

**1. Datos Generales de la asignatura**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Termodinámica
<b>Clave de la asignatura:</b>	BTF-1434
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3 – 2 – 5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Biotecnología

**2. Presentación****Caracterización de la asignatura**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero habilidades para identificar, analizar, formular, sintetizar y resolver problemas, considerando el uso eficiente de la energía en los procesos de producción, además de trabajar en equipo.

Se organiza el temario, en cinco unidades, en el primer tema se tratan los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica. Al estudiar cada ley se incluyen los conceptos involucrados con ella para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos. En la segunda unidad se inicia caracterizando las propiedades de los fluidos y las leyes que los rigen.

En la tercera y cuarta unidad integra la primera y segunda ley de la termodinámica, sus aplicaciones en diferentes sistemas.

La quinta unidad contempla el estudio termodinámico de las reacciones químicas con y sin cambio de fase.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, se inserta en el tercer semestre.

**Intención didáctica**

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruídos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 9 al 12 de diciembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca y Veracruz.	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 13 de diciembre de 2013 al 3 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Álamo Temapache.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 4 al 7 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, CRODE Celaya, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca, Veracruz y CIBIOGEM.	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Purísima del Rincón.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño

		Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.
--	--	--

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las leyes de la termodinámica en el cálculo de requerimientos de calor y trabajo en sistemas cerrados y abiertos.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplica los conceptos de dimensiones y unidades.</li> <li>Resuelve problemas de conversión de unidades</li> <li>Resuelve problemas de estequiometría.</li> <li>Aplica conceptos y resuelve problemas de cálculo diferencial.</li> <li>Aplica conceptos y resuelve problemas de cálculo integral.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos y propiedades termodinámicas	1.1 Origen y alcance de la termodinámica 1.2 Conceptos básicos y propiedades fundamentales 1.1.1 Sistemas (Sistema Aislado, Abierto, Cerrado), alrededores, frontera. 1.1.2 Propiedades extensivas e intensivas 1.1.3 Funciones de estado, proceso, ciclo, fase. 1.3 Ley cero de la termodinámica
2	Propiedades de los fluidos puros	2.1 Sustancias puras 2.2 Calor latente y sensible 2.3 Propiedades volumétricas de los fluidos y sus diagramas PT, PV y PVT 2.4 Tablas de Vapor 2.5 Leyes y ecuaciones de los gases ideales. 2.6 Gas real y desviaciones del comportamiento ideal. 2.7 Ecuaciones cúbicas de estado. 2.7.1 Ley de los estados correspondientes.
3	Primera ley de la termodinámica	3.1 Sistemas Cerrados 3.1.1 Energía interna 3.1.2 La primera ley de la termodinámica 3.1.3 Balances de energía para sistemas cerrados 3.1.4 Estado termodinámico y funciones de estado 3.1.5 Equilibrio y reversibilidad termodinámica 3.1.6 Procesos a V y P constantes 3.1.7 Entalpía 3.1.8 Capacidad calorífica 3.2 Sistemas abiertos 3.2.1 Balances de masa y energía para sistemas abiertos 3.2.2 Medidas de flujo 3.2.3 Balance energético general 3.2.4 Procesos de flujo en estado estacionario
4	Segunda ley de la termodinámica	4.1 Irreversibilidad de procesos 4.2 Planteamiento de la segunda ley 4.2.1 Máquinas térmicas 4.2.2 Eficiencia

		<p>4.2.3 Teorema de Carnot</p> <p>4.3 Entropía y su expresión matemática</p> <p>4.3.1 Cambios de entropía de un gas ideal</p> <p>4.3.2 Planteamiento matemático de la segunda ley</p> <p>4.3.3 Balance de entropía para sistemas abiertos</p> <p>4.4 Ciclos termodinámicos.</p> <p>4.5 Tercera ley de la termodinámica 4h</p> <p>4.5.1 Concepto del cero absoluto</p> <p>4.5.2 Entropía desde el punto de vista microscópico</p>
5	Termo física y Termoquímica	<p>5.1. Cálculos de variación de entalpía sin cambio de fase.</p> <p>5.2. Cálculos de variación de entalpía con cambio de fase.</p> <p>5.3. Cálculos de variación de entalpía para procesos con reacción química.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema I. Conceptos y propiedades termodinámicas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Explica la importancia de la energía, sus formas, principios</li> <li>Explica los conceptos básicos de la termodinámica.</li> <li>Resuelve problemas utilizando diferentes sistemas de unidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discute sobre el resultado de poner en contacto cuerpos de distinta temperatura. Con base en esta discusión formalizar la ley cero de la termodinámica y, a partir de la ley, definir temperatura.</li> <li>Investiga con qué base han sido definidas las escalas de temperatura y, a partir del análisis comparativo de las mismas, elaborar las fórmulas de conversión de unas escalas a otras.</li> <li>Investiga la relación entre los conceptos: energía interna, calor y temperatura, discutir la relación e identificar esos conceptos en el fenómeno de la primera actividad y otras similares.</li> <li>Compara los enunciados de la ley cero.</li> </ul>

Tema II. Propiedades de los fluidos puros	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Explica el concepto de sustancia pura y sus propiedades.</li> <li>Aplica diferentes ecuaciones de estado para calcular P, V y T de gases ideales y no ideales.</li> <li>Utiliza las tablas de vapor y diagramas, en la resolución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investiga el significado de los siguientes conceptos: sustancia pura, procesos de cambio de fase de sustancias puras, líquido comprimido, líquido saturado, vapor saturado, calidad de vapor, vapor sobrecalentado, temperatura y presión de saturación, calor latente y calor sensible.</li> <li>Elabora trabajos sobre diagramas PT, TV, PV y superficie PVT para sustancias puras.</li> <li>Resuelve problemas que involucren tablas de propiedades de vapor.</li> <li>Investiga los siguientes tópicos: Ley de Boyle, Charles y Gay-Lussac, Ley de Avogadro, Ley Del gas ideal, Ley de Dalton y concepto de presión parcial, Ley de Amagat, Ley de los estados correspondientes, factor de compresibilidad, estado crítico, y desviaciones del comportamiento ideal.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora un resumen sobre ecuaciones de estado para gas no ideal.</li> <li>• Resuelve problemas utilizando ecuaciones de estado y tablas de propiedades.</li> <li>• Calcula las desviaciones del comportamiento respecto al gas ideal.</li> <li>• Participa en discusiones grupales de los temas investigados.</li> </ul>
<b>Tema III. Primera Ley de la Termodinámica</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga el significado de los siguientes conceptos: interacciones de energía y trabajo, concepto de calor, energía potencial, energía cinética, energía interna y entalpía, formas mecánicas del trabajo, formas no mecánicas del trabajo, principio de conservación de masa, calores específicos (<math>C_P</math> y <math>C_V</math>) y su relación, energía interna y entalpía para gases ideales, sólidos y líquidos, trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento.</li> <li>• Investiga el experimento de Joule y de Joule-Thompson.</li> <li>• Elabora trabajos sobre la primera Ley de la termodinámica y cálculos de energía en sistemas cerrados y en sistemas de flujo estable.</li> <li>• Resuelve problemas aplicando la primera Ley de la termodinámica.</li> <li>• Investiga las características y aplicaciones de algunos dispositivos de flujo estable (toberas y difusores, turbinas y compresores, válvulas de estrangulamiento, cámaras de mezclado, intercambiadores de calor, entre otros) y la aplicación de la primera Ley de la termodinámica.</li> </ul>
<b>Tema IV Segunda Ley de la Termodinámica</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los conceptos de reversibilidad, irreversibilidad y entropía.</li> <li>• Realiza el balance general de entropía en sistemas termodinámicos.</li> <li>• Calcula la eficiencia de diferentes ciclos de potencia y refrigeración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga el significado de los siguientes conceptos:</li> <li>• transformaciones reversibles e irreversibles, depósitos de energía térmica, máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor, máquinas de movimiento perpetuo, ciclo de Carnot</li> <li>• Deduce matemáticamente la segunda Ley de la termodinámica.</li> <li>• Elabora trabajos sobre el concepto y la aplicación de entropía.</li> <li>• Investiga los siguientes tópicos: cambios de entropía de sustancias puras, procesos isentrópicos, diagramas de propiedades que incluyen a la entropía (T-S, P-H, SH), cambios de entropía en líquidos y gases ideales, trabajo reversible en flujo estable, eficiencia isentrópica, energía en procesos sin flujo, energía en procesos</li> </ul>

	<p>de flujo estable y tercera Ley de la termodinámica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resuelve problemas aplicando balances de entropía en sistemas termodinámicos.</li> <li>• Elaborar trabajos sobre Ciclos de potencia de gas, ciclos de potencia de vapor y ciclos de refrigeración.</li> <li>• Calcular la eficiencia para ciclos de potencia y refrigeración.</li> <li>• Participar en discusiones grupales de los temas investigados.</li> </ul>
<b>Tema V. Termo física y Termoquímica</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula los cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcula la variación de entalpía con y sin cambio de fase.</li> <li>• Investiga los siguientes conceptos: calor de reacción, reacción de formación, valores convencionales de entalpía de formación, calor de combustión, Ley de Hess, calores de solución y dilución, efectos de la temperatura en el calor de reacción.</li> <li>• Calcula entalpías de reacción en función de energías de enlace.</li> <li>• Elabora trabajos sobre mediciones calorimétricas.</li> <li>• Calcula cambios de entalpías durante una reacción química.</li> <li>• Participa en discusiones grupales de los temas investigados.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetro de gas a volumen constante.</li> <li>• Relación P-V para un sistema gaseoso (Ley de Boyle)</li> <li>• Equivalencia calor-trabajo</li> <li>• Determinación del <math>C_p</math> y <math>C_v</math> del aire.</li> <li>• Calor de neutralización y de dilución</li> <li>• Calor de combustión.</li> <li>• Calor de reacción.</li> <li>• Calor de fusión del hielo.</li> <li>• Temperatura. Manejo de baños termostáticos</li> <li>• Presión y medidores de presión.</li> <li>• Densidad y volumen específico.</li> <li>• Diagrama presión-temperatura para el agua.</li> <li>• Determinación del equivalente de trabajo en calor.</li> </ul>
--

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los

estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Rubrica.
- Mapa funcional.
- Portafolio de evidencia que contenga:
  - Presentación e informes de las investigaciones documentales realizadas.
  - Revisión de problemas asignados.
  - Entrega de reportes y solución de cuestionarios sobre las prácticas.
  - Reporte de visitas a industrias.
  - Resúmenes, mapas conceptuales y mentales de los temas.
- Evaluación del componente actitudinal con criterios como: actitud de proactiva al nuevo conocimiento, aporte de ideas que favorezcan la actitud personal y del grupo ante el crecimiento intelectual, responsabilidad, entre otros.

## 11. Fuentes de información

- Smith, J. M., Van Ness, H. C. y Abbott, M. M. *Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*. México: McGraw – Hill, 6ta. edición.
- Cengel, Y. A. y Boles, M. A. *Termodinámica*. México: McGraw – Hill, 4ta. edición.
- Levenspiel, O. *Fundamentos de Termodinámica*. México: Prentice – Hall, Hispanoamericana.
- Russell, L. D. y Adebisi, G. A. *Termodinámica Clásica*. México: Addison Wesley Longman.
- Manrique, J. *Termodinámica*. Oxford University Press, Tercera edición.
- *Journal of Chemical Education*. Disponible en: <http://jchemed.chem.wisc.edu/>
- Castellan, G. W. *Fisicoquímica*. México: Addison Wesley Longman, Segunda edición.
- Wark, K. *Termodinámica*. México: McGraw – Hill, Quinta edición.



- Faires, V. y Simmang, C. *Termodinámica*. México: Límusa.
- 10 Balzhiser R. E, Samuels M.R. y Elliasen J.D., *Termodinámica química para ingenieros*, Prentice-Hall.