



**Licenciatura en Enseñanza  
y Aprendizaje de la Física  
Plan de Estudios 2022**

Estrategia Nacional de Mejora  
de las Escuelas Normales

Programa del curso

**Termodinámica**

Tercer semestre

Primera edición: 2023

Esta edición estuvo a cargo de la Dirección General  
de Educación Superior para el Magisterio  
Av. Universidad 1200. Quinto piso, Col. Xoco,  
C.P. 03330, Ciudad de México

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2022  
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Trayecto formativo: **Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar**

Carácter del curso: **Currículo Nacional Base** Horas: **6** Créditos: **6.75**

## Índice

Propósito y descripción general del curso.....	5
Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso .....	9
Estructura del curso .....	11
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza .....	12
Proyecto integrador .....	13
Sugerencias de evaluación .....	18
Unidad de aprendizaje I. Historia de la termodinámica; calor y temperatura .....	20
Unidad de aprendizaje II. Ley cero y primera ley de la Termodinámica.....	27
Unidad de aprendizaje III. Segunda y tercera ley de la Termodinámica.....	34
Evidencia integradora del curso.....	39
Perfil académico sugerido.....	40
Referencias de este programa .....	41

## Propósito y descripción general del curso

### Propósito general

Que el estudiantado comprenda y aplique los conceptos de la termodinámica y sus leyes, a través de la indagación documental, así como del uso de representaciones múltiples (verbales, esquemáticas, iconográficas, algebraicas, tabulares, gráficas y experimentales por medio de simuladores virtuales), con la finalidad de potenciar el pensamiento científico, crítico y creativo al construir modelos establecidos en la física que resuelvan situaciones problemáticas de su entorno.

### Antecedentes

La termodinámica es una de las ramas de la Física cuyo objeto de estudio son las leyes que rigen la transformación de una forma de energía en otra, la dirección en la que fluye el calor y la disponibilidad de energía para producir trabajo mecánico. Los fenómenos involucrados se pueden abordar sin necesidad de considerar a la materia como un sistema de partículas que interactúan entre sí; esta forma de concebir a la naturaleza se estableció durante mucho tiempo, incluso se desarrollaron aportaciones en el sector industrial sin tener una idea clara de conceptos básicos de la termodinámica como trabajo, calor, energía interna o entalpía (Furió-Gómez, Solbes y Furió-Más, 2007).

Por otro lado, la termodinámica se puede definir como la ciencia de la energía. Aunque se tenga la idea sobre qué es la energía, es difícil definirla de forma precisa. La energía se puede considerar como la capacidad para causar cambios. El término termodinámica proviene de las palabras griegas *therme* (calor) y *dynamis* (fuerza), lo cual corresponde a lo más descriptivo de los primeros esfuerzos por convertir el calor en energía. En la actualidad, el concepto se interpreta de manera amplia para incluir los aspectos de energía y sus transformaciones, incluida la generación de potencia, la refrigeración y las relaciones entre las propiedades de la materia.

Una de las más importantes y fundamentales leyes de la naturaleza es el principio de conservación de la energía, éste expresa que, durante una interacción, la energía puede cambiar de una forma a otra, pero su cantidad total permanece constante. Es decir, la energía no se crea ni se destruye (Cengel, Y. A., & Boles, M. A., 2015).

Si bien la historia de la termodinámica se remonta a los tiempos antiguos, cuando se observaron los efectos del fuego y el vapor; sin embargo, se considera que su desarrollo científico comenzó en el siglo XVII con los experimentos de Otto von Guericke sobre el vacío y la presión atmosférica. La termodinámica adquirió relevancia en el siglo XIX con el auge de la revolución científica e industrial producto del surgimiento y desarrollo de una serie de cambios tecnológicos que innovaron los sistemas de producción existentes en Inglaterra, en el siglo XVIII.

Los avances que se dieron a partir de los siglos XIV al XVIII sentaron las bases teóricas para la construcción y uso de máquinas de vapor en la industria (conversión de calor en trabajo mecánico), sustituyendo y superando ampliamente al uso de los procesos movidos por tracción animal y por fuerza humana, optimizando el sistema productivo, lo cual impactó al ámbito político, económico, social, educativo, cultural y científico, extendiéndose a otras partes de Europa y posteriormente a otros continentes. (Hernández, A. F. S., & Dávalos, L. M., 2012). Algunos de los pioneros de la termodinámica fueron Sadi Carnot, Lord Kelvin, James Prescott Joule y Rudolf Clausius, quienes establecieron los principios fundamentales de esta disciplina y los conceptos de temperatura, entropía y eficiencia. Por ello, el presente curso se desarrolla desde tres perspectivas: histórica, indagatoria y experimental.

## **Descripción**

El curso *Termodinámica* forma parte del trayecto formativo de Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar. Se ubica en el currículo nacional base y pertenece al tercer semestre en la fase 2 de profundización del Plan de Estudios 2022 de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física. Se desarrolla durante seis horas a la semana y tiene asignados 6.75 créditos.

Se desarrolla en la modalidad de curso-taller, con un enfoque centrado en la indagación, buscando desarrollar el interés acompañado de la modelización científica basada en modelos matemáticos, simuladores virtuales y experimentación.

Este curso-taller permitirá al estudiantado hacer una revisión documental reflexiva de los modelos históricos y experimentales del desarrollo teórico de la termodinámica y sus leyes, relacionada con el avance tecnológico; modelizará los fenómenos físicos de termodinámica con representaciones matemáticas de los procesos físicos que involucran el intercambio de energía y materia entre un sistema y su entorno. Estos modelos le permitirán al estudiantado describir, predecir y optimizar el comportamiento de sistemas complejos como máquinas térmicas, refrigeradores, turbinas, etc.

## Cursos con los que se relaciona

La termodinámica es una de las ramas básicas de la Física, este curso se relaciona con cursos del trayecto formativo de formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar como: *Mecánica, Didáctica de las ciencias experimentales, Geometría plana y analítica para Física, Planeación y evaluación diversificada de aprendizajes, Materia y sus interacciones*. También se relaciona con el curso *Sostenibilidad e innovación tecnológica*, del trayecto formativo Lenguas, lenguajes y tecnologías digitales. Asimismo, *Termodinámica* es el espacio curricular donde se orienta el desarrollo del proyecto integrador sugerido, por lo que se relaciona con todos los cursos del tercer semestre.

### *Cursos de segundo semestre*

El abordaje de los contenidos representa la vinculación con el curso de segundo semestre *Materia y sus interacciones* al ser la base vinculatoria para que el alumnado pueda comprender y apropiarse de la relación de los sistemas de partículas, a través de los conceptos de temperatura, calor y trabajo que constituyen la materia. Cabe señalar que en el presente curso se estudiarán solamente las variables macroscópicas de los sistemas termodinámicos, ya que la parte microscópica se maneja en la rama de la Física conocida como Física Estadística, las cuales fueron tratadas previamente durante el segundo semestre en *Materia y sus interacciones* con el estudio del modelo cinético de la materia.

### *Cursos de tercer semestre*

*Metodología indagatoria en las ciencias*, este curso coadyuvará en el desarrollo y comprensión de los principios fundamentales a través de la indagación documental como la ley cero, primera, segunda y tercera ley, las ecuaciones de estado, las leyes de conservación y las relaciones termodinámicas, así como la aplicación de las diferentes metodologías indagatorias con el uso de las diferentes plataformas que le permita explicar los fenómenos de termodinámica en la solución de problemáticas de su comunidad y entorno.

*Cálculo diferencial e integral para Física*: Su localización curricular corresponde con una manera natural de interpretar los fenómenos naturales, partiendo del lenguaje algebraico como extensión del sistema de conteo numérico y la interpretación geométrica de la realidad para conjugarlas en la geometría analítica, hasta llegar a un lenguaje alternativo de las matemáticas representado por el cálculo diferencial y el integral.

*Historia de la educación en México y retos actuales*: Resulta nodal en la formación inicial de docentes de cualquier nivel educativo, porque coadyuva al desarrollo de la conciencia histórica del estudiantado, a través de la comprensión del proceso de desarrollo del sistema educativo mexicano en relación con lo acontecido a nivel mundial, las permanencias y los cambios suscitados en este devenir hasta la

actualidad y, con ello, concretar el diseño de proyectos educativos que aseguran la calidad de la oferta educativa, así como la atención de los retos educativos emergentes en la sociedad del conocimiento, de forma reflexiva, crítica y propositiva en la comunidad escolar.

*Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje diversificado de la Física*, ofrece la posibilidad de utilizar de manera ética y crítica las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), como herramientas mediadoras para construcción del aprendizaje de la Física en diferentes plataformas multimedia, presenciales, híbridas y virtuales o a distancia que atiendan la diversidad de perfiles cognitivos, lingüísticos, socioculturales, de acuerdo con los enfoques vigentes en los planes y programas de estudio de la educación obligatoria.

*Intervención didáctico-pedagógica y trabajo docente* propicia que el estudiantado amplie el conocimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje personalizado que tiene lugar en el aula y en la escuela, a partir de la ayudantía y la intervención directa, avanzan en el diseño de situaciones de aprendizaje para el grupo escolar, identifican fundamentos teóricos, disciplinarios asociados a los campos de formación académica/campos formativos, así como de las estrategias didácticas que favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje personalizado y diversificado.

*Vinculación con cursos del semestre posterior*

*Metodologías de la enseñanza y aprendizaje activo*: Aborda diversas metodologías activas, tales como: Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Aprendizaje Basado en retos (ABR), Simulaciones, Aprendizaje cooperativo, el estudio de casos y aprendizajes afines al curso.

*Energía, conservación y transformación*: El alumnado analiza, resuelve, evalúa y plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados, simulaciones y animaciones asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos dando soluciones con base en el soporte teórico de la Física.

## **Responsables del codiseño del curso**

Este curso fue elaborado por las y los docentes normalistas: Erick Daniel Sampere Romero, María Antonieta Young Vásquez de la Escuela Normal de Cuautitlán Izcalli; Vladimir Carlos Martínez Nava de la Escuela Normal Superior "Prof. Moisés Sáenz Garza"; María de los Ángeles Zepeda Hernández y Víctor Manuel Cruz Cruz, de la Escuela Normal Superior de Chiapas.

Así como especialistas en el diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez y María del Pilar González Islas de la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio.



## **Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso**

### **Perfil general**

#### **Dominios del saber: saber ser y estar, saber conocer y saber hacer**

- Realiza procesos de educación inclusiva considerando el entorno sociocultural y el desarrollo cognitivo, psicológico, físico y emocional de las y los estudiantes.
- Hace intervención educativa mediante el diseño, aplicación y evaluación de estrategias de enseñanza, didácticas, materiales y recursos educativos que consideran a la alumna, al alumno, en el centro del proceso educativo como protagonista de su aprendizaje.
- Tiene pensamiento reflexivo, crítico, creativo, sistémico y actúa con valores y principios que hacen al bien común promoviendo en sus relaciones la equidad de género, relaciones interculturales de diálogo y simetría, una vida saludable, la conciencia de cuidado activo de la naturaleza y el medio ambiente, el respeto a los derechos humanos, y la erradicación de toda forma de violencia como parte de la identidad docente.
- Reconoce las culturas digitales y usa sus herramientas y tecnologías para vincularse al mundo y definir trayectorias personales de aprendizaje, compartiendo lo que sabe e impulsa a las y los estudiantes a definir sus propias trayectorias y acompaña su desarrollo como personas.

### **Perfil profesional**

*Demuestra el dominio de la física para hacer transposiciones didácticas con base a las características y contexto de sus alumnos al abordar los contenidos de los planes y programas de estudio vigentes.*

- Comprende los marcos teóricos y epistemológicos de la Física, sus avances y enfoques didácticos para incorporarlos, tanto en proyectos de investigación como a los procesos de enseñanza y aprendizaje, de manera congruente con los planes y programas de la educación básica vigentes.
- Domina los conceptos y principios físicos fundamentales, al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones y procesos.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora, multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria para potenciar los aprendizajes del alumnado.

- Articula las distintas ramas de la Física incorporando otras disciplinas, para facilitar el análisis de una situación modelada desde el pensamiento complejo que favorezca el desarrollo del pensamiento científico.
- Analiza, resuelve, evalúa y plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados, simulaciones y animaciones asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Argumenta al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones con base en el soporte teórico de la Física.
- Compara modelos conceptuales actuales de fenómenos físicos con los modelos que históricamente les precedieron y los valora como parte del proceso de construcción del conocimiento científico.
- Interpreta información dada, mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Representa e interpreta situaciones del ámbito de la Física utilizando las matemáticas como herramienta y lenguaje formal.

*Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de la Física, considerando el contexto y las características del alumnado para el logro de aprendizajes.*

- Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la Física.
- Plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.

*Utiliza la innovación didáctica y los avances tecnológicos en la educación, como parte de su práctica docente para favorecer el pensamiento científico y el desarrollo integral del alumnado, en interacción con otros desde un enfoque humanista.*

- Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos del ámbito de la Física.

## Estructura del curso

### Unidad 1

Historia de la termodinámica; calor y temperatura.

- Experimentos y modelos históricos
- Diferencia entre calor y temperatura
- Escalas termométricas
- Unidades para medir calor
- Formas de transmisión de calor

### Unidad 2

Ley cero y primera ley de la Termodinámica.

- Capacidad calorífica
- Ecuación de estado
- Interacciones termodinámicas
- Procesos termodinámicos
- Sistemas termodinámicos
- Ley cero de la Termodinámica
- Primera ley de la Termodinámica

### Unidad 3

Segunda ley y tercera ley de la Termodinámica.

- Segunda ley de la Termodinámica
- Tercera ley de la Termodinámica
- Máquinas
- Ciclos de Stirling, Diesel, Otto y Ranking

## Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Para el desarrollo de las actividades de este curso, se sugiere al menos tres reuniones del colectivo docente, para planear y monitorear las acciones implementadas, esta vinculación entre los cursos del semestre, pretende que se desarrollen evidencias integradoras que se describen de manera general en la sección de evidencias de aprendizaje.

Se recomienda incluir a la práctica docente el uso de las tecnologías y el trabajo colaborativo, en tanto que permiten desarrollar de manera transversal los rasgos y dominios del perfil de egreso. Con el propósito de favorecer el desarrollo de los rasgos y dominios del perfil de egreso, el profesorado podrá diseñar las estrategias pertinentes a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

En la *Unidad I* se abordan los temas de Termodinámica desde un encuadre histórico, en el que se hacen indagaciones documentadas sobre las primeras concepciones del calor y temperatura: la teoría del flogisto y la del calórico, así como de los principales sucesos relacionados con el desarrollo tecnológico y científico, particularmente la revolución industrial y la formulación de las leyes de la Termodinámica; aquí resulta relevante el hecho de que históricamente la ley cero de la Termodinámica fue la última en formularse, sin embargo, debido a la importancia conceptual, se decidió nombrarla ley cero en lugar de ley cuarta, se estudian las maquinas térmicas y los procesos termodinámicos relacionados con su funcionamiento, se aborda nuevamente un modelo fundamental para la física, el Gas Ideal, sus leyes y su comportamiento, se modelizará experimentalmente los fenómenos de calor y temperatura auxiliándose de simuladores virtuales PHET.

En la *Unidad II* se da prioridad al estudio de las Leyes de la Termodinámica desde el punto de vista histórico y disciplinar, es decir, primero se estudian la Ley Cero y la Primera Ley, en donde se definen los conceptos fundamentales, como: contacto térmico, equilibrio térmico, transmisión de calor, temperatura, trabajo y energía interna. Inicia con el conocimiento histórico del motor *Stirling* y su funcionamiento con la intención de dar inicio a la construcción de un prototipo de este motor como parte del proyecto integrador que se desarrolla en este semestre, para lo cual se recomienda una vinculación con el curso *Metodología indagatoria en las ciencias*.

En la *Unidad III* se revisará la segunda y tercera ley de la termodinámica, las cuales se mantienen presentes en numerosos aspectos que afectan a diversas áreas de nuestra vida diaria, ya que estas se manifiestan en la sociedad como la eficiencia con la que podemos convertir el calor en trabajo útil, especialmente en la generación y uso de energía, lo que hace que la eficiencia energética sea un tema crítico en la sociedad moderna; por otro lado, la segunda ley nos permite conocer las implicaciones en cómo utilizamos los recursos naturales mientras que la medición de la entropía permite la concepción de la afección del sistemas biológicos, generando desechos que pueden ser difíciles de eliminar.

En esta unidad se concluye la construcción del motor *Stirling* donde se pondrán en juego los sistemas termodinámicos, la entropía, los estudios de Carnot y Clausius, el calor específico de las sustancias, los procesos térmicos en sistemas cerrados, diagramas de fases, donde el estudiantado se cuestione sobre la importancia generar alternativas de solución para el cuidado del medio ambiente y el uso responsable de la energía.

Se propone generar espacios de discusión donde, a través del análisis y reflexión con preguntas detonantes, el estudiantado plantee alternativas de solución en su entorno. Por ejemplo:

- ¿Se puede lograr construir una máquina de movimiento perpetuo?
- ¿Se puede construir una máquina 100 % eficiente y que evite el uso desmedido de la energía no renovable?

Estas se pueden modificar o agregar según convenga al docente y al contexto del estudiantado.

## Proyecto integrador

El Plan de estudios de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física establece que “Al término de cada curso se incorporará una evidencia o proyecto integrador desarrollado por el estudiantado, de manera individual o en equipos como parte del aprendizaje colaborativo, que permita demostrar el saber ser y estar, el saber, y el saber hacer, en la resolución de situaciones de aprendizaje. Se sugiere que la evidencia final sea el proyecto integrador del semestre, que permita evidenciar la formación holística e integral del estudiantado y, al mismo tiempo, concrete la relación de los diversos cursos y trabajo colaborativo, en academia, de las maestras y maestros responsables de otros cursos que constituyen el semestre, a fin de evitar la acumulación de evidencias fragmentadas y dispersas” (DOF, 2022, p.30).

El propósito del proyecto integrador es evidenciar en amplio espectro el alcance en los dominios de saber y desempeños docentes. En esta licenciatura, el Proyecto integrador se constituye como una estrategia de enseñanza y aprendizaje que se desarrolla de manera conjunta o articulada mediante diferentes actividades, contenidos y evidencias de aprendizaje que se aportan desde los distintos cursos que conforman el semestre.

Durante el tercer semestre se propone desarrollar el proyecto integrador basado en el *Objetivo de Desarrollo Sustentable 13: Acción por el Clima (ODS-13)*, con la intención de reflexionar sobre la introducción del cambio climático en las políticas, estrategias y planes de acción como un compromiso de los países, empresas y la sociedad civil, mejorando la respuesta a los problemas climáticos, a través de la sensibilización del

estudiantado sobre el uso y cuidado energético, como parte del proceso formativo en la educación normal y su impacto en la educación básica. Para esto, se propone que el estudiante realice una indagación documental, en textos académicos, de investigación y de la especialidad, sobre los elementos que generan el calentamiento del planeta, con la intención de que comprendan los riesgos y las oportunidades de mejorar las condiciones de vida. A partir de la recopilación, análisis e interpretación de datos energéticos, se pretende abordar los contenidos disciplinares en problemas reales -con una visión interdisciplinar y multidisciplinar-, relacionados la conservación de la salud y del medio ambiente, favoreciendo el pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas y responsables para solucionar las situaciones planteadas. También se pueden aprovechar los tópicos para diseñar planes de acción aplicables en semestres posteriores buscando impactar en su comunidad, a manera de continuación del proyecto integrador, favoreciendo la progresividad y la complejidad del proceso formativo.

Es importante observar la acción por el clima y tomarlo como referencias para entenderlo como un problema global que requiere esfuerzos colaborativos entre diferentes sectores para ejecutar acciones inmediatas en torno a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, evitando así, empeorar los efectos del calentamiento global. También se sugiere reconocer las ventajas de fortalecer la capacidad de los países y comunidades para enfrentar los impactos del cambio climático y adaptarse a ellos, con miras a un futuro sostenible y resiliente. En este sentido, el estudiantado ha adelantado el conocimiento sobre los ODS a través de las actividades STEAM desde la indagación, en el curso *Sostenibilidad e innovación tecnológica* del segundo semestre. Para su abordaje se diseñaron prototipos sobre algunos de los 17 ODS, dirigidos a la solución de problemas de la comunidad relacionados con el enfoque sostenible sobre la base de la sobreexplotación de los recursos naturales y los hábitos de consumo energético de las sociedades como causa del deterioro del planeta.

Es fundamental que los sujetos de la formación inicial docente reconozcan la importancia de la educación científica para enfrentar los retos relacionados con los ODS. En el contexto del proyecto integrador, se sugiere abordar la temática del cambio climático a través del ODS-13 *Acción por el clima* y/o, el ODS-12 *Producción y consumo responsable*. El cambio climático, desencadenado por la transformación de la energía, tiene un impacto significativo en la realidad actual. La comprensión de las implicaciones de las decisiones y políticas en relación con el cambio climático y el medio ambiente en general puede conducir a una toma de decisiones más informadas y responsables, además de promover un proyecto integrador de responsabilidad social que plantee soluciones basadas en la indagación de problemas cercanos a su comunidad escolar.

El Proyecto integrador puede responder a esta problemática y demanda social en el contexto de cada institución, mediante el desarrollo de capacidades que se expresan

en los rasgos y dominios del perfil de egreso vinculados al cuidado y preservación del medio ambiente. Lo anterior se sustenta en el enfoque disciplinar de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física, orientado hacia la función de las disciplinas científicas estableciendo que “se encargan del estudio de la naturaleza y son constructos sociales abocados a solucionar problemas en un momento histórico” (DOF, 2022, p.1). De ahí la importancia de formar sujetos con habilidades del pensamiento científico para recoger la parte sensible a través de la observación y el registro hasta llevarla a la cognición mediante la ruta de los procesos experimentales, la indagatorios y de modelización.

Se sugiere que el proyecto se desarrolle en tres momentos:

- a) Fase de inicio: se recomienda una indagación abierta para que las y los normalistas elijan entre una diversidad de metodologías de indagación científica (Charpak, Vygotsky, Dewey, Schwab, French, Russell, Garritz, STEAM), estudiadas en el curso **Metodología indagatoria de las ciencias**. La experiencia le ofrecerá elementos para tomar decisiones sobre la naturaleza de su proyecto integrador y orientarlo con sentido de responsabilidad social hacia el consumo responsable y la acción por el clima a partir del cuestionamiento, ¿cuál es la gestión y reducción energética de nuestra comunidad para disminuir la huella de carbono que impacta el cambio climático? El arranque del proyecto favorece la construcción del motor Stirling desarrollado en el curso de *Termodinámica*.

En esta fase el curso **Teorías y modelos de aprendizaje** favorece la toma de decisiones en torno a la práctica docente y la consolidación del vínculo entre la teoría y la práctica para solucionar problemas didácticos relacionados con los enfoques disciplinares. Para lograrlo, el estudiantado examinará sus creencias, sentidos y significados sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje de su especialidad, por ejemplo: el abordaje de la entropía desde el desarrollo sostenible, mediante procesos de reflexión individual, entre pares y con sus maestras y maestros normalistas y las instituciones de práctica profesional. En especial se sugiere la construcción de un motor Stirling para argumentar la manera que se puede emplear como objeto de análisis desde la perspectiva disciplinar, social y didáctica.

En el mismo sentido el curso **Intervención didáctico-pedagógica y trabajo docente** permite al estudiantado ampliar su conocimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando los aspectos que conforman la práctica con respecto a uno o varios contenidos disciplinares. En este caso, existe la posibilidad de estudiar las leyes de la termodinámica y su relación con el desarrollo sostenible, para establecer relaciones entre la cultura de los involucrados (saberes, creencias, costumbres y tradiciones), sus formas de interacción y la selección de recursos de apoyo, por ejemplo, si se decide construir el motor Stirling, a la par se reflexionará sobre el tipo de

acompañamiento, seguimiento y evaluación formativas, y así avanzar en el diseño de situaciones de aprendizaje, considerando fundamentos teóricos, disciplinarios asociados a los campos de formación académica/campos formativos, sin olvidar las estrategias didácticas que favorecen el proceso enseñanza-aprendizaje personalizado y diversificado.

En el curso ***Historia de la educación en México y retos actuales***, se pretende que lo aprendido quede plasmado en el prototipo del motor Stirling. A medida que los estudiantes construyen su pensamiento histórico, revisarán la historia de los diferentes temas físicos relacionados con la creación de dicho motor, interpretando el proceso creativo mediante el uso de diversas fuentes de información histórica. A través del análisis del pasado, el estudiantado podrá comprender y analizar los desafíos actuales de la educación, estableciendo conexiones con los objetivos y relacionarlo con la educación científica, la innovación tecnológica en la educación, y hasta el impacto social y económico del país. Por ejemplo, el estudiantado puede investigar cómo el motor Stirling y otras innovaciones tecnológicas de la Revolución industrial impactaron en la enseñanza y en los métodos pedagógicos utilizados en México; así mismo, pueden explorar cómo ha evolucionado la enseñanza de la ciencia en México a lo largo de la historia y cómo se han incorporado temas como la termodinámica en el currículo escolar. En cuestiones de innovación y tecnología los estudiantes pueden investigar cómo la introducción de nuevas tecnologías en la educación ha transformado los métodos de enseñanza y el acceso al conocimiento en México, analizando la evolución de los recursos educativos, desde la enseñanza llamada “tradicional” hasta la integración de herramientas tecnológicas en el aula; además, cabe mencionar que el motor Stirling ha sido objeto de interés en diferentes sectores industriales debido a su eficiencia energética y su potencial para generar energía limpia, por lo tanto, el estudiantado, puede explorar cómo este tipo de tecnología impacta en la sociedad y en la economía de México, para ello, puede investigar cómo se están implementando proyectos de energía renovable en el país y cómo esto puede influir en la educación y la conciencia ambiental de la población.

Desde el curso ***Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje diversificado de la Física*** se favorece la comprensión de los principios termodinámicos a partir de la visualización de los procesos de transferencia de calor y trabajo que se utilizan para la construcción del motor Stirling. Además, con el uso de simuladores de fenómenos físicos como PhET y Algodoo, se posibilita la exploración de diferentes configuraciones para la observación del efecto de las variaciones de temperatura en el rendimiento del motor. Esta experiencia virtual proporciona un entorno interactivo y seguro para la experimentación y la comprensión de los principios fundamentales de la máquina Stirling, sentando las bases teóricas necesarias antes de abordar su construcción física.



- b) Durante el segundo momento del desarrollo del proyecto, las y los normalistas construyen su prototipo del motor Stirling, a partir de uso de conceptos estudiados en el curso **Termodinámica**. Para la construcción de explicaciones es importante valorar la evolución histórica conceptual para comprender los cambios en las ideas sobre conservación y transformación de la energía en un sistema equilibrado y estable. El motor Stirling es un tipo de motor térmico que opera en un ciclo cerrado utilizando la expansión y contracción de un gas para convertir calor en trabajo mecánico con fundamento en el ciclo de Carnot, que a su vez determina los límites de eficiencia del motor.

El curso **Calculo integral y diferencial para la física** aporta el estudio de las interacciones entre la termodinámica y la mecánica observadas en el funcionamiento del motor Stirling. Se espera que a partir de la modelización matemática se conforme un modelo lógico-metodológico para el diseño del prototipo. El dispositivo se puede emplear como objeto de análisis para sustentar el funcionamiento con base en el cálculo y comprender la parte disciplinar y didáctica, incluso el impacto social. Las expresiones estudiadas en termodinámica hacen amplio uso del cálculo diferencial e integral, especialmente de las derivadas parciales que apoyan la modelización del comportamiento de un sistema que no sea susceptible de medición directa mediante las expresiones obtenidas por derivación parcial o el uso de herramientas virtuales.

- c) En la fase de cierre los estudiantes sistematizarán los aprendizajes a través de la elaboración de un producto digital con el uso de las TICCAD donde se integren los saberes logrados (saber, saber hacer, saber ser y estar), mencionando cómo se incide en la solución de la problemática del cambio climático con el motor Stirling. Ellos divulgarán este producto digital en diferentes medios que ofrecen las TIC´s. Esta sistematización se realizará desde el espacio curricular de *Termodinámica*.

Es importante señalar que cada academia de docentes tiene la flexibilidad de optar por el trabajo colegiado para desarrollar este proyecto integrador que se sugiere, diseñar su propio proyecto, o bien, continuar con el trabajo individualizado. En cualquier escenario, es imprescindible que se tomen acuerdos para determinar el proceso de evaluación de cada curso y sus correspondientes evidencias, así como la ponderación a considerar en la evaluación global.

## **Sugerencias de evaluación**

En congruencia con el enfoque del Plan de Estudios, se propone que la evaluación sea un proceso permanente que permita valorar de manera gradual la manera en que cada estudiante moviliza sus saberes, pone en juego sus destrezas y desarrolla nuevas actitudes utilizando los referentes teóricos y experienciales que el curso propone.

La evaluación sugiere considerar los propósitos a lograr y a demostrar en cada una de las unidades del curso, así como su integración final. De este modo se propicia la elaboración de evidencias parciales para las unidades de aprendizaje y una evidencia integradora resultado del proyecto integrador, desarrollado de manera conjunta entre los cursos del mismo semestre, en este caso, se sugiere la construcción de un motor Stirling.

Las sugerencias de evaluación, como se indica en el plan de estudios, consisten en un proceso de recolección de evidencias sobre un desempeño competente del estudiante con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir de su comparación con un marco de referencia constituido por los dominios y desempeños del perfil general y profesional, así como los criterios de evaluación; al igual que en la identificación de aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos del Plan de Estudios y en consecuencia en el perfil de egreso.

De ahí que las evidencias de aprendizaje se constituyan no sólo en el producto tangible del trabajo que se realiza, sino particularmente en el logro de capacidades que articulan los tres tipos de saber: saber conocer, saber hacer, saber ser y estar.

Derivado de las actividades es importante recordar al profesorado que el proceso formativo comienza cuando el estudiante tiene claridad sobre los resultados del aprendizaje deseado y sobre la evidencia que mostrará dichos aprendizajes, de ahí la importancia de que los criterios de evaluación y las características de las evidencias sean conocidos por el estudiantado desde el inicio del curso.

## **Evidencias de aprendizaje**

A continuación, se proponen las siguientes evidencias, de las cuales pueden elegir y considerar las que, a su criterio, sean necesarias para dar cuenta del logro de los propósitos en cada unidad de aprendizaje, así como al cumplimiento, por parte del estudiantado, de los criterios de evaluación sugeridos en cada unidad.

<b>Unidad de aprendizaje</b>	<b>Evidencias</b>	<b>Descripción</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
Unidad 1	Video presentación de avatar asistido por IA sobre la ley de los gases a selección.	Elaboración de un video presentación de avatar asistido por IA modelizando la leyes de los gases la cualidad de la ley a escoger (Ley de Boyle, Ley de Charles, Ley de Gay-Lussac), se pueden incluir simulaciones virtuales.	Rúbrica o lista de cualidades de la evidencia con valores ponderados	50%
Unidad 2	Tabla de contenido energético.	Tabla de contenido energético de varios alimentos y de actividades cotidianas, con el gasto energético; acompañada de una propuesta de cómo utilizar la primera ley, que favorezca a una vida saludable.	Rúbrica o lista de cualidades de la evidencia con valores ponderados	
Unidad 3	Comic.	Comic digital o físico donde se observe la relación de la segunda y tercera Ley de la Termodinámica en el efecto invernadero y sus consecuencias con el cuidado del medio ambiente.	Lista de cotejo Este producto trabajo puede ser colaborativo.	
Evidencia integradora	Prototipo de motor Stirling.	Motor Stirling funcional, con base al fundamento termodinámico de la segunda y tercera ley.	Lista de cotejo	50%

## **Unidad de aprendizaje I. Historia de la termodinámica; calor y temperatura**

### **Presentación**

En esta unidad se abordan los temas de termodinámica desde un encuadre histórico en el que se hacen revisiones bibliográficas sobre las primeras concepciones del calor: la teoría del flogisto y la del calórico, así como de los hitos históricos principales desde los modelos y experimentos más importantes con el desarrollo tecnológico y científico, introduciendo los conceptos de calor y temperatura para entender situaciones cotidianas con la transferencia de calor o variaciones de temperatura.

### **Propósito de la unidad de aprendizaje**

Comprender el proceso histórico de la construcción de los conceptos de calor y temperatura, a partir del análisis reflexivo de los modelos históricos del desarrollo de la termodinámica, con el objeto de explicar experimentalmente las situaciones cotidianas relacionadas con la transferencia de calor o variaciones de temperatura.

### **Contenidos**

- Experimentos y modelos históricos
  - Flogisto y calórico
  - Historia experimento de Joule
- Diferencia entre calor y temperatura
  - Potencial térmico y energía calorífica
- Escalas termométricas
  - Celsius
  - Kelvin
  - Fahrenheit
- Unidades para medir calor
  - Caloría
  - Kilocaloría
  - BTU

- Formas de transmisión del calor
  - Conducción
  - Convección
  - Radiación
- Calor Especifico
- Calor Latente
- Dilatación de los cuerpos
- Ley de Boyle
- Ley de Charles
- Ley de Gay-Lussac

### **Estrategias y recursos para el aprendizaje**

Como recomendación general para el desarrollo de esta unidad, es necesario que el docente formador genere ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos que favorezcan los estilos de aprendizaje de cada estudiante, con la intención de que formen una identidad docente orientada hacia la promoción de relaciones interpersonales que beneficien la convivencia intercultural, incluyente y de respeto a la diversidad que lo rodea.

Se sugiere desarrollar actividades en las que el estudiantado sea el protagonista de su aprendizaje y el de sus colegas. Se recomienda que dichas actividades cumplan con los siguientes criterios:

- Promover el trabajo individual y colectivo de manera colaborativa de respeto, tolerancia e inclusión de las ideas y planteamientos de todos los involucrados.
- Conducir a la elaboración de la evidencia de la unidad.
- Promover que el estudiantado participe y sea protagonista de su Aprendizaje, por ejemplo, en la búsqueda de soluciones a problemas específicos.
- Demostrar algunos de los temas a aprender e incentivar a que el estudiantado las experimente y reflexione sobre su experiencia.
- Realizar algunas actividades en diferentes plataformas con el uso de las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD).

Es necesario plantear sugerencias para el desarrollo de los aprendizajes que propicien el desarrollo de capacidades integrales, como son:

- Aprendizaje basado en preguntas.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Discusiones guiadas.
- Organización de la indagación documentada derivada de diversas fuentes de consulta.
- Aula Invertida.
- Manejo y creación de recursos digitales como: videos con automatización de AI, podcast, videos interactivos, infografías, historias Scratch, etc.

## **Actividades de aprendizaje**

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la Unidad 1, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo con los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Se proponen actividades donde el estudiantado inicie haciendo preguntas y predicciones referentes al fenómeno físico de calor y temperatura, así como la investigación sobre el proceso histórico de la construcción del concepto de calor y temperatura, generando líneas del tiempo que les permita identificar el trayecto histórico que nos lleva a la comprensión de dicho concepto.

- Derivado de esta indagación se sugiere generar modelos mentales y experimentales donde identifique la diferencia entre calor y temperatura, potencial térmico y energía calorífica planteadas en situaciones de la vida diaria.
- Se propone investigar qué son las escalas Termométricas y las unidades en que estas se representan: Celsius, Kelvin y Fahrenheit, por medio de la medición de la temperatura en donde analicen e interpreten los datos derivados de la experimentación y la comparación con revisión documentada y de los resultados obtenidos. A continuación, distingue estas con las unidades para medir calor: Caloría, Kilocaloría y BTU; generar un cuadro comparativo con sus definiciones y usos en la vida cotidiana de manera digital.
- Se recomienda comentar cuáles son las formas de transmisión del calor (conducción, convección y radiación), establecer cuál es la relación con lo que las ODS que atienden el cambio climático y el uso responsable de la energía;

evaluar la importancia el proceso de la transmisión de calor por medio de diseño experimental.

- De acuerdo a cada docente responsable del curso, se sugiere que el estudiantado modelice, a través de la simulación virtual, la máquina de vapor, máquina térmica y el experimento de Joule.
- De igual forma, diseñar modelos experimentales donde se comprenda la dilatación de los cuerpos, así como las leyes de Boyle, Charles, Gay-Lussac.

## Proyecto integrador

El arranque del *Proyecto Integrador* de este curso será retomando las explicaciones de la evolución histórica conceptual para comprender los cambios en las ideas sobre conservación y transformación de la energía en un sistema equilibrado y estable, esto para más adelante construir el motor Stirling que es un tipo de motor térmico que opera en un ciclo cerrado utilizando la expansión y contracción de un gas para convertir calor en trabajo mecánico.

## Evaluación de la unidad

Derivado de las actividades, se sugiere que el estudiantado elabore de manera colaborativa un video presentación de avatar asistido por IA modelizando las leyes de los gases a escoger (Ley de Boyle, Ley de Charles, Ley de Gay-Lussac), con el simulador PETH y las cualidades de la ley.

A continuación, se presenta la evidencia para evaluar los saberes logrados en la Unidad I y sus criterios de evaluación. Este cuadro se elabora tomando en cuenta los dominios y desempeños a los que atiende el curso, conformados en el ser, ser docente y hacer docencia.

Evidencia para evaluar la unidad	Criterios de evaluación
Video presentación de avatar asistido por IA sobre la ley de los gases, a selección (Ley de Boyle, Ley de Charles, Ley de Gay-Lussac).	<p><b>Saber conocer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciona los acontecimientos históricos entre sí para distinguir la importancia de los conceptos de calor y temperatura.</li> <li>• Expresa la diferencia entre calor y temperatura.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica la Ley de Boyle, Ley de Charles, Ley de Gay-Lussac y su relación con los gases.</li> <li>• Reconoce a la termometría y la calorimetría como la base de la termodinámica.</li> </ul> <p><b>Saber hacer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los simuladores virtuales como herramientas didácticas para la modelización de fenómenos físicos en Termodinámica.</li> <li>• Analiza distintos textos para identificar los modelos históricos del concepto de calor y temperatura.</li> <li>• Utiliza de manera ética y crítica las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD).</li> <li>• Favorece su proceso de aprendizaje, a través de diferentes espacios formativos: híbridos, físicos y digitales.</li> </ul> <p><b>Saber ser y estar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.</li> <li>• Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares.</li> <li>• Adopta una postura crítica al crear nuevos conocimientos sobre los conceptos adquiridos.</li> <li>• Valora la pertinencia de la mediación de las TIC en la comprensión de la ciencia.</li> </ul>
--	--



## Bibliografía

A continuación, se presentan un conjunto de fuentes como sugerencias para abordar los contenidos de esta unidad, pero el profesorado puede determinar cuáles de ellas abordar durante las sesiones del curso o proponer otras.

### Bibliografía básica

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2019). Termodinámica. 8a. McGraw Hill: México. Disponible en:

<https://bookshelfref.vitalsource.com/reader/books/9781456269791/pageid/0>

Omega Engineering México (2017). Guía práctica de medición de la temperatura. Disponible en: <https://mx.omega.com/e-book/282090/ebook-temp.pdf>

Picquart, M. y Carrasco Morales, Y. (2017). De la temperatura y su medición. Latin-American Journal Of Physics Education, 11 (1), 1-12. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6019786.pdf>

Montiel, H. P. (2021). Física General (6.a ed.). Grupo Editorial Patria.

Sears, Zemansky, Young y Freedman. (2004). Física Universitaria. Undécima Edición Vol. 1. México: Compañía Editorial Pearson.

Yáñez González, J. (2018). Tus manos no son un buen termómetro. Revista española de Física, 32 (4),25-27.

### Bibliografía complementaria

Jesús Sierra Cuartas, C. E. (2022). experimentos y artefactos cruciales en la historia de la Termodinámica y sus antecedentes. unal.edu.co. disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82372/Experimentos%20y%20artefactos%20cruciales%20en%20la%20historia%20de%20la%20Termodinámica%20y%20sus%20antecedentes.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

López Pires, D., Carlos Alfonso, J. y Braun Chaves, F. A. (2006). The thermometry in the XIXth and the XXth centuries. Revista Brasileña, 28 (1). <https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000100013>

Rodríguez, J. (n.d.). Introducción a la Termodinámica con Algunas Aplicaciones De Ingeniería. UNAM. Disponible en: <https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

Velasco Maillo, S. y Fernández Pineda, C. (2011). Un paseo por la historia de la termometría. *Revista española de física. Disponible en:* [https://gtfe.usal.es/pdfs/ensenanza/santi\\_rsef\\_termometria\\_05.pdf](https://gtfe.usal.es/pdfs/ensenanza/santi_rsef_termometria_05.pdf)

### **Videos**

Veritasium. (2023, July 1). The most misunderstood concept in physics [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DxL2HoqLbyA>

Veritasium. (2012, August 24). Misconceptions about temperature [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=vqDbMEdLiCs>

### **Sitios web**

[https://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3\\_0.pdf](https://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3_0.pdf)

<https://es.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics>

## **Unidad de aprendizaje II. Ley cero y primera ley de la Termodinámica**

### **Presentación**

La primera ley de la termodinámica, también conocida como el principio de conservación de la energía, tiene una presencia significativa en la sociedad y afecta diversos aspectos de nuestra vida diaria y tecnológica. Esta ley establece que la energía no puede crearse ni destruirse, solo puede transformarse de una forma a otra. La primera ley es fundamental en la generación de energía eléctrica y otras formas de energía. Las centrales eléctricas, ya sean térmicas, hidroeléctricas, solares, nucleares o eólicas, se basan en principios termodinámicos para convertir diferentes fuentes de energía en electricidad, misma energía que se necesita para la cotidianidad del humano ya sea como encender un electrodoméstico hasta conducir un automóvil. Otro ámbito de la primera ley se aplica en la industria para optimizar los procesos productivos y reducir los costos energéticos. Comprender cómo la energía se transforma y se disipa en un sistema, ayuda a mejorar la eficiencia y la productividad. La gestión adecuada de la energía y el uso de fuentes de energía renovable son cruciales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover prácticas sostenibles, al aplicar los principios de conservación de la energía es esencial para abordar desafíos energéticos, ambientales y tecnológicos en el mundo actual.

### **Propósito de la unidad de aprendizaje**

Conceptualizar la ley cero y primera ley de la termodinámica, así como las transformaciones de la energía, sin creación ni destrucción que, con base en este entendimiento, interprete hechos de su entorno que involucren el equilibrio térmico, transmisión de calor y transformaciones de energía demostrando el apropio al emplear modelos matemáticos en la resolución de problemas numéricos y realizar la observación de estos, por medio de modelos experimentales.

### **Contenidos**

- Capacidad calorífica
- Ecuación de estado
- Interacciones termodinámicas
  - Paredes diatérmicas y abatidas
- Procesos termodinámicos

- Sistemas termodinámicos
  - Sistema: abierto, aislado y cerrado
- Ley cero de la termodinámica
  - Trabajo termodinámico
  - Sentido de flujo de calor en la naturaleza
  - Cambios de temperatura en los cuerpos: cambios de estado, calor sensible y calor latente
  - Leyes de los gases ideales: variables de estado, variables intensivas y extensivas
  - Diagrama de Clapeyron
- Primera ley de la Termodinámica
  - Conservación de la energía
  - Enunciado de la primera ley de la termodinámica
  - Los cañones de Rumford
  - Equivalente mecánico del calor (experimento de Joule)
  - Representación gráfica del trabajo
  - El calor como una forma de transferir energía
  - Energía interna de un sistema termodinámico
  - Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica

## **Actividades de aprendizaje**

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la Unidad II cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo con los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Para el desarrollo de la unidad de aprendizaje se sugieren actividades para la comprensión de los contenidos, como: diseño de modelos experimentales donde se apliquen los fenómenos físicos que identifiquen: Trabajo termodinámico, Expansión isotérmica de un gas, Energía interna y la primera ley de la termodinámica, así como la utilización de las aplicaciones digitales que apoyen la construcción de contenidos para promover su uso y modelización como PETH interactive simulations, donde se generarán evidencias de evaluación que identifiquen el comportamiento de las

partículas los procesos termodinámicos, con la intención de que cada normalista maneje las Apps para avanzar en la actividad y posteriormente en la creación de contenidos digitales como: infografías, videos y/o plataformas de simuladores, en vinculación con el curso de *Metodología indagatoria en las ciencias*, cuyos materiales analógicos combinándolos con las TIC extienden su alcance en el aula.

Se propone analizar al cuerpo humano como una máquina térmica que consume energía de los alimentos y la utiliza para realizar trabajo y que dependiendo de la magnitud de estas dos cantidades, es posible controlar el peso de una persona, el cual se relaciona con el cambio de la energía interna establecido en la primera ley; por lo tanto, este trabajo se puede presentar mediante la construcción de tablas de contenido energético de varios alimentos y de actividades cotidianas, de las cuales se pueda conocer con precisión el gasto energético; estas tablas pueden ir acompañadas de una propuesta sobre cómo utilizar la primera ley, y las tablas construidas para diseñar planes de alimentación y ejercicio que favorezcan a una vida saludable.

- Suponiendo que las actividades que realiza una persona en un día normal en: (24h): Duerme 8 h, camina 2.5 h, su actividad ligera (comer, vestirse, quehaceres domésticos) 3h, trabajando frente a un escritorio sentado 10.5 h.
- ¿Cómo puedes calcular la energía necesaria para realizar dichas actividades?

Con la tabla calcular la cantidad de energía que necesitas para realizar tus actividades, hacer un listado de los alimentos que consumes al día e investiga su contenido energético, después compara las kilocalorías que consumes con las que quemas realizando tus actividades.

- ¿Cómo podrías hacer uso de la Primera Ley de la Termodinámica para diseñar un plan de alimentación y actividad física saludable?
- ¿Qué sucede con tu energía interna si consumes más energía de la que utilizas?

## Proyecto integrador

Con respecto al *Proyecto integrador* en esta unidad se hace la revisión teórica sobre los sistemas termodinámicos abiertos, aislados y cerrados y la energía interna de un sistema termodinámico, con la intención de construir un motor donde se observe la aplicación del sistema de energía interna se sugiere el motor Stirling, su funcionamiento y los principios de termodinámica que en él se aplican, así como los sistemas termodinámicos que se ponen en juego, se trabajará en vinculación con los cursos del mismo semestre.

Para esta actividad, se sugiere el trabajo colegiado con el docente titular del curso *Historia de la educación en México y retos actuales*, para recuperar la revisión histórica sobre la construcción del motor Stirling.

## Evaluación de la unidad

Para evaluar los aprendizajes de la Unidad II, se sugiere elaborar una Tabla de contenido energético donde se pueda conocer con precisión el gasto energético personal y de un compañero o compañera que favorezca una vida saludable, reflexionando cómo el cuerpo humano es una máquina térmica que consume energía de los alimentos y la utiliza para realizar trabajo, el cual se relaciona con el cambio de la energía interna establecido en la primera ley de termodinámica.

Evidencia para evaluar la unidad	Criterios de evaluación
Tabla de contenido energético.	<p><b>Saber conocer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los conceptos y principios de la ley cero y la Primera ley de Termodinámica, al plantear, analizar, modelizar y resolver problemas.</li> <li>• Representa e interpreta cómo el cuerpo humano es una máquina térmica que consume energía de los alimentos y la utiliza para realizar un trabajo.</li> <li>• Comprende lo que es la energía interna de un sistema termodinámico y sus aplicaciones en la construcción de prototipos experimentales.</li> </ul> <p><b>Saber hacer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos para explicar la Ley cero y la Primera ley de Termodinámica.</li> <li>• Utiliza el simulador como herramienta didáctica en la modelización de fenómeno físico en ambientes virtuales.</li> <li>• Aplica a la termometría y la calorimetría como la base de la termodinámica.</li> </ul> <p><b>Saber ser y estar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra hábitos sanos de alimentación e higiene relacionados con el cuerpo</li> </ul>

	<p>humano como máquina térmica que consume energía de los alimentos y la utiliza para realizar trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopta una postura crítica al crear nuevos conocimientos sobre los conceptos adquiridos.</li> <li>• Valora la pertinencia de la mediación de las TIC en la indagación científica para la comprensión de la ciencia.</li> </ul>
--	---

## Bibliografía

A continuación, se presentan un conjunto de fuentes como sugerencias para abordar los contenidos de esta unidad, pero el profesorado puede determinar cuáles de ellas abordar durante las sesiones del curso o proponer otras.

### Bibliografía básica

Beléndez Vázquez, A. (2017). *Termodinámica*. Disponible en <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/95267>

Cumbre Pueblos. (7 de Junio de 2019). Obtenido de Termodinamica: <https://cumbrepuebloscop20.org/energias/termodinamica/ley-0/>

Del Estado De Hidalgo, U. A. (n.d.). Vista de Temperatura y Ley Cero de la Termodinámica. Disponible en <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/5595/7295>

Martín Domingo, A. (2015). *Apuntes de los temas de termodinámica*.

M. Zemansky, R. Dittman. *Calor y Termodinámica* (6ª Edición). Editorial Mc. Graw-Hill: Madrid.

Montiel, H. P. (2021). *Física General* (6.a ed.). Grupo Editorial Patria.

Posadas Basurto, J. (2018). *Termodinamica. Energia y primera ley de la termodinamica para sistemas cerrados*. Ingenieria Mecánica

Rodríguez, J. A. (2009). *Introducción a la termodinámica con algunas aplicaciones de ingeniería*. <https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

Sears, Zemansky, Young y Freedman. (2004). *Física Universitaria Undécima Edición Vol. 1*. México: Compañía Editorial Pearson.

Varón, E. (n.d.). Construcción de un ambiente de aprendizaje activo sobre la ley cero de la termodinámica. *Universidad Nacional De Colombia Facultad De Ciencias*.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54217/Trabajo%20de%20grado%20MEC%20evaristo%20var%20garz%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### **Bibliografía complementaria**

Análisis del concepto de termodinámica y su aplicación en el efecto mpemba. (2015). *Proyectos Institucionales Y De Vinculación, Año III No. 05*. <http://eprints.uanl.mx/9817/1/Analisis%20del%20concepto%20de%20termodinamica.pdf>

Calí, M.y Gregorio, P. (2013). *Termodinámica*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1gHfDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+termodinamica&ots=LnqCvJb4iA&sig=VcyP46GDN2L\\_Fp0\\_2CsN\\_qvWLE](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1gHfDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+termodinamica&ots=LnqCvJb4iA&sig=VcyP46GDN2L_Fp0_2CsN_qvWLE)

Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4(3), 461-475. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3787/3361>

Furió, C.; Solbes, J. y Furió, C. (2007). La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. vol. 4, núm. 3, septiembre, 2007, pp. 461-475

Halliday, D. y Resnick, R. (1999). *Física Vol. 1: Versión ampliada*. México: Compañía Editorial Continental.

Hernández, M. A., Frago, J. A. y Vázquez, L. A., (2017). *Física III*. México: Grupo Editorial Mx.

Jiménez, W. (2022). Enseñanza de la primera ley de la termodinámica mediante aprendizaje basado en problemas (ABP) con estudiantes de Ciclo V [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82646/80765340.2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Knight, R. (2004). *Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching*. US

Montiel, H. P. (2021). *Física General (6.a ed.)*. Grupo Editorial Patria A: Addison Wesley.

Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (2002). *Física Vol. 1*. México: Compañía Editorial Continental.

Rodriguez, J. (n.d.). *INTRODUCCION A LA TERMODINAMICA CON ALGUNAS APLICACIONES DE INGENIERIA*. UNAM.



<https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

Ruis, M. y Castro, M. (2003). Calor y movimiento. México: Fondo de Cultura Económica

Sears, Zemansky, Young y Freedman. (2004). Física Universitaria Undécima Edición Vol. 1. México: Compañía Editorial Pearson.

Serway, R. y Faughn, J. (2001). Física. México: Pearson Educación.

Tipler, P. y Mosca, G. (2005). Física para la Ciencia y la Tecnología Vol. I. Barcelona: Reverté.

UNESCO (2015). Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)

Young, H. y Freedman, R. (2009). Física Universitaria con física moderna: volumen I. México: Pearson Educación.

### **Videos**

QuantumFracture (Productor) (2015). Las Leyes de la Termodinámica en 5 Minutos. [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Bvfn6eUhUAc>

Veritasium. (2023, July 1). The most misunderstood concept in physics [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DxL2HoqLbyA>

### **Sitios web**

[https://phet.colorado.edu/es\\_PE/simulations/gas-properties](https://phet.colorado.edu/es_PE/simulations/gas-properties)

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-forms-and-changes>

## Unidad de aprendizaje III. Segunda y tercera ley de la Termodinámica

### Presentación

En esta unidad el estudiantado comprenderá la segunda y tercera ley de la termodinámica al hacer una revisión teórica y experimental de las leyes y sus componentes principales como: ciclo y máquina de Carnot, enunciados de Clausius y Kelvin - Planck, entropía y la representación del trabajo mecánico, los ciclos de Stirling, Diésel, Otto y Ranking, aplicaciones de estos y el impacto ecológico de las máquinas térmicas, así como la tercera ley de la termodinámica con trabajo termodinámico.

Se propone generar espacios de discusión donde, a través del análisis y reflexión con preguntas detonantes, se planteen alternativas de solución en su entorno con respecto a problemas relacionados con la acción por el clima y la producción y consumo responsable de la energía, a través del diseño de modelos experimentales de la aplicación de la segunda y tercera ley de Termodinámica.

Se construirá un motor *Stirling* donde se aplicarán conceptos como sistemas termodinámicos, entropía, ciclos de Carnot y Clausius, el calor específico de las sustancias, procesos térmicos en sistemas cerrados, diagramas de fases.

### Propósito de la unidad de aprendizaje

Aplicar la segunda y tercera ley de Termodinámica en el planteamiento de problemas relacionados con la acción por el clima, la producción y consumo responsable de la energía, a través del diseño de modelos experimentales del trabajo termodinámico y transformación de la energía, para construir una propuesta de solución a las problemáticas planteadas.

### Contenidos

- Segunda ley de la termodinámica
  - Ciclo y teorema de Carnot
  - Máquina de Carnot
  - Enunciados de la segunda ley de la termodinámica (Clausius y Kelvin-Planck)
  - Procesos reversibles e irreversibles
  - Procesos espontáneos y no espontáneos

- Aplicaciones del segundo principio de la termodinámica
- Entropía
- Representación del trabajo mecánico en términos de las leyes de los gases ideales; procesos a presión y temperatura constante, área bajo la curva
- Ciclos de Stirling, Diesel, Otto y Ranking
  - Aplicaciones de los ciclos
  - Poder calorífico de los combustibles y el impacto ecológico de las máquinas térmicas
- Tercera ley de la termodinámica
  - Trabajo termodinámico
  - Escala Kelvin; el cero absoluto y su límite práctico
  - Calor específico a bajas temperaturas
  - Postulados de Nernst, - Simón y de Planck
- Máquinas
  - Motor
  - Refrigerador
  - Eficiencia
  - Motores de combustión interna

### **Actividades de aprendizaje**

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la Unidad III, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo con los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Para el desarrollo de la unidad de aprendizaje se sugiere el uso de la modelización experimental de manera física o con simuladores digitales desarrollados en las plataformas virtuales propuestas en el curso de *Metodología indagatoria en las ciencias*, que apoyen la construcción de contenidos como: Segunda y tercera ley de la termodinámica, Ciclos de Stirling, Diésel, Otto y Ranking; Tercera ley de la termodinámica y Máquinas térmicas, etc., donde se generarán evidencias de evaluación que identifiquen el comportamiento termodinámico, con la intención de que el estudiantado maneje las Apps en la creación de contenidos digitales como: infografías, videos y/o simuladores, cuyos materiales analógicos combinándolos con

las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), extiendan su alcance en el aula.

Se construirá el motor Stirling donde aplicará lo aprendido al promover el planteamiento de hipótesis con base en las ideas previas de los estudiantes sobre las posibles soluciones a las problemáticas planteadas a lo largo de la Unidad.

### Proyecto integrador

Con respecto al *Proyecto integrador*, éste se concluye en esta unidad con la construcción del motor *Stirling* donde se pondrán en juego los sistemas termodinámicos, la entropía, los estudios de Carnot y Clausius, el calor específico de las sustancias, los procesos térmicos en sistemas cerrados, diagramas de fases. Ahí, el estudiantado se cuestiona sobre la importancia de generar alternativas de solución para el cuidado del medio ambiente y al uso responsable de la energía, éste se trabajará en vinculación con los cursos del mismo semestre.

### Evaluación de la unidad

Se propone, como parte de la evaluación de la Unidad III, la elaboración de un Comic digital o físico donde se observe la relación de la segunda y tercera Ley de la Termodinámica en el efecto invernadero y sus consecuencias con el cuidado del medio ambiente.

Evidencia para evaluar la unidad	Criterios de evaluación
Comic digital o físico.	<p><b>Saber conocer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los conceptos y principios de la Segunda y Tercera ley de Termodinámica, al plantear, analizar, modelizar, experimentar y resolver problemas y evaluar sus soluciones y procesos.</li> <li>• Argumenta al plantear, analizar, resolver problemas de la Segunda y tercera Ley de la Termodinámica en el efecto invernadero y sus consecuencias con el medio ambiente.</li> </ul>

	<p><b>Saber hacer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica las leyes de la termodinámica para la resolución de problemáticas medio ambientales.</li> <li>• Utiliza de manera ética y crítica las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD).</li> <li>• Incorpora el manejo de diferentes plataformas en la creación de ambientes digitales mediados por las TIC.</li> </ul> <p><b>Saber ser y estar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza y reflexiona sobre problemáticas medio ambientales y la importancia de su acción profesional para coadyuvar a la solución.</li> <li>• Favorece su pensamiento reflexivo, analítico, prospectivo y crítico mediante la aplicación de la Termodinámica en situaciones ambientales.</li> <li>• Valora la formación disciplinar orientada a la gestión de cambios sociales y educativos.</li> <li>• Expresa y defiende su opinión sin atentar contra los derechos humanos, la igualdad, la equidad de género, la inclusión, la interculturalidad y el humanismo.</li> </ul>
--	--

## Bibliografía

A continuación, se presentan un conjunto de fuentes como sugerencias para abordar los contenidos de esta unidad, pero el profesorado puede determinar cuáles de ellas abordar durante las sesiones del curso o proponer otras.

### Bibliografía básica

Beléndez Vázquez, A. (2017). *Termodinámica*. Disponible en <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/95267>

Cumbre Pueblos. (7 de Junio de 2019). Obtenido de Termodinámica:  
<https://cumbrepuebloscop20.org/energias/termodinamica/ley-0/>

Del Estado De Hidalgo, U. A. (n.d.). Vista de Temperatura y Ley Cero de la Termodinámica.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/5595/7295>

### **Bibliografía complementaria**

Halliday, D. y Resnick, R. (1999). Física Vol. 1: Versión ampliada. México: Compañía. Editorial Continental.

Hernández, M. A., Fragoso, J. A. y Vázquez, L. A., (2017). Física III. México: Grupo Editorial Mx.

Jimenez, W. (2022). Enseñanza de la primera ley de la termodinámica mediante aprendizaje basado en problemas (ABP) con estudiantes de Ciclo V [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82646/80765340.2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Rodriguez, J. (n.d.). INTRODUCCION A LA TERMODINAMICA CON ALGUNAS APLICACIONES DE INGENIERIA. UNAM. <https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

UNESCO (2015). Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)

## Evidencia integradora del curso

Este curso aporta al desarrollo del Proyecto integrador en la Unidad II, se hace la revisión teórica sobre los sistemas termodinámicos abiertos, aislados y cerrados y la energía interna de un sistema termodinámico, con la intención de construcción motor Stirling, fundamentos y construcción; en la Unidad III la construcción del motor con la aplicación de diversas plataformas para modelizar y experimentar de manera virtual los conceptos de la Segunda y tercera ley de Termodinámica en la modelización y construcción del motor Stirling.

<b>Evidencia integradora del curso</b>	<b>Criterios de evaluación de la evidencia integradora</b>
Prototipo del motor Stirling.	<p><b>Saber conocer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciona los conceptos y principios de la Segunda y Tercera ley de Termodinámica en la construcción del motor Stirling.</li> <li>• Plantea, resuelve y evalúa problemas relacionados con la modelización y construcción motor Stirling, a través de plataformas virtuales.</li> </ul> <p><b>Saber hacer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza de manera ética y crítica las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD), como herramienta mediadora para la construcción del motor Stirling.</li> <li>• Maneja diferentes plataformas en la modelización y construcción del motor Stirling.</li> </ul> <p><b>Saber ser y estar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asume una consciencia como sujeto histórico y reflexiona sobre los principales problemas del cambio climático y el uso responsable de la energía.</li> <li>• Reflexiona sobre la importancia de la convivencia pacífica, el bien común, el compromiso con la justicia social y la sostenibilidad.</li> </ul>

## **Perfil académico sugerido**

### **Nivel Académico**

Obligatorio nivel de licenciatura en el área de educación con especialidad en Física o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, Geofísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Telecomunicaciones, Petrolera, Química, Química Industrial, Ciencias de la Tierra, Física Biomédica), con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación, maestría en ciencias). Maestría o Doctorado en el área de educación con especialidad en física o maestría físico-matemática, Astrofísica, Ciencias Físicas (Física Médica, Física), con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación).

Deseable: Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física.

Experiencia docente para: Conducir grupos de nivel básico (secundaria), nivel medio superior (bachillerato) y/o educación superior. Planear y evaluar para la diversidad y la inclusión.

Utilizar las TIC y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.

Experiencia profesional: Docente de educación superior con antigüedad mínima de dos años.

### **Experiencia docente para:**

- Conducir grupos
- Trabajo por proyectos
- Utilizar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje
- Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes



## Referencias de este programa

- Beléndez Vázquez, A. (2017). *Termodinámica*. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/95267>
- Calí, M. y Gregorio, P. (2013). *Termodinámica*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1gHfDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+termodinamica&ots=LnqCvJb4iA&sig=VcyP46GDN2L\\_Fp0\\_2CsN\\_qvWLIIE](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1gHfDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+termodinamica&ots=LnqCvJb4iA&sig=VcyP46GDN2L_Fp0_2CsN_qvWLIIE)
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Termodinámica. 8a*. McGraw Hill México.
- Furió, C.; Solbes, J. y Furió, C. (2007). La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 461-475. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3787/3361>
- Halliday, D. y Resnick, R. (1999). *Física Vol. 1: Versión ampliada*. México: Compañía Editorial Continental.
- Hernández, M. A., Frago, J. A. y Vázquez, L. A., (2017). *Física III*. México: Grupo Editorial Mx.
- Knight, R. (2004). *Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching*. USA: Addison Wesley.
- López Pires, D., Carlos Alfonso, J. y Braun Chaves, F. A.. (2006). the thermometry in the XIXth and the XXth centuries. *Revista Brasileña*, 28 (1) . Disponible en : <https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000100013>
- Martín Domingo, A. (2015). *Apuntes de los temas de termodinámica*.
- M. Zemansky, R. Dittman. *Calor y Termodinámica (6ª Edición)*. Editorial Mc.Graw-Hill:Madrid.
- Omega Engineering México (2017). *Guía práctica de medición de la temperatura*. <https://mx.omega.com/e-book/282090/ebook-temp.pdf>
- Picquart, M. y Carrasco Morales, Y. (2017). De la temperatura y su medición. *Latin-American Journal Of Physics Education*, 11 (1), 1-12. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6019786.pdf>
- Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (2002). *Física Vol. 1*. México: Compañía Editorial Continental.
- RIUNET. Termómetro de Galileo. Valencia, España: Repositorio de objetos digitales. <https://riunet.upv.es/handle/10251/168415>

Rodríguez, J.A. (2009). *Introducción a la termodinámica con algunas aplicaciones de Ingeniería*. Disponible en: <https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>

Ruiz, M. y Castro, M. (2003). *Calor y movimiento*. México: Fondo de Cultura Económica

Serway, R. y Faughn, J. (2001). *Física*. México: Pearson Educación.

Sierra Cuartas Jesús, C. E. (2022). Experimentos y artefactos cruciales en la historia de la Termodinámica y sus antecedentes. [unal.edu.co. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82372/Experimentos%20y%20artefactos%20cruciales%20en%20la%20historia%20de%20la%20Termodinamica%20y%20sus%20antecedentes.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82372/Experimentos%20y%20artefactos%20cruciales%20en%20la%20historia%20de%20la%20Termodinamica%20y%20sus%20antecedentes.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Smorodinsky, Y. (1983). *La temperatura*. URSS: Editorial Mir

Tipler, P. y Mosca, G. (2005). *Física para la Ciencia y la Tecnología Vol. I*. Barcelona: Reverté.

T. L. Hill. *Introducción a la Termodinámica Estadística*. Paraninfo: Madrid.

UNESCO (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)

Velasco Maillo, S. y Fernández Pineda, C. (2011). Un paseo por la historia de la termometría. *Revista española de física*. [https://gtfe.usal.es/pdfs/ensenanza/santi\\_rsef\\_termometria\\_05.pdf](https://gtfe.usal.es/pdfs/ensenanza/santi_rsef_termometria_05.pdf)

Yáñez González, J. (2018). Tus manos no son un buen termómetro. *Revista española de Física*, 32 (4),25-27.

Young, H. y Freedman, R. (2009). *Física Universitaria con física moderna: volumen I*. México: Pearson Educación.

### **Videos**

Quantum Fracture (Productor) (2015). *Las Leyes de la Termodinámica en 5 Minutos*. [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Bvfn6eUhUAc>

### **Sitios web**

[https://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3\\_0.pdf](https://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3_0.pdf)

<https://es.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics>

[https://phet.colorado.edu/es\\_PE/simulations/gas-properties](https://phet.colorado.edu/es_PE/simulations/gas-properties)

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-forms-and-changes>