

<b>Información general</b>			
Facultad: Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías			
Programa académico: Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico		Grupo(s) de investigación: DIMAT	
Nombre del semillero – Siglas Gestión Aplicada a la Operación y el Mantenimiento - GAOM		Fecha creación: 3-Mar./20	
		Campus:  Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Mantenimiento Industrial - Gestión de Activos - Gestión de la producción			
Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	X	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en [www.uts.edu.co](http://www.uts.edu.co), la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

**Información del Director del Proyecto**

Nombre:  CRISTIAN ORLANDO MARTIN MOREO		No. de identificación y lugar de expedición:  91518646 de Bucaramanga	
Nivel de formación académica: Maestría			Asesor:
		x	Líder de semillero:
Celular: 3107858144		Correo electrónico: cmartin@correo.uts.edu.co	

**Información de los autores**

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición	Celular	Correo electrónico
Maria Camila Morales Pardo	1005546570 - Vélez Santander	3114863137	<a href="mailto:mariaacmorales@uts.edu.co">mariaacmorales@uts.edu.co</a>
Luis Miguel Arguello Calderón	1100949155 Mogotes, Santander	3124356619	<a href="mailto:Lmiguelarguello@uts.edu.co">Lmiguelarguello@uts.edu.co</a>
Pedro Felipe Leal Flórez	1094281422	3124122303	<a href="mailto:Pfleal@uts.edu.co">Pfleal@uts.edu.co</a>
Jhon Stefer Bustos Duarte	1005161458	324 299 2715	<a href="mailto:jsbustos@uts.edu.co">jsbustos@uts.edu.co</a>

**Proyecto**

1. Título del proyecto: Implementación de un objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor para el curso de Termodinámica en las Unidades Tecnológicas de Santander.	MODALIDAD DEL PROYECTO **				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
<p>2. Planteamiento de la problemática:</p> <p>El curso de termodinámica del programa de Operación y Mantenimiento Electromecánica en las Unidades Tecnológicas de Santander refiere conocimientos básicos y fundamentales de la energía, en sus diferentes manifestaciones, transformaciones y aplicaciones en sistemas abiertos y cerrados, para procesos industriales y muchas otras aplicaciones.</p> <p>Este es un curso teórico, que tiene entre otros resultados de aprendizaje, explicar la transformación de las distintas formas de energía usando los conceptos y principios termodinámicos; aunque no es necesario contar con un laboratorio de termodinámica para el logro de los resultados de aprendizaje, la tasa de mortalidad del curso es alta y se requiere de la implementación de mecanismos de enseñanza aprendizaje basados en las metodologías activas propias del modelo pedagógico Uteísta, que faciliten al estudiante la comprensión de los procesos termodinámicos de transformación de energía.</p> <p>¿Cómo la implementación de un objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor favorece a los estudiantes de Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico lograr los resultados de aprendizaje asociados a la primera y segunda ley de la termodinámica?</p>					
<p>3. Antecedentes:</p> <p>Ha sido común el desarrollo de trabajos de grado que busquen solucionar problemáticas asociadas con proceso de aprendizaje en las aulas de clase, y dentro de ello se pueden encontrar bancos de laboratorio, proyectos de aula, prototipos, objetos de aprendizaje, entre otros. En ese sentido, (Chuquilín Arbildo, Ricse Villar, Cisneros Tejeira, Escudero Marcos, &amp; Zavaleta Delgado, 2015), presentaron el diseño y construcción de un prototipo de máquina térmica en la escuela académica profesional de ingeniería ambiental, el cual permitió la comprobación de la primera ley de la termodinámica y el principio de conservación de energía. Los autores concluyeron que se generó un impacto en los estudiantes, de manera que sirvió para el aprendizaje de física, química y termodinámica.</p> <p>Se pudo comprobar el correcto funcionamiento del sistema y medir las variables involucradas en el proceso mediante el proyecto "Diseño y construcción de un banco de pruebas termodinámico con un sistema intercambiador de calor de tubos y "coraza" realizado por (Barragán Salazar &amp; Barón Vanegas, 2021) en la Universidad Antonio Nariño. Este proyecto también sirvió como una herramienta didáctica para aprender sobre la transferencia de calor. Además, se crearon guías de laboratorio que facilitaron la comprensión del método de intercambio de calor utilizado en este tipo de intercambiadores, presentándolo de manera práctica, didáctica, técnica y accesible. El software AutoCAD fue utilizado de acuerdo a los requisitos de diseño y espacio asignado en el laboratorio universitario.</p> <p>Por su parte, (Serna Plata, 2016), en su trabajo "Diseño e implementación de guías de termodinámica con enfoque problémico como estrategia para la enseñanza aprendizaje", presentó la utilización de guías con enfoque problémico como una estrategia innovadora para enseñar termodinámica a estudiantes de undécimo grado en un colegio de la ciudad de Manizales. A través de un análisis cuantitativo de los datos recopilados y comparando los resultados entre el grupo de control y el experimental, se evaluó el impacto de las dinámicas utilizadas y el progreso en el aprendizaje significativo de los conceptos estudiados. Los resultados concluyeron que el uso de guías con enfoque problémico mejora significativamente la comprensión de los conceptos de calor y temperatura, fomentando la transformación de las ideas previas de los estudiantes.</p> <p>De acuerdo con el autor Efrén Revelo, en su tesis de grado titulada "Diseño y construcción de un banco de pruebas termodinámicos para un proceso isobárico, para el laboratorio de termodinámica de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE", logra establecer que, para el desarrollo del banco de pruebas, identificaron algunos problemas en el diseño y la construcción del equipo durante las pruebas realizadas, sin embargo, lograron optar por medidas que permitieron solucionarlas. Por otra parte, establecieron el cambio en la temperatura para el ingreso y la salida del líquido, lo que permitió obtener un flujo más controlado y uniforme, así mismo, lograron la implementación de un aislante térmico alrededor del cilindro con el fin de reducir la entropía que se genera de tal forma que se mejorara la eficiencia del proceso. Una vez fueron implementadas estas mejoras, lograron obtener una mayor eficiencia y la optimización en el funcionamiento del banco de pruebas (Revelo Albuja, 2011).</p> <p>Además, el autor Meneses en su tesis "Diseño de un banco de pruebas para control de temperatura y flujo" establece que las variaciones en los accesorios y las válvulas pueden generar una reducción en la carga total sobre la bomba, lo cual</p>					

provoca cambios en el caudal y la potencia necesaria para poder impulsar el fluido, se puede resaltar la mejora en la eficiencia de la bomba, así como también es importante mencionar que la válvula de control presenta un comportamiento distinto antes y después de su instalación, lo cual se debe a la variación en la caída de presión. Además, se señala en el texto que el segundo intercambiador de calor tiene como objetivo principal evitar la pérdida innecesaria de agua y se crea una técnica de control para una planta de tercer orden utilizando la sintonización ITAE, la cual se aplicó de manera exitosa en una simulación logrando un seguimiento adecuado de la temperatura de proceso y una capacidad efectiva para rechazar perturbaciones (Meneses Guerrero, 2006).

#### 4. Justificación:

Para las UTS se entiende por metodología para el aprendizaje la forma como se planifica, administra y dirige la práctica educativa. El aprendizaje significativo implica que el proceso de construcción de significados es el elemento central del proceso enseñanza-aprendizaje, haciendo más fácil la manipulación del material objeto de conocimiento, para que el estudiante pueda descubrir a través de la elaboración y transformación de ese material (Cáliz, 2011). Dentro de las Metodologías de aprendizaje se encuentra el aprendizaje basado en problemas, definida por el Buck Institute for Education como un método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en conocimientos esenciales y habilidades a través de procesos de indagación. La implementación de un objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor para el curso de termodinámica en las UTS, permite el desarrollo de problemas retadores para los estudiantes, favoreciendo la comprensión de los procesos de transformación de energía y la asociación de propiedades termodinámicas a través de la observación directa y el análisis.

#### 5. Marcos referenciales:

Primera ley de la termodinámica: El primer principio de la termodinámica aborda la conservación de la energía y establece que, si se realiza trabajo en un sistema o si el sistema intercambia calor con otros sistemas o con el entorno, la energía interna del sistema experimentará un cambio. También se puede definir el calor como la cantidad de energía que el sistema necesita intercambiar para equilibrar las diferencias entre el trabajo realizado y la energía interna.

A menudo se entiende este principio en palabras simples: se mantiene invariable la energía del universo, es decir: la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

La ecuación general de la conservación de la energía es la siguiente:

$$E_{entra} - E_{sale} = \Delta E_{sistema}$$

Sustancia pura: Una sustancia cuya composición química es la misma en cualquier parte que se analice, se llama sustancia pura. Por ejemplo, el agua, el nitrógeno, el helio y el dióxido de carbono, se pueden considerar sustancias puras. (ÇENGEL & BOLES, 2011)

Fases de una sustancia pura: A través de la experiencia, se ha observado que las sustancias pueden existir en diferentes fases. Aunque las fases principales suelen ser tres: sólida, líquida y gaseosa, una sustancia puede presentar varias fases adicionales dentro de cada una de estas principales, cada una con una estructura molecular diferente.

Líquido comprimido y líquido saturado: El líquido comprimido (también llamado subenfriado) es aquel que no está a punto de vaporizarse.

Líquido Saturado: El líquido saturado es aquel que está a punto de convertirse en vapor. Cualquier adición de calor hará que alguna parte del líquido se vaporice

Vapor Saturado: El vapor saturado es aquel vapor que está a punto de condensarse debido a cualquier pérdida de calor que pueda tener.

Mezcla de líquido-vapor saturado, vapor saturado y vapor sobrecalentado: Una mezcla de líquido-vapor saturado se refiere a una combinación en la que coexisten las fases líquida y gaseosa. Este estado se encuentra entre los estados de líquido y vapor saturados para una temperatura y presión específica de saturación de una sustancia pura. También se le denomina vapor húmedo o simplemente mezcla.

#### SISTEMAS ABIERTOS Y SU ANÁLISIS DE MASA Y ENERGÍA

Conservación de la masa: La conservación de la masa es un principio fundamental en la termodinámica que establece que la masa total de un sistema aislado no puede ser creada ni destruida, solo puede ser transformada o transferida de una forma a otra. Este principio se aplica tanto a sistemas cerrados como a sistemas abiertos.

En un sistema cerrado, también conocido como sistema aislado, no hay intercambio de materia con su entorno. En este caso, la masa total del sistema se mantiene constante a lo largo del tiempo. Según la Ley de la Conservación de la Masa,

cualquier cambio en la masa del sistema debe ser igual a la suma de las masas que entran y salen del sistema. Esto se expresa mediante la siguiente ecuación:

$\Delta m = m_{entradas} - m_{salidas}$

Donde  $\Delta m$  representa el cambio neto en la masa del sistema,  $m_{entradas}$  es la suma de las masas que entran al sistema y  $m_{salidas}$  es la suma de las masas que salen del sistema. Esta ecuación refleja la conservación de la masa en un sistema cerrado.

En contraste, un sistema abierto permite el intercambio de materia con su entorno. En este caso, la masa del sistema puede cambiar debido a la entrada o salida de materia. La conservación de la masa en un sistema abierto se expresa mediante una ecuación similar a la del sistema cerrado, pero incluyendo un término adicional para la generación o consumo de masa dentro del sistema. La ecuación general para un sistema abierto es la siguiente:

$\Delta m = m_{entradas} - m_{salidas} + m_{generación/consumo}$

Donde  $\Delta m$  representa el cambio neto en la masa del sistema,  $m_{entradas}$  es la suma de las masas que entran al sistema,  $m_{salidas}$  es la suma de las masas que salen del sistema, y  $m_{generación/consumo}$  es la masa generada o consumida dentro del sistema.

La conservación de la masa en sistemas cerrados y abiertos es un concepto fundamental en la termodinámica y se aplica en una amplia gama de procesos y fenómenos físicos. Permite comprender y analizar cómo se conserva la cantidad de materia en diferentes sistemas, lo cual es esencial para el estudio de la transferencia de energía y la transformación de materia en diversas aplicaciones científicas e industriales.

#### 6. Objetivo general:

Implementar un objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor para el curso de Termodinámica en las Unidades Tecnológicas de Santander, como elemento de enseñanza-aprendizaje en los procesos de transformación de energía asociados a la primera ley de la termodinámica

#### Objetivos Específicos:

- Identificar los elementos y equipos necesarios para la construcción del objeto de aprendizaje, a partir del análisis de resultados de aprendizaje y el plan de curso de Termodinámica
- Construir el objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor, mediante procesos mecánicos, utilizando materiales y equipos de medición aptos para el uso planteado
- Desarrollar una guía para la realización de tareas de evaluación para el curso de termodinámica, basada en el modelo pedagógico de las UTS y enfocada al logro de resultados de aprendizaje propios del curso mediante el objeto de aprendizaje

#### 7. Metodología:

Para el desarrollo e implementación del presente trabajo de grado se utilizó un enfoque explicativo al atender el problema de falta de herramientas didácticas para el proceso de enseñanza aprendizaje de procesos termodinámicos; el enfoque es adicionalmente cuantitativo al realizar cálculos y el planteamiento de situaciones problemáticas para la realización de metodologías activas en el uso del banco. Se plantea entonces dividir el proceso en 4 pasos que se describen a continuación.

1- Selección y diseño: En este paso se procedió a seleccionar materiales y diseñar el banco realizar bajo criterios de funcionalidad, cumpliendo aspectos generales de tipo termodinámico en la generación de vapor para la producción de trabajo

2- Montaje: Después de realizar el diseño con el apoyo de SolidWorks, se continua con la compra de materiales y el montaje del banco.

3- Pruebas: Una vez realizado el montaje, se inicia la realización de pruebas conforme, realizando comparaciones experimentales con la teoría planteada previamente

#### 8. Avances realizados:

Diseño conceptual: La primera etapa consistió en la selección de materiales y el diseño del banco. El diseño inicia con la etapa conceptual, en la cual se establece el esquema termodinámico del prototipo a partir de la funcionalidad esperada.

Diseño básico: A partir del diseño conceptual del prototipo se procede a realizar un diseño básico, que será la etapa que permita la construcción y el montaje de los elementos. El alcance del presente trabajo de grado es de nivel tecnológico, por lo cual no se desarrolla un diseño detallado, si no que desde el diseño básico se procede a la construcción del prototipo y se realizan ajustes de ser necesario los elementos, validando de manera permanente la funcionalidad del sistema en general.

Etapa de construcción y montaje de partes: En esta etapa se compran los materiales y se fabrican cada una de las partes del prototipo, para ir realizando paulatinamente el ensamble. El principal material para la fabricación del prototipo es el acero inoxidable AISI 304 que es altamente resistente factores corrosivos, resistiendo además muy bien las temperaturas de trabajo.

Ajustes finales del prototipo: Una vez se realizó el montaje final del prototipo, se inicia la etapa de pruebas preliminares y se encuentran algunas fallas que no permiten el correcto funcionamiento. Se realizan algunos ajustes y modificaciones

9. Resultados esperados:

El trabajo produjo un prototipo práctico que permitirá a través de su implementación continua en los cursos de termodinámica en Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico, incrementar el interés y compromiso de los estudiantes al permitirles experimentar conceptos clave de manera tangible.

Durante las pruebas realizadas el prototipo operó a 90 psi, alcanzando 160°C y generando vapor sobrecalentado, lo que facilitará la comprensión de las leyes de la termodinámica y los procesos de generación de vapor, presión y temperatura, integrando teoría y práctica en el aprendizaje.

10. Cronograma:

Actividad (Semanal)	Fase 1				Fase 2					Fase 3					Fase 4			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Revisión bibliográfica																		
Elaboración de la propuesta																		
Identificación de elementos y equipos																		
Construcción del objeto de aprendizaje																		
Elaboración de la guía de clase																		
Pruebas del prototipo e implementación en los cursos																		

12. Bibliografía:

Barragán Salazar, E. R., & Barón Vanegas, A. D. (2021). Diseño y construcción de un banco de pruebas termodinámico con un sistema intercambiador de calor de tubos y coraza.

ÇENGEL, Y. A., & BOLES, M. A. (2011). *thermodynamics: An Engineering Approach*. (7 ed.). Boston: McGraw-Hill: Boston.

Chuquilín Arbildo, J. O., Ricse Villar, J., Cisneros Tejeira, M., Escudero Marcos, M. C., & Zavaleta Delgado, D. A. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de máquina térmica en la escuela académica profesional de ingeniería ambiental.

Junta de Andalucía . (s.f.). Ciclo <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros/tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/44/html/brayton.html> Brayton. Obtenido

Junta de Andalucía . (s.f.). Ciclo <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros/tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/44/html/rankine.html> Rankine. Obtenido

Martín Blas, T., & Serrano Fernández, A. (s.f.). Obtenido de Termodinámica: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo2p/maquinas.html>

Martín Blas, T., & Serrano Fernández, A. (s.f.). Termodinámica. Obtenido de <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo2p/refrig.html>

Meneses Guerrero, L. D. (2006). Diseño de un banco de pruebas para control de temperaturas y flujo. (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6181/T04188.pdf?sequence=1&isAll owed=y>

Refriworld. (10 de 04 de 2023). Refriworld Peru. Obtenido de <https://refriworld.com.pe/tienda/suministros/soldaduras/gas-para-soldar-gas-mapp-worthington/#:~:text=Proporcionan%20la%20m%C3%A1xima%20salida%20de,f%C3%A1cil%20de%20agarrar%20y%20maniobrar.>

Revelo Albuja, E. V. (2011). Diseño y construcción de un banco de pruebas termodinámicos para un proceso sobárico, para el laboratorio de termodinámica de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE. (Tesis de grado). Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/931/1/T-UIDE-0779.pdf>

Serna Plata, C. (2016). Diseño e implementación de guías de termodinámica con enfoque problémico como estrategia para la enseñanza-aprendizaje. Departamento de Matemáticas y Estadística.

\* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

\*\* PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)