como alternativa la arcilla, debido a que presenta propiedades tales como: resistencia mecánica, resistencia térmica, estabilidad térmica, química y un buen nivel de fluencia. Lo cual permite que esta tecnología llegue a industrias, las cuales con los materiales tradicionales seria imposible realizarlas, como lo es la de la fundición, en la cual la arcilla gracias a sus propiedades térmicas resistiría las altas temperaturas que se generan en este proceso.

Para lo cual se diseño un extrusor tipo cilindro-pistón, en el cual su movimiento se genera por medio de un motorreductor paso a paso que esta conectado a un tornillo de potencia, lo cual hace que se genere un movimiento ascendente y descendente del pistón dentro del cilindro. Este diseño fue escogido bajo criterios importantes a la hora de su construcción e implementación, como lo es el costo, eficiencia, dificultad de fabricación, adaptabilidad, y que este sistema puede ser utilizado en la impresora 3D que cuenta el laboratorio de manufactura de la Universidad Santo Tomas sede Tunja para su programa de ingeniería mecánica. En el desarrollo de este proyecto además de construir un prototipo funcional para realizar diferentes pruebas, se generó una simulación CFD en el programa ANSYS 2019 R2 donde se simularon las líneas de flujo del sistema y así poder identificar el punto crítico del sistema.

Dentro de los productos obtenidos en la investigación, el estudiante obtuvo una ponencia titulada, **Diseño y construcción de un extrusor de arcilla para impresión 3d**, en la cual aparece como coautor, debió a que el ingeniero mecánico Daniel Humberto Maldonado Monroy es el ponente, la realizada en el **3er ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA**, celebrado los días 5 y 6 de septiembre del año 2019 en la universidad Santo Tomás Tunja de Colombia, como se puede apreciar en la figura 4 y 5.

Figura 4. Certificado de participación como coautor en el 3er Encuentro Internacional de Investigación Universitaria.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Memoria del artículo para la ponencia en el 3er Encuentro Internacional de Investigación Universitaria ENIIU.



Diseño y construcción de un extrusor de arcilla para impresión 3d.

Design and construction of a clay extruder for 3D printing.

Acosta-Arcos, Daniel N^a. Gomez, Yimerson N^b. Gonzalez, Cristian N^c.

Maldonado Monroy, Daniel N^d.

^aUniversidad Santo Tomas / Estudiante, Tunja, Colombia

^bUniversidad Santo Tomas / Estudiante, Tunja, Colombia

^cUniversidad Santo Tomas / Estudiante, Tunja, Colombia

^dUniversidad Santo Tomas / Estudiante, Tunja, Colombia

daniel.acostac@usantoto.edu.co

Abstract

3D printing is characterized by the use of plastic printing materials, generally PLA and ABS, which enable the manufacture of a piece through the deposition of molten material layer by layer to achieve the desired geometry. However, traditional extrusion tools have limitations in terms of the restriction of the printing materials that can be used with traditional tools (they are only PLA and ABS), which generates limitations in the applications for this type of machines. In addition, the printing materials must be imported from the United States or Europe, at a high cost and limited availability.

A

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Las actividades del auxiliar de investigación en la búsqueda de información desarrollan estrategias que facilitan la toma y análisis de datos que contribuyan a los proyectos que se realizan, se descubren nuevos conocimientos que rodean el ámbito ingenieril, con los cuales se desarrollan capacidades que mejoran el aprendizaje, y por consecuente se facilita la capacidad de enfrentar problemas desde diferentes aspectos o puntos de vista con los cuales se les da solución. Para alcanzar un nivel investigativo se debe ser responsable, comprometido y eficaz con lo que se esta realizando, todo esto acompañado con una muy buena relación y comunicación que se crea entre el director de la investigación y el estudiante, y también entre los demás integrantes del semillero, ya que esto crea un ambiente propicio para que el trabajo en equipo aliviane las cargas, y abarquen todos los aspectos del estudio. Para que así se alcancen metas y logros que se ven reflejados tanto individual como grupalmente en artículos publicados en revistas importantes, ponencias nacionales e internacionales, o que las investigaciones que se desarrollaron ayuden a mejorar la vida de personas que se ven beneficiadas con dicha labor.

REFERENCIAS

CORREA, Lucas. Estado actual del trabajo en red de los semilleros de investigación en Colombia. En: OPINIÓN JURÍDICA. Oct 4,.p. 3

GUERRERO, María Eugenia. Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. En: ACTA COLOMBIANA DE PSICOLOGÍA. Dec,.p. 2-3

MIYAHIRA, Juan. La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado. En: MED HERED. Sep 3,.p. 1

MOLINEROS, Luis Fernando. Orígenes y Dinámica de los Semilleros de Investigación en Colombia. Popayán: Taller Editorial Universidad del Cauca, 2010. 10p.