

**PROGRAMA EDUCATIVO**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: TERMODINÁMICA**
**CLAVE:** **B-TER-F**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumno interpretará fenómenos termodinámicos con base en los conceptos y leyes para contribuir en el desarrollo de los procesos físicos y químicos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Plantear y solucionar problemas con base en los principios y teorías de física, química y matemáticas, a través del método científico para sustentar la toma de decisiones en los ámbitos científico y tecnológico.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Base	<b>8</b>	2.81	<b>Escolarizada</b>	3	<b>45</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Principios de la Termodinámica	4	5	9
II. Propiedades y Estado Termodinámico	6	12	18
III. Leyes y Sistemas de la Termodinámica	6	12	18
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>45</b>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

La presente asignatura contribuye al logro de la competencia y los niveles de desagregación descritos a continuación:

**COMPETENCIA:** Plantear y solucionar problemas con base en los principios y teorías de física, química y matemáticas, a través del método científico para sustentar la toma de decisiones en los ámbitos científico y tecnológico.

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Representar fenómenos físicos y químicos mediante la observación de sus elementos y condiciones con base en los principios y teorías, para plantear problemas y generar una propuesta de solución.	Identificar elementos y condiciones de fenómenos físicos y químicos que intervienen en una situación dada mediante la observación sistematizada para describir el problema.	Elabora un registro del estado inicial de un fenómeno físico y químico que contenga: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos</li> <li>- Condiciones</li> <li>- Notación científica</li> <li>- Variables y constantes</li> </ul> Sistema de unidades de medida
	Plantear problemas relacionados con fenómenos físicos y químicos mediante el análisis de la interacción de sus elementos y condiciones, con base en los principios y teorías para generar una propuesta de solución.	Representa gráfica y analíticamente una relación entre variables físicas y químicas de un fenómeno que contenga: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos y condiciones iniciales y finales</li> <li>- Fórmulas, expresiones físicas y químicas</li> <li>- Esquema y gráfica del fenómeno</li> <li>- Planteamiento de hipótesis y justificación</li> </ul>
Validar la solución a problemas físicos y químicos mediante los métodos analítico, experimental y numérico, así como la interpretación, análisis y discusión de resultados, con base en los principios y teorías de la física y química para contribuir a la optimización de los recursos de los sistemas productivos.	Desarrollar métodos analíticos y experimentales con base en los principios y teorías de la física y la química, la selección y aplicación de la metodología para obtener resultados que permitan validar la hipótesis.	Desarrolla un método de comprobación de la hipótesis, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodología seleccionada</li> <li>- Solución analítica</li> <li>- Descripción del procedimiento experimental</li> </ul> Resultados
	Argumentar el comportamiento de fenómenos físicos y químicos, mediante la interpretación, análisis y discusión de resultados,	Elabora un informe donde fundamenta lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretación de resultados</li> <li>- Discusión</li> <li>- Conclusión</li> </ul>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>con base en los principios y teorías de la física y la química, para contribuir a la solución de problemas en su ámbito profesional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referencias teóricas</li> <li>Aplicaciones potenciales</li> </ul>
--	---	--

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	I. Principios de la Termodinámica				
Propósito esperado	El estudiante identificará las variables termodinámicas para definir las características de sistemas físicos y químicos.				
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	5	Horas Totales

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción a la termodinámica	Describir el concepto de termodinámica, sistema, propiedad de estado y proceso.  Distinguir los sistemas termodinámicos según sus características físicas: abiertos, aislados, adiabáticos, fronteras.	Caracterizar los tipos de sistemas termodinámicos: abiertos, aislados, adiabáticos, fronteras.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos
Temperatura, volumen y presión	Definir los conceptos de termodinámica, temperatura, volumen y presión.  Describir el concepto de sistema termodinámico y sus elementos.  Identificar las unidades de medida de las variables termodinámicas: temperatura en °Celsius, Kelvin, °Fahrenheit y Rankine; presión en Pascal, Kg/cm <sup>2</sup> , Atm, Bar, mm Hg, PSI y volumen en m <sup>3</sup> , ft <sup>3</sup> , L, Oz, Gal.  Explicar los factores de conversión de variables termodinámicas.	Determinar experimentalmente las propiedades de temperatura, volumen y presión en un sistema termodinámico, expresadas en diferentes unidades.	Asumir una actitud metódica al realizar las mediciones.  Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Describir el uso de los instrumentos de medición de variables termodinámicas.		
Energía, trabajo, calor y potencia	<p>Definir los conceptos de energía, trabajo, calor y potencia.</p> <p>Identificar las unidades de medida y factores de conversión de: energía, trabajo y calor en Joules, Calorías, BTU, ft-lbf, m-kgf.</p> <p>Identificar las unidades de medida y factores de conversión de potencia en BTU/h, lb-ft/seg, watts, hp, Cal/seg.</p>	Calcular energía, trabajo, calor y potencia en sistemas termodinámicos.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos.
Ley Cero de la Termodinámica	Explicar la Ley cero de la termodinámica.	Determinar el equilibrio térmico en un sistema termodinámico.	<p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la resolución de problemas</p> <p>Asumir la responsabilidad y honestidad al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Estudio de casos Mapas conceptuales Trabajo colaborativo	Proyector Computadora con Internet Calculadora Software Tablas de conversión Manuales de fabricante de máquinas térmicas (calderas, motores de combustión interna y sistemas de refrigeración y aire acondicionado)	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación			
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación	
Define las características y variables de un sistema termodinámico en un proceso físico y/o químico	Elabora, a partir de un caso práctico, un reporte que contenga:	EP: Cuestionario con definición de conceptos Lista de cotejo	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquema del sistema termodinámico</li> <li>- Medición y cálculo de las propiedades termodinámicas</li> <li>- Deducción de las unidades de variables termodinámicas por análisis dimensional</li> <li>- Cálculo de las variables termodinámicas (calor, trabajo y potencia)</li> <li>- Conversión de unidades</li> </ul>	ED: Exposición del caso de estudio Rúbrica
--	--	---

Unidad de Aprendizaje	II. Propiedades y estado termodinámico		
Propósito esperado	El estudiante determinará el estado termodinámico de sustancias puras, gases ideales, gases reales y mezclas, que incluyan la transferencia de calor para describir la eficiencia de procesos físicos y químicos.		

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	6	<b>Horas del Saber Hacer</b>	12	<b>Horas Totales</b>	18
------------------------	------------------------	---	------------------------------	----	----------------------	----

<b>Temas</b>	<b>Saber Dimensión Conceptual</b>	<b>Saber Hacer Dimensión Actuacional</b>	<b>Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva</b>
Sustancias puras	<p>Explicar el concepto de sustancias puras.</p> <p>Comprender la relación entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión - Temperatura</li> <li>- Presión - Volumen</li> <li>- Tabla de propiedades de las sustancias puras</li> <li>- Mezcla de fases</li> </ul>	<p>Determinar y medir variables de estado de un sistema termodinámico.</p> <p>Representar procesos termodinámicos en diagramas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión vs temperatura</li> <li>- Presión vs volumen</li> </ul> <p>Fases</p>	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos.
Definición de estado termodinámico	<p>Explicar el concepto de estado termodinámico de las sustancias.</p> <p>Explicar cómo se relacionan las variables termodinámicas en el estado de una sustancia pura.</p>	Determinar el estado de un sistema termodinámico.	Desarrollar el pensamiento analítico al definir el estado de un sistema termodinámico
Propiedades térmicas de las sustancias	Explicar los conceptos de propiedades térmicas: extensivas e intensivas, masa, volumen, densidad, energía interna, entalpía, entropía.	Medir las propiedades intensivas presión y temperatura en sistemas termodinámicos.	Asumir la responsabilidad y honestidad al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

		<p>Medir las propiedades extensivas de volumen.</p> <p>Determinar las propiedades extensivas de energía interna, entalpía y entropía de un sistema.</p> <p>Convertir las propiedades extensivas volumen, energía interna y entropía en propiedades intensivas.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico al determinar las propiedades extensivas de un sistema.</p>
Gases ideales y reales	<p>Explicar la ley de los gases ideales, sus características y aplicaciones en procesos químicos, físicos y térmicos.</p> <p>Describir la mezcla de gases y sus propiedades molares y volumétricas.</p> <p>Explicar la diferencia entre gas real y gas ideal.</p> <p>Describir la ecuación de los gases reales (van der Waals)</p> <p>Identificar el uso del diagrama de factor de compresibilidad generalizada para determinar el factor de corrección Z.</p>	<p>Calcular parámetros de un gas ideal a partir de condiciones conocidas y utilizando la ecuación de los gases ideales.</p> <p>Calcular el estado termodinámico de un gas ideal.</p> <p>Calcular el estado termodinámico de un gas real.</p> <p>Calcular las fracciones molares, mísicas y volumétricas de mezclas de gases.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico al determinar el estado termodinámico de un gas.</p> <p>Valorar la actitud proactiva al realizar actividades en forma individual y/o en equipo.</p>
Cantidad de calor y transferencia de calor	Explicar el concepto de cantidad de calor y transferencia de calor.	<p>Calcular la transferencia de calor en sistemas termodinámicos.</p> <p>Determinar las variables de</p>	Desarrollar el pensamiento analítico al diferenciar los tipos de transferencia de calor.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Describir los tipos de transferencia de calor y sus leyes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducción</li> <li>- Convección (natural y forzada)</li> </ul> <p>Radiación (absorción y emisión)</p>	<p>cantidad de calor y transferencia de calor en un sistema termodinámico.</p>	
--	---	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Soluciones de problemas Ejercicios prácticos Práctica en laboratorio	Material y equipo de laboratorio de Termodinámica Tablas de propiedades termodinámicas PC con software relacionado a la asignatura Internet Cañón Pizarrón Instrumentos de medición	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación			
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación	
Determina el estado termodinámico en sustancias diversas en un proceso físico o químico	Elabora, a partir de un caso de estudio de un sistema termodinámico, un informe que incluya: <ul style="list-style-type: none"><li>- Representación esquemática del sistema</li><li>- Medición de propiedades termodinámicas del sistema</li><li>- Determinación del estado termodinámico del sistema.</li><li>- Cálculos de propiedades de mezcla de gases ideales y reales</li></ul>	EP: Responder un cuestionario con definición de conceptos Lista de cotejo  ED: Exponer el comportamiento del sistema del caso de estudio Rúbrica	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Determinación de los modos de transferencia de calor -Conclusiones sobre el comportamiento del sistema	
--	---	--

Unidad de Aprendizaje	III. Leyes y sistemas de la termodinámica
-----------------------	---

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Propósito esperado	El alumno identificará las leyes fundamentales de la termodinámica y de dinámica de fluidos para evaluar la eficiencia de sistemas termodinámicos				
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
1ra. Ley de la Termodinámica	Definir la 1ra. Ley de la Termodinámica para sistemas cerrados y abiertos.  Analizar la ecuación de la 1ra. Ley de Termodinámica.  Definir eficiencia térmica, ciclo termodinámico y sus características.	Desarrollar cálculos energéticos en sistemas cerrados y abiertos.  Calcular la variación de la energía interna de un sistema, la energía transferida a los alrededores en forma de calor y el trabajo realizado.  Calcular la eficiencia térmica de un ciclo.	Desarrollar el pensamiento analítico al calcular la eficiencia térmica en un ciclo termodinámico  Valorar la actitud proactiva al realizar actividades en forma individual y/o en equipo
2da. Ley de la Termodinámica	Definir la 2da. Ley de la Termodinámica para sistemas cerrados y abiertos.  Analizar la ecuación de la 2da. Ley de Termodinámica.	Calcular la eficiencia térmica ideal de un proceso de transformación de energía calorífica en trabajo.  Representar esquemáticamente los ciclos de Carnot en diagramas P-V, P-T, V-T y T-S.	Desarrollar el pensamiento analítico al evaluar la eficiencia de una máquina térmica  Fomentar el autoaprendizaje al realizar

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Describir la eficiencia del ciclo de Carnot en función de la segunda ley de la termodinámica.</p> <p>Definir el concepto de Entropía.</p>	<p>Calcular la viabilidad de una máquina térmica en función de su eficiencia.</p>	actividades de gestión de la información con el uso responsable de las TIC
Tipos de procesos termodinámicos	<p>Definir los conceptos de procesos: isotérmicos, isobáricos, adiabáticos, isocóricos y politrópicos.</p> <p>Diferenciar los procesos termodinámicos tomando en cuenta sus propiedades y variables que los caracterizan.</p>	<p>Representar gráficamente el comportamiento termodinámico de procesos isotérmicos, isobáricos, adiabáticos, isocóricos y politrópicos, en diagramas P-V, P-T, V-T y T-S.</p>	Desarrollar el pensamiento analítico al realizar diversos diagramas termodinámicos
Sistemas termodinámicos	<p>Distinguir los sistemas termodinámicos: cerrados, abiertos, aislados, adiabáticos y fronteras, según sus características físicas.</p> <p>Identificar las formas de energía y variables termodinámicas que intervienen en los sistemas.</p>	<p>Determinar las características de sistemas termodinámicos.</p> <p>Evaluar la eficiencia de sistemas termodinámicos con base en el estado inicial y final de los mismos.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico al evaluar la eficiencia de un sistema termodinámico</p> <p>Valorar el esfuerzo al realizar actividades en forma individual y/o en equipo</p>
Estática y dinámica de fluidos	Definir conceptos de fluido, presión hidrostática y conservación de energía.	Calcular la presión hidrostática ejercida por fluidos en sistemas.	Desarrollar el pensamiento analítico al identificar los

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Identificar los tipos de fluidos.</p> <p>Enunciar la ecuación de Bernoulli.</p>	<p>Calcular la energía requerida en procesos donde intervienen fluidos</p>	<p>conceptos de estática y dinámica de fluidos</p> <p>Fomentar la tolerancia al realizar actividades en equipo o grupales</p>
--	--	--	---

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Práctica en laboratorio Ejercicios prácticos Solución de problemas	Equipo de cómputo Tabla de propiedades termodinámicas Software de simulación Equipos de laboratorio	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Determina la eficiencia en un sistema termodinámico seleccionado de su entorno académico o de la industria	Elabora, a partir de un caso de estudio de un sistema termodinámico, un informe que incluya:  – Representación gráfica del proceso – Cálculos de energía, trabajo, calor, potencia y eficiencia	EP: Compendio de ejercicios  Lista de cotejo  ED: Exponer los cálculos realizados en el caso de estudio

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>A partir de un caso de estudio de fluidos, donde estén determinadas todas las variables, calcular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión hidrostática</li> </ul> <p>Cálculos de energía</p>	Rúbrica
--	---	---------

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Profesionista en el área de Ingeniería	Experiencia en la enseñanza de ciencias de la ingeniería en nivel superior Capacitaciones en estrategias didácticas Inducción al modelo educativo de las UST	Mínimo un año de experiencia en el ejercicio profesional del área de ingeniería de su formación

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Cengel, Yunus A.	2012	<i>Termodinámica</i>	México	McGraw-Hill	ISBN:9786071507433
Cengel, Yunus A.	2011	<i>Transferencia de calor y masa</i>	México	McGraw-Hill	ISBN:9786071505408
Golden Muldberg, Frederick	2011	<i>Termodinámica para ingeniería</i>	México	Trillas	ISBN:9786071707116
Merle, C. Potter	2006	<i>Termodinámica</i>	España	Thomson paraninfo	ISBN 9789706865656
Moran, Michael J.; Howard, N. Shapiro	2015	<i>Fundamentos de termodinámica técnica</i>	España	Reverte	ISBN 9788429143799
Rajput, R. K.	2011	<i>Ingeniería Termodinámica</i>	México	Cengage Learning	ISBN:9786074816099
Requena Rodríguez, Alberto.	2012	<i>Química física: problemas de termodinámica, cinética y electroquímica / Alberto Requena, Adolfo Bastida.</i>	México	Alfaomega	ISBN:9786077075332
Rolle, Kurt C.	2006	<i>Termodinámica</i>	México	Pearson, Prentice Hall	ISBN: 9702607574
Van Wylen, Gordon J.	2000	<i>Fundamentos de Termodinámica</i>	México	Limusa	ISBN 9681851463
Wark, Kenneth Jr.	1991	<i>Termodinámica</i>	México	McGraw-Hill	ISBN 9684227809

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Massachusetts Institute of Technology	Transport and Thermodynamics	Febrero 2019	<a href="https://cheme.mit.edu/research/transport-and-thermodynamics/">https://cheme.mit.edu/research/transport-and-thermodynamics/</a>
Ingeniería química org	Termodinámica en ingeniería química	Febrero 2019	<a href="http://www.ingenieriaquimica.org/search/node/termodinamica">http://www.ingenieriaquimica.org/search/node/termodinamica</a>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	