

**MODELO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA  
TERMODINÁMICA APOYADO EN REDES DE INFORMACIÓN.  
FASE I**

SERGIO ANTONIO MUÑOZ PINZÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA, 2007

**MODELO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA  
TERMODINÁMICA APOYADO EN REDES DE INFORMACIÓN.  
FASE I**

SERGIO ANTONIO MUÑOZ PINZÓN

Trabajo de grado para optar al título de:  
Ingeniero Mecánico

Director  
JOSÉ IVÁN HURTADO HIDALGO  
Ingeniero Mecánico  
Maestro en Ciencias

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA, 2007

## DEDICATORIA

*A mi familia, ¿Quién es como Dios?*

מיכאל

*Sergio Antonio Muñoz Pinzón*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Señor Jesús, Dios todo poderoso. REY de reyes, SEÑOR de señores*

*A mi familia por su apoyo y motivación. Gracias a Dios porque me rodeé de personas maravillosas, gracias Madre, gracias Hermano (el mejor ingeniero mecánico), gracias a mi esposa una gran mujer.*

*Al Profesor José Iván Hurtado por la confianza depositada en mí, gracias por su colaboración en el desarrollo de este proyecto y por su amistad.*

## CONTENIDO

|                                                                     | <b>pág.</b> |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN .....                                                  | 1           |
| 1. DISEÑO INSTRUCCIONAL.....                                        | 4           |
| 1.1 ETAPAS DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL.....                            | 7           |
| 1.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE CONTENIDOS TEMÁTICOS<br>GENERALES ..... | 8           |
| 1.3 PLANTEAMIENTO DE LOS SABERES .....                              | 25          |
| 1.4 ESTABLECIMIENTO DE LA RELACIÓN PROPÓSITOS-<br>CONTENIDOS .....  | 35          |
| 1.5 ESTRUCTURACIÓN MODULAR .....                                    | 46          |
| 1.6 PLANEACIÓN CURRICULAR .....                                     | 50          |
| 1.6.1 Contenido temático del curso Termodinámica 1 .....            | 51          |
| 1.6.2 Metodología y evaluación del curso .....                      | 54          |
| 1.6.3 Planeación curricular del módulo de propiedades .....         | 56          |
| 2. PORTAL DEL PROFESOR .....                                        | 60          |
| 2.1 DESARROLLO Y ESTRUCTURA .....                                   | 61          |
| 2.2 UBICACIÓN.....                                                  | 63          |
| 3. OBJETO DE APRENDIZAJE, TERMORED UIS 1.0 .....                    | 66          |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TERMORED UIS 1.0 .....                    | 67          |
| 3.2 DESARROLLO Y ESTRUCTURA .....                                   | 67          |
| 3.3 UBICACIÓN.....                                                  | 74          |
| 4. CONCLUSIONES .....                                               | 75          |
| 5. RECOMENDACIONES.....                                             | 76          |
| 6. BIBLIOGRAFÍA.....                                                | 77          |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                         | <b>pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. Etapas de la propuesta metodológica de diseño instruccional   | 8           |
| Figura 2. Aparato utilizado por Joule .....                             | 15          |
| Figura 3. Convenciones del diagrama secuencial.....                     | 20          |
| Figura 4. Diagrama secuencial de contenidos Termodinámica 1.....        | 24          |
| Figura 5. Visión tridimensional de la relación Saber, Hacer y Ser. .... | 25          |
| Figura 6. Enfoque de la metodología .....                               | 26          |
| Figura 7. Estructura modular, primeros dos módulos .....                | 47          |
| Figura 8. Estructura modular tercer módulo.....                         | 48          |
| Figura 9. Estructura modular cuarto módulo .....                        | 49          |
| Figura 10. Estructura modular quinto módulo .....                       | 49          |
| Figura 11. Estructura modular sexto módulo .....                        | 50          |
| Figura 12. Estructura modular séptimo módulo .....                      | 50          |
| Figura 13. Página principal del portal del profesor.....                | 64          |
| Figura 14. Página de la asignatura Termodinámica 1.....                 | 65          |
| Figura 15. Página de inicio de la Termored .....                        | 69          |
| Figura 16. Página de sistema de la Termored .....                       | 70          |
| Figura 17. Pregunta de la actividad 1 de la Termored .....              | 71          |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                      | <b>pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Saberes conceptos fundamentales.....                        | 28          |
| Tabla 2. Saberes sustancia pura y sus propiedades .....              | 29          |
| Tabla 3 Saberes primera ley de la termodinámica.....                 | 30          |
| Tabla 4 Saberes Segunda ley de la termodinámica.....                 | 31          |
| Tabla 5 Saberes Entropía .....                                       | 32          |
| Tabla 6 Saberes Análisis de segunda ley .....                        | 33          |
| Tabla 7 Saberes Disponibilidad .....                                 | 34          |
| Tabla 8. Relación propósitos contenidos para el primer módulo .....  | 39          |
| Tabla 9. Relación propósitos contenidos para el segundo módulo ..... | 40          |
| Tabla 10 Relación propósitos contenido tercer módulo .....           | 41          |
| Tabla 11 Relación propósitos contenido cuarto módulo .....           | 42          |
| Tabla 12 Relación propósitos contenido quinto módulo.....            | 43          |
| Tabla 13 Relación propósitos contenido sexto módulo.....             | 44          |
| Tabla 14 Relación propósitos contenidos séptimo módulo .....         | 45          |
| Tabla 15 Planeación Propiedades, sustancia pura .....                | 57          |
| Tabla 16 Planeación Propiedades, gas ideal .....                     | 58          |
| Tabla 17 Planeación Propiedades, gas ideal.....                      | 59          |

## **GLOSARIO**

**ANÁLISIS FUNCIONAL:** es un método utilizado para la definición de normas de competencia laboral. Se basa en un proceso en el que se identifican el propósito principal y las actividades y funciones clave de una rama o actividad de una empresa, hasta llegar a especificar las contribuciones individuales que se expresarán finalmente en términos de competencia laboral en una norma.

**COMPETENCIAS:** desde lo académico, las competencias son complejas capacidades integradas que las instituciones forman en los individuos para que puedan desempeñarse en diferentes situaciones y contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, actuar, hacer, eligiendo alternativas, planteando estrategias y tomando decisiones responsablemente.

**DISEÑO INSTRUCCIONAL:** diseño de un plan para facilitar el aprendizaje y el logro de objetivos relacionados con una unidad escolar específica, contempla medios y objetivos, así como estrategias de instrucción y evaluación

**MÓDULO DE FORMACIÓN:** Núcleo de la estructura curricular asociado a la unidad de competencia, integrado por unidades de aprendizaje.

**OBJETO DE APRENDIZAJE:** Un objeto de aprendizaje corresponde a la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una

actividad de aprendizaje, un mecanismo de evaluación el cual puede ser desarrollado con Tecnologías de Información y Comunicación, para hacer posible su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo.

**TABLA DE SABERES:** Instrumento que permite precisar y diferenciar los saberes que están integrados en una unidad de aprendizaje.

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Referente técnico pedagógico que permite la organización del trabajo del instructor para la orientación del proceso de aprendizaje, bien sea en aulas, talleres, laboratorios, empresas, comunidades y entornos de formación.

## RESUMEN

### TÍTULO:

**MODELO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA  
APOYADO EN REDES DE INFORMACIÓN. FASE I \***

### AUTOR:

Sergio Antonio Muñoz Pinzón \*\*

### PALABRAS CLAVE:

Termodinámica, diseño instruccional, currículo, Internet, sitio web, aprendizaje en línea, e-learning.

### DESCRIPCIÓN:

La formación por competencias es la teoría contemporánea más utilizada en educación y definición de las capacidades del personal por parte de los departamentos de recursos humanos en las empresas. En Colombia este modelo ha sido adoptado por diferentes entidades educativas; destacándose por profundizar en este campo el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, pioneros de la formación por competencias impulsados por la necesidad del sector productivo de medir las capacidades de sus trabajadores, en virtud de la estrecha relación que mantiene el SENA con la Industria.

Debido a la amplia difusión de esta forma de medir las capacidades profesionales, la modalidad trascendió a otros campos de la educación incluidas las universidades, uno de cuyos objetivos misionales consiste en la formación de profesionales en niveles superiores. Entonces surgió la necesidad de compatibilizar los planes de estudio universitarios con esta metodología de formación. Aprovechando este medio, la Universidad Industrial de Santander busca incorporar la Tecnología de la Información y Comunicación TIC's como soporte y canal funcional de comunicación en el proceso de instrucción aprendizaje. Es en este contexto donde surge el proyecto institucional Prospetic y se acomete la construcción y puesta en marcha del CENTIC.

La Termored, apoyada en multimedia, es una propuesta metodológica que facilita el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica clásica, y permite al estudiante autoevaluarse interactuando con el Portal del profesor. Las dos opciones se integran como una herramienta funcional en el proceso de instrucción aprendizaje.

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica,  
Profesor: José Iván Hurtado Hidalgo, Ingeniero Mecánico, M.Sc

## **ABSTRACT**

### **TITLE:**

**EDUCATIONAL MODEL FOR LEARNING THE THERMODYNAMICS SUPPORTED  
IN INFORMATION NETWORKS. PHASE I\***

### **AUTHOR:**

Sergio Antonio Muñoz Pinzón \*\*

### **KEY WORDS:**

Thermodynamics, instructional design, curriculum, Internet, web site, online education, e-learning.

### **DESCRIPTION:**

The competence learning model is the most used contemporary theory in education and the departments of human resources at companies to define the abilities of students and employees. In Colombia this model have been developed by educational centers; one of them in the field of technological training, the National Service for Learning SENA, which is perhaps one of the pioneers on training by competence, because of the need expressed by the productive sector of increase the capacities of their workers and strengthening relationship between the SENA and Industry.

Due to the wide diffusion of this form of measuring the professional capabilities, this strategy leaked to other fields of education including the university which is responsible for the training of professionals in high level education. Then, there arises the need to make compatible the curriculum with these methods for professional training. According with this, the Universidad Industrial of Santander seeks to incorporate Technology of the Information and Communication TIC's as support and new channel of communication within the learning process. Within this concept there arises the institutional project Prospetic and achieved the construction and launching of CENTIC.

The Termored, supported in multimedia, is intended to facilitate the learning of the fundamental concepts of classical thermodynamics and, in addition, it allows the student to self-evaluate his knowledge, using Termored in conjunction with the Teacher's portal. Both alternatives are integrated as a very useful tool for the learning process.

\* Degree Project

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering, Teacher; Mr. José Iván Hurtado Hidalgo, Mechanical Engineer, M. Sc.

## INTRODUCCIÓN

En este documento se consignan las memorias de la primera fase de un proyecto que busca acercar las nuevas tecnologías disponibles en el ámbito de la comunicación y la información a los procesos de aprendizaje de los fundamentos de la termodinámica. Debido a que este proyecto hace parte de otro proyecto institucional más ambicioso en su cobertura y funcionalidad, llamado Prospetic, se acogieron unas reglas, procedimientos y modelos funcionales predeterminados; así que, lo primero que se presenta en este documento es un diseño instruccional o curricular de lo que es la asignatura Termodinámica 1. Como en todo proceso de diseño, no se puede afirmar que en esta ocasión se trate de un producto totalmente terminado; de hecho se puede y se debe mejorar, pero quizá esto no se haga en el papel, sino en el transcurrir del día a día del proceso de instrucción aprendizaje de Termodinámica 1, razón por la cual el diseño aquí desarrollado no constituye una metodología que se deba implantar forzosamente en todas las clases; de hecho, cada profesor, en virtud del precepto consagrado de la libertad de cátedra, es independiente y está habilitado para decidir cuáles de los conceptos que se han incluido en esta propuesta se pueden omitir o incluso está en posibilidades de adicionar otros nuevos.

La segunda parte del proyecto es quizás la que más se aproxima al objetivo específico de acercar las tecnologías de la información y

comunicación al aprendizaje; el primer producto de este tipo que se expone es el Portal del profesor. Para su desarrollo se contó con el apoyo profesional de los expertos del CENTIC que impartieron capacitación a los docentes y proyectistas acerca de la creación y edición de sitios web mediante el software *Microsoft FrontPage*. El portal se instaló sobre las plantillas del proyecto Prospetic destinadas a estos portales; el sitio web del profesor fue desarrollado a comienzos del primer semestre académico de 2007 y se puso a prueba con los estudiantes de los cursos de Termodinámica 1 y 2 de ese semestre, quienes lo pusieron a prueba y acogieron; durante el proceso se contó con el apoyo del Centic en cuyas salas se ofreció al examen de los estudiantes las páginas y los contenidos del portal. La experiencia con los estudiantes fue muy interesante y se pudo verificarse su interés por las imágenes animadas y por la lectura de contenidos.

El segundo producto desarrollado es la Termored, que es un sitio web diseñado principalmente para el proceso de instrucción aprendizaje de los estudiantes de Termodinámica 1; el objetivo que se señaló en un comienzo fue construir una ayuda basada en redes de información para estudiar las propiedades termodinámicas de una sustancia pura, pero durante el desarrollo de Termored fue necesario ampliar el alcance de este objetivo para incluir otros dos tópicos, de tal forma que la instrucción sobre las propiedades de las sustancias puras fuese clara, comprensible y realmente productiva para el proceso de aprendizaje; por lo tanto se incluyó en la Termored el concepto de sistemas termodinámicos y las nociones fundamentales sobre las unidades de medida de presión y temperatura. Para el desarrollo de esta herramienta pedagógica fue necesario adelantar, por parte del proyectista, un curso virtual que ofrece el SENA titulado *Diseño web*

con *Macromedia Dreamweaver MX*; la experiencia en el aprendizaje en línea obtenida en este curso de un mes fue de gran ayuda para el diseño de la Termored junto con sus contenidos, que debían presentarse lo más sencillos posible pero incorporando la mayor cantidad de conceptos y ocupando un tamaño de disco reducido en términos de kilobytes. También fue necesario adelantar otro curso virtual de animación en *Macromedia Flash 8*; este se tomó del sitio web [www.aulaclie.es](http://www.aulaclie.es) que está dedicado a autodidactas porque, a diferencia del curso del Sena no está guiado por un tutor 'virtual'. Los contenidos de la Termored, si bien no necesitan de un tutor para su desarrollo, están dispuestos de tal forma que si en algún momento el estudiante tiene una inquietud o duda, podrá plantearla al profesor mediante el correo electrónico o personalmente; también se incluye en todas las páginas el correo electrónico del desarrollador para atender a los estudiantes y cerrar el lazo mediante la retroalimentación de la opiniones, sugerencias, comentarios, dudas e inquietudes.

## **1. DISEÑO INSTRUCCIONAL**

Es el proceso íntegral de análisis de las necesidades y metas del aprendizaje y el desarrollo de los sistemas adecuados para impartir la instrucción con el propósito de satisfacer dichas necesidades. Incluye el desarrollo de materiales y actividades instruccionales, revisión y evaluación de todas las fases de instrucción del estudiante.

El diseño instruccional es el desarrollo de un plan o sistema que promueve el logro de metas y objetivos educativos. El diseño instruccional toma como base teorías y modelos de las ciencias de la educación, llevando a la práctica estrategias de aprendizaje orientadas a lograr las metas y objetivos educativos planteados en la carta descriptiva y el programa de la asignatura.

La organización, las acciones educativas y el desarrollo del material didáctico, constituyen las funciones fundamentales del Diseño Instruccional; éste ha enfrentado una evolución, pasando desde una visión restringida meramente conductual, hasta una visión cognitiva constructivista. La palabra diseño se ha introducido desde hace tiempo en el campo de las ciencias de la educación y de la comunicación, Robert Glaser lo utilizó en 1967 para la presentación de un concepto ampliado de la tecnología pedagógica; además, Briggs publicó ya en 1970 un manual de procedimientos para el diseño de instrucción,

fundamentado en un modelo teórico-sistemático del el desarrollo de sistemas pedagógicos complejos.

Este planteamiento fue ampliado luego considerablemente por Gagné y Briggs y por Langdon<sup>1</sup>; quienes a su serie publicada desde mediados de los años 70. En efecto, el primer intento de incorporación de la psicología del aprendizaje a las prácticas instructivas está representado por el modelo de instrucción de Gagné y Briggs, basado en la taxonomía de Bloom sobre las metas educativas.

La teoría de la modificación de conducta, que ha sido la mayor influencia en la teoría del Diseño Instruccional, se remite a la tesis de que los individuos no son engendrados con una capacidad mental innata, por el contrario, se considera la conducta como la única medida de verdad de la psicología; el propósito de esta teoría consiste en la identificación sistemática de los principios que rigen la conducta humana para controlar y predecir los resultados de las ejecuciones que reflejan el aprendizaje.

Posteriormente, la teoría cognoscitivista, propuesta en el estudio de la enseñanza de Collins y Stevens, representa uno de los pocos intentos de utilización del diseño para facilitar el aprendizaje por descubrimiento que, a diferencia de las teorías de Gagné y Briggs, se basa en la teoría humanista y plantea un acercamiento metodológico de descubrimiento para determinar las estrategias de enseñanza que son más apropiadas para casos individuales y específicos. A partir de entonces, los

---

<sup>1</sup> Tomado de Jeffrey Thomas De Graff. "Diseño instructivo en la tecnología educativa". Tr. Alicia Poloniato. Diplomado de las nuevas tecnologías en la educación. UNAM 1995.

acercamientos cognoscitivistas, que han tenido una influencia significativa en la teoría del diseño instruccivo, incluyen numerosas disciplinas que comparten un interés común por la descripción y predicción de procesos mentales y sus productos.

La necesidad de organizar acciones educativas concretas y los materiales didácticos, tanto escritos como audiovisuales o de cómputo, requiere el diseño de un plan. Cuando intervienen las Nuevas Tecnologías esta necesidad se torna más apremiante. Tomando en consideración el patrón de la enseñanza tradicional, el Diseño Instruccional actual se caracteriza por los siguientes rasgos:

- ◇ Las magnitudes didácticas fundamentales están centradas en las actividades de aprendizaje y el educando.
- ◇ Las acciones didácticas son el desarrollo y configuración de los ambientes y de las tareas de aprendizaje.
- ◇ Los sistemas de enseñanza-aprendizaje son considerados como productos reproducibles de procesos de desarrollo fundamentados y comprobados científicamente.
- ◇ Los multimedia (en el sentido más amplio) se utilizan en gran medida en la estructuración de medios ambientes de aprendizaje, y más aún, en el respectivo modelo didáctico que determina su aplicación.
- ◇ Se reconoce que el Diseño Instruccional puede ser considerado como un proceso, pero también como un producto.

## 1.1 ETAPAS DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL

En el desarrollo del diseño instruccional, al igual que sucede con el diseño mecánico, usualmente se presentan varias propuestas sobre la metodología para desarrollar dicho diseño instruccional y sus etapas. En el desarrollo de este proyecto se aplica la metodología desarrollada en la Universidad Industrial de Santander por el grupo a cargo del aprendizaje en línea o e-learning del CENTIC, ya que se ha desarrollado para facilitar la implementación de las tecnologías de la información y comunicación en la educación superior; las etapas identificadas dentro del diseño instruccional son:

- ◇ Análisis y selección de los contenidos temáticos generales
- ◇ Planteamiento de los saberes y procedimientos relacionados
- ◇ Establecimiento de la relación propósitos-contenidos
- ◇ Estructuración modular
- ◇ Planeación curricular

En los subtítulos siguientes se desarrollan estas etapas, específicamente para su aplicación a la asignatura Termodinámica 1, a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS. El resultado de un diseño instruccional, así como cualquier otro proceso de diseño, es susceptible de sufrir cambios y mejoras; de hecho se considera que un diseño nunca está completamente terminado ya que se debe contemplar siempre la posibilidad de su desarrollo y mejoramiento posteriores. La propuesta metodológica se muestra gráficamente en la figura 1

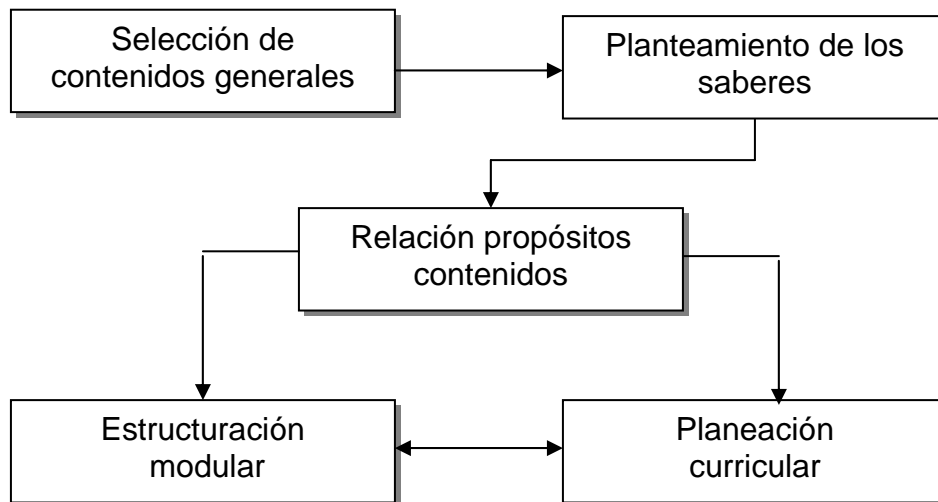


Figura 1. Etapas de la propuesta metodológica de diseño instruccional

## 1.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE CONTENIDOS TEMÁTICOS GENERALES

Dentro de la vasta extensión conceptual y procedimental de la termodinámica, es necesario seleccionar cuidadosamente los contenidos que se pretende desarrollar dentro de la asignatura Termodinámica 1. Ante todo se debe recordar que este curso es quizá, para muchos de los estudiantes, su primer contacto con esta rama de la ciencia que aborda el estudio de la energía y la entropía. El curso no pretende ir más allá de un nivel introductorio del estudio de la termodinámica clásica, que estudia los sistemas termodinámicos con base en variables macroscópicas. La termodinámica clásica es una ciencia fenomenológica pues sólo se ocupa de las descripciones, sin llegar hasta las causas de los fenómenos que describe. Para los estudiantes de cualquier especialidad de la ingeniería es fundamental

este curso básico porque presenta los fundamentos para entender los procesos energéticos, y el enfoque de sistemas que usa la termodinámica es importante para la solución de problemas reales en los diversos campos de la ingeniería.

El objetivo de la asignatura Termodinámica 1 ya está definido dentro del currículo de la Escuela de Ingeniería Mecánica<sup>2</sup> y es el siguiente:

Contribuir a la formación en el estudiante de las siguientes competencias:

- ◇ Capacidad de identificar y formular problemas de ingeniería relacionados con la termodinámica y las transformaciones energéticas en el ámbito conceptual así como en términos de modelos físico-matemáticos.
  
- ◇ Habilidad para aplicar los principios básicos de termodinámica clásica en el análisis de procesos y ciclos que involucran sustancias simples y puras.
  
- ◇ Capacidad de generalizar efectivamente los axiomas básicos de los análisis de la termodinámica clásica con enfoque macroscópico y extrapolar estos conceptos a diversos sistemas y sustancias.

---

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería Mecánica. UIS. Plan curricular. Trabajo realizado con miras a obtener la acreditación del programa de Ingeniería Mecánica.

Como se puede apreciar, el objetivo de la asignatura es bastante amplio y ambicioso pues se espera que el estudiante vaya más allá de lo tratado durante el curso; desafortunadamente el tiempo de duración del curso y su intensidad horaria obligan a introducir muchos conceptos nuevos cada semana, por lo que se requiere un fuerte trabajo fuera del aula por parte de los estudiantes para cimentar correctamente toda la base teórica. Por estas razones, en la tabla de contenidos se ha propuesto que el estudiante desarrolle de forma autodidacta los tópicos no abordados en clase; estos tópicos se evalúan en las pruebas parciales junto con los tratados.

Debido a que la asignatura constituye la aproximación en el nivel introductorio, lo primero que se debe estudiar es el vocabulario utilizado en la ciencia conocida como termodinámica; por esto las primeras clases de un curso de Termodinámica 1 se dedican a definir las variables, que en termodinámica se conocen como propiedades, involucradas en los fenómenos o procesos que se pretende describir. El orden del curso prosigue con una descripción de la realidad física que se quiere estudiar; en termodinámica el objeto de estudio son los sistemas termodinámicos o simplemente sistemas. Se continúa con su clasificación que define el rumbo de la asignatura, pues se definen dos clases de sistemas; abiertos y cerrados; es tan importante esta división, que en algunos textos estudian cada una de las leyes o principios termodinámicos por separado, en sus aplicaciones a cada tipo de sistema.

A continuación de esta aproximación general y de la exposición de las definiciones, se prosigue con la aplicación de todos estos conceptos a la sustancia pura y sus propiedades; este tema del curso es de suma

importancia ya que los sistemas que se estudian sólo pueden ubicarse en una de las siguientes dos opciones: o están constituidos por una sustancia pura o bien, su comportamiento se puede modelar como una sustancia pura dentro del rango de estudio. Dicho de otro modo, en Termodinámica 1 no se estudian las mezclas de sustancias, ni las reacciones químicas, ni mucho menos las reacciones nucleares. Aprovechando la noción de sustancia pura, se introducen en el curso las primeras tablas de propiedades termodinámicas, instrumentos de suma importancia en esta rama de la ciencia pues recopilan de manera sistemática cientos de datos obtenidos de la experimentación. De todas las ramas de la ciencia, es la termodinámica la única cimentada por completo en la experiencia; en este sentido se trata de una ciencia netamente empírica; sus leyes son el resultado de cientos de observaciones y experimentos que confirman que siempre se cumplen. En el momento de que se demuestre lo contrario, la termodinámica está dispuesta a replantear la validez y restricciones de sus leyes, pero hasta el momento actual no se ha demostrado, por ejemplo, que la energía no se conserve, ni que la entropía de los universos termodinámicos disminuya, ni que los sistemas por naturaleza no tiendan al equilibrio. Por otra parte, existen otras ramas de la ciencia como la termodinámica y mecánica estadística que llegan a los mismos argumentos de la termodinámica clásica, desde el punto de vista de las probabilidades. Efectivamente, la naturaleza siempre escoge las opciones más fáciles y las rutas y situaciones más probables.

En el módulo destinado a la sustancia pura y sus propiedades, se estudian, además de las definiciones, las fases en las que se pueden presentar estas sustancias en la naturaleza. Al tiempo que se introduce el concepto de fases es necesario introducir el de proceso de cambio de

fase; para los ingenieros, y en especial para los mecánicos, el proceso de cambio de fase es de gran importancia debido a sus aplicaciones en los denominados ciclos termodinámicos, debido a que estos ciclos son los que se utilizan ampliamente en las aplicaciones relacionadas con generación de potencia, refrigeración, acondicionamiento de aire, etc. En este módulo se estudia una sustancia ideal ampliamente acogida como modelo, llamada el gas ideal, y se estudian otros modelos utilizados en la termodinámica de los gases; se estudian también los procesos de expansión y compresión politrópicos de gases ideales. En este contexto surge la pregunta: ¿por qué estudiar una sustancia que no existe y sus procesos de expansión y compresión? La respuesta se obtiene de la naturaleza que permite modelar con exactitud razonable los gases reales (como el aire, el oxígeno, el nitrógeno, el metano, el dióxido de carbono, el vapor de agua y muchos otros) y sus procesos, echando mano de un modelo físico-matemático sencillo en el rango de las presiones bajas; además el gas ideal es la sustancia simple por excelencia; se entiende por sustancia simple aquella que se encuentra en una sola fase. Se propone también el uso de otros modelos más complejos de gases como la carta de compresibilidad, que se fundamenta en la correlación de los estados correspondientes y la validez de ecuaciones de estado tales como la de Van der Waals<sup>3</sup>, Benedict-Webb-Rubin, virial<sup>4</sup>, etc, obtenidas a partir de verificaciones

---

<sup>3</sup> Johannes Diderik van der Waals. Físico holandés que ganó el premio Nóbel de Física en 1910 por su trabajo con las ecuaciones de estado de líquidos y gases, fue el primero en tener en cuenta la influencia del tamaño de las moléculas y las fuerzas intermoleculares o de van der Waals en su honor en el volumen de los gases y líquidos.

<sup>4</sup> Para mayor información acerca de las ecuaciones de estado consultar cualquier texto de cinética de gases. El autor recomienda el siguiente texto para ampliar el tema de ecuaciones de estado desde el interés de ingeniería: *Advance Thermodynamics for Engineers. Desmond E. Winterbone. Editorial Arnold. 1997*

experimentales, las cuales se proponen como tema de auto estudio, por parte de los alumnos.

Una vez que se completa el estudio de la sustancia pura, y sus procesos de cambio de fase, la definición de una propiedad nueva como lo es la calidad de la mezcla, y los gases ideales, se propone realizar una evaluación parcial y general de lo aprendido hasta el momento. Los exámenes de termodinámica son en verdad acumulativos; no es conveniente para el estudiante que avance sin haber alcanzado la comprensión de los temas previos. Se prosigue entonces con el estudio de los fenómenos trabajo y calor, aquí es necesario proponer nuevas definiciones a medida que se prosigue el estudio; el trabajo y el calor son nociones íntimamente relacionadas con la primera ley de la termodinámica. Por regla general, en termodinámica se estudia primero la aplicación de las leyes a los sistemas cerrados y posteriormente se aborda su estudio en los abiertos; como caso general y se comprueba que se cumplen para el caso particular de los sistemas cerrados. Es conveniente que los estudiantes de termodinámica no se limiten únicamente a repasar lo expuesto en clase por el profesor, sino que es indispensable efectuar lecturas complementarias y verificaciones de validez de los principios, por iniciativa propia del alumno; un aspecto muy importante que debe tenerse muy en cuenta es el desarrollo histórico que ha tenido la termodinámica, una ciencia relativamente joven de la que hoy se puede decir, en términos generales, que estudia las transformaciones de la energía. Los primeros estudiosos no conocían el concepto de energía como tal, y mucho menos las leyes de la termodinámica; sin embargo lograron explicar algunos de los fenómenos que se presentan en la naturaleza mediante teorías que hoy en día ni siquiera se mencionan, o a las que se asume como etapas del

desarrollo del arte, y se enuncian como referentes históricos en los salones de clase; aspectos tales como la teoría del calórico que abordó el estudio del calor como un fluido invisible que fluía de los cuerpos calientes hasta los fríos, teoría que, por cierto, fallaba al tratar de explicar cómo el trabajo realizado por la fuerza de fricción es capaz de calentar los cuerpos; esta teoría falló porque, de los cuerpos cuyas superficies están en contacto, al someterlas a fricción se calientan sin que se les transfiriera calor. Ahora bien, con la primera ley de la termodinámica con base en los experimentos de Joule<sup>5</sup> y los enunciados de Kelvin<sup>6</sup> que demuestran la equivalencia entre antes dos conceptos separados: el trabajo y el calor, se puede afirmar que los cuerpos se calientan debido a la acumulación de la energía interna. Sin embargo es importante resaltar que Carnot<sup>7</sup>, utilizando la teoría del calórico disponible en su época, sentó las bases de lo que hoy se conoce como la segunda ley de la termodinámica, cuya comprensión se facilita con la definición de entropía, que Carnot desconocía.

---

<sup>5</sup> James Prescott Joule, demostró experimentalmente la equivalencia entre trabajo y calor. Trabajó junto con William Thomson (Lord Kelvin) en el estudio de los gases descubriendo el efecto Joule – Thomson. El experimento de Joule consistió en medir el incremento de temperatura de una cantidad de agua en un recipiente aislado (adiabático) provocado por el trabajo de las aspas de un agitador movido por un polipasto conectado a un par de pesas que descienden. El cambio en energía potencial de las pesas por la pérdida de altura es igual a la energía interna absorbida por el agua con su incremento de temperatura. Por ese entonces ya se sabía que la capacidad calorífica o calor específico del agua es  $1 \text{ cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$  por definición, entonces la energía potencial perdida por la pesas debía ser igual a la energía térmica ganada por el agua al calentarse. Se demostró entonces que  $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$ . Tomado de Cengel. Yunus. Thermodynamics, an engineering approach.

<sup>6</sup> La primera ley de la termodinámica se formuló después de que se había enunciado la segunda ley. Además de Kelvin participaron otros reconocidos científicos de la época

<sup>7</sup> Nicolás Léonard Sadi Carnot, publica en 1824 *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*, descubre que la eficiencia de una máquina térmica depende de las temperaturas de transferencia de calor a los reservorios de alta y baja. Como ingeniero siempre estuvo interesado por el funcionamiento de las máquinas de vapor. Su trabajo fue fundamental para que Kelvin en Inglaterra y Rudolf Clausius en Alemania plantearan al mundo los enunciados de la segunda ley de la termodinámica.

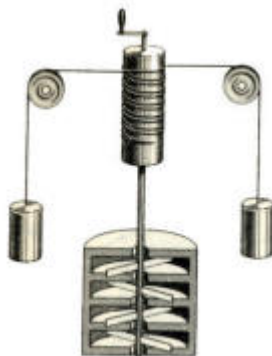


Figura 2. Aparato utilizado por Joule

Para desarrollar las ecuaciones que se utilizan en la resolución de problemas y análisis que involucran el conocimiento de la primera ley junto con las nociones de sistemas abiertos o volúmenes de control, la termodinámica comparte definiciones y procedimientos con la mecánica de fluidos, específicamente en la aplicación del teorema de Reynolds<sup>8</sup> a la primera ley deducida para los sistemas cerrados; esto sucede así porque los primeros experimentos de Joule para demostrarla se realizaron con sistemas de esta clase. También se plantea la utilidad de la propiedad entalpía para facilitar los cálculos de los volúmenes de control, pero esta propiedad es tan versátil que es además útil al describir los procesos a presión constante de sistemas cerrados.

---

<sup>8</sup> Osborne Reynolds. Estudió la hidrodinámica y la mecánica de fluidos. Enunció el teorema del transporte que lleva su nombre, relaciona el cambio en una extensiva de un volumen de control con las tasas de flujo y almacenamiento de esa propiedad. Se puede entonces a partir de una ley física para un sistema cerrado extenderla a un volumen de control. Publicó sus estudios en un artículo titulado *Philosophical Transactions* en la Royal Society en 1883. Estudió además los diferentes regímenes de flujo experimentalmente y los llamó laminar y turbulento. Para mayor información ver *Introduction to Fluid Mechanics*. Y. Nakayama. Editorial Butterworth Heinemann. 2000

Una vez que se tiene claridad sobre estas nociones, se definen los calores específicos, que son muy útiles a la hora de calcular las propiedades energía interna y entalpía, cuando no se dispone de tablas, o cuando se desea realizar cálculos de aproximación para evitar el uso de tablas. Cuando un estudiante alcanza la comprensión de los conceptos teóricos y empíricos vistos hasta el momento, se verifica la amplia aplicabilidad que tienen en ejercicio práctico de la ingeniería y más aún en los asuntos que normalmente involucran al ingeniero mecánico; una vez apropiados estos conceptos y verificada la habilidad de los procedimientos, el estudiante está en capacidad de realizar análisis energéticos en los diferentes tipos de máquinas y dispositivos de uso corriente en los procesos industriales, tales como bombas, turbinas, compresores, toberas, difusores, calderas, intercambiadores de calor, válvulas, etc.

Antes de proseguir con el estudio de la segunda ley de la termodinámica se debe asegurar la total comprensión de la primera; el estudiante debe estar en la capacidad de identificar y resolver la variedad de problemas relacionados sistemas cerrados, volúmenes de control, y con las nociones de flujo permanente, estacionario o estable y el flujo no permanente o transitorio. El estudio de la segunda ley se aborda de manera similar a como se llegó a su descubrimiento, cuando Sadi Carnot trabajaba con las máquinas térmicas y su capacidad de transformar 'el fuego' (calor) en 'movimiento' (trabajo); posteriormente se enuncia la segunda ley en términos de los postulados de Clausius,

Kelvin y Planck<sup>9</sup> y se confirma la termodinámica como ciencia experimental, como una rama de la física; el estudiante empieza a estudiar la segunda ley con las máquinas térmicas para posteriormente revisar los enunciados para la segunda ley y sus implicaciones. De esta manera obtiene nuevos enfoques para el análisis de los fenómenos de la naturaleza, y se revela la tendencia de los sistemas hacia el equilibrio, condición en la que dichos sistemas no están en capacidad de transferir energía, a la manera de sistemas hipotéticamente muertos; se verifica, en consecuencia, que es el desequilibrio entre dos sistemas lo que permite sacar provecho y trabajo de ellos y de sus interacciones. Históricamente, así como la primera ley, la segunda también fue objeto de rechazo para su aceptación en la comunidad científica; incluso algunos pensadores políticos la negaron porque se oponían a sus ideas y filosofías, de manera similar a lo ocurrido en el medioevo con las ideas de Copérnico y Galileo; pero inevitablemente los postulados de la termodinámica fueron imponiéndose y reciben amplia aceptación.

En este orden de ideas se aborda a continuación la desigualdad de Clausius que conduce a la definición de la entropía. Así como en la primera ley se adopta la energía como el concepto esencial de su fundamentación, en el planteamiento de la segunda se presenta la necesidad de definir una nueva propiedad denominada entropía. Para la mayoría de los estudiantes es su primer encuentro con este término que a diferencia de lo que sucede con la energía, su uso dentro del vocabulario común diferente del especializado de la termodinámica es infrecuente y hasta exótico, cuando no desconocido, aunque en los

---

<sup>9</sup> Los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck son los más conocidos de la segunda ley y los que se estudian en el curso de Termodinámica 1. Los dos enunciados son equivalentes, esta demostración se encuentra en los libros de texto como Cengel op. Cit.

últimos tiempos se ha echado mano de él en el léxico de la teoría de la información e inclusive en las teorías del aprendizaje. Junto con esta propiedad se estudian los diagramas de Mollier<sup>10</sup> o h-s y el diagrama entrópico o T-s; la importancia de estos diagramas, que son instrumentos que ayudan a la comprensión de los fenómenos y en el ejercicio de las aplicaciones de ingeniería, radica en la facilidad de representar en ellos los procesos termodinámicos y en el cálculo del trabajo y transferencia de calor, aunque esto no es muy común en la actualidad, puesto que los ingenieros cuentan con programas computarizados –que incluyen soluciones gráficas- para el proceso de cálculo de las propiedades de las sustancias, con lo cual se ahorra tiempo y se mejora la precisión de los cálculos y análisis, pero es indispensable que se realice el ejercicio académico de entender los diagramas y sus aplicaciones y utilidad en la solución de problemas, antes de ir al software. Se deben adquirir también las competencias para el cálculo de la entropía de las sustancias puras y de los gases que se estudiaron en los capítulos anteriores. Igualmente se desarrollan conceptos e instrumentos de análisis para evaluar el desempeño de máquinas, tales como el de eficiencia o coeficiente de funcionamiento. Otro tópico importante que surge con la aparición de la entropía es la relación Tds que es una formulación funcional matemática entre las propiedades termodinámicas involucradas, de gran utilidad cuando se definen otras propiedades que necesariamente deben expresarse en función de aquellas que son directamente medibles, como la presión, el volumen y la temperatura; por ejemplo no existen –por llamarlos de alguna manera- un *entalpímetro* o un *entropímetro*, pero esto no

---

<sup>10</sup> Richard Mollier publicó el primer diagrama h-s en 1904, fue pionero en la representación gráfica de las propiedades termodinámicas y utilizó estas gráficas en la enseñanza de la termodinámica, así como se viene haciendo desde entonces.

imposibilita a los ingenieros para conocer y calcular con extraordinaria precisión estos valores y esto se consigue gracias al cálculo multivariable.

A partir de la segunda ley y de su concepto asociado, la entropía, se adquiere conciencia de la dificultad para conseguir el objetivo de la termodinámica (analizar el fenómeno de la conversión del calor en trabajo) y es aquí donde los ingenieros y la ciencia trabajan para poder convertir directamente las formas de energía potencial, como la química, en trabajo útil sin necesidad de utilizar la transferencia de calor y ser necesaria por lo tanto una máquina térmica. Es conveniente proponer como temas de lectura las celdas de combustible, los generadores magnetoelectrohidrodinámicos, celdas fotovoltaicas, generadores termiónicos y termoeléctricos o cualquier otro principio y dispositivo que involucre nuevos desarrollos relacionados con la conversión eficiente de la energía. Es conveniente, ya para finalizar el curso de termodinámica propuesto, que se incluyan los conceptos de disponibilidad e irreversibilidad, trabajo disponible, exergía; la necesidad de estos conceptos en termodinámica estriba en que permiten determinar cuanta de una determinada cantidad de energía puede ser convertida en trabajo y con qué eficiencia se realiza ese proceso de transformación, con el fin de buscar la reducción de la irreversibilidad y por lo tanto de costos cuando la labor del ingeniero se desarrolla en el campo de la producción industrial.

En el estudio de disponibilidad así como de la energía y la entropía se realiza en primera instancia en relación con el sistema cerrado; una vez comprendido su significado en este sistema se extiende y generaliza al volumen de control.

Teniendo en cuenta el conjunto de temas mencionados se procede a cuestionar sobre que temas puede englobar el listado anterior y tendiente a generar una macroestructura que permita la conexión de temas básicos y desglosarlos en temas generales hasta llegar a temas que no se puedan desagregar<sup>11</sup>. El objetivo de dicha macroestructura es observar la desagregación de los temas y su interacción la cual vendrá limitada de acuerdo a las siguientes convenciones:

❖ **Dependencia.**

❖ **Preconcepto.**

❖ **Transversalidad.**

❖ **Causa/consecuencia.**

❖ **Paralela.**

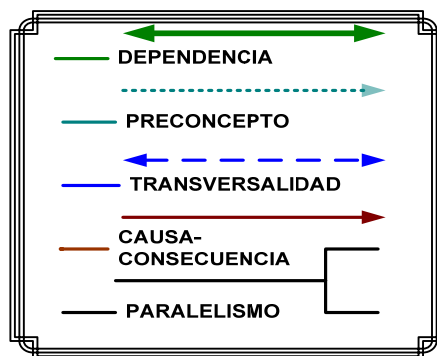


Figura 3. Convenciones del diagrama secuencial

---

<sup>11</sup> VERGEL, Dania; RAMIREZ, Doris; ESTRADA, Lilia. Propuesta metodológica para el diseño e implementación de diseños curriculares bajo la visión de competencias para asignaturas de programas de formación profesional. UIS. 2005

La desagregación se hace a partir de lo general a lo particular, se representa en el diagrama a través de bifurcaciones de un contenido hacia otro u otros con las conectividades anteriores, debe ser coherente con los saberes antes planteados.

**Secuencialidad:** Describe el desarrollo temporal de los temas de la asignatura en sentido vertical, se quiere decir que se debe tener un orden lógico en la desagregación de los temas.

Las relaciones entre los temas de las asignaturas son:

- ◇ **Dependencia:** permite que dos temas se contextualicen en el proceso de aprendizaje de la asignatura.
  
- ◇ **Preconcepto:** evidencia de que existe información necesaria aunque no suficiente para abordar el tema y que, por lo tanto, se requiere información adicional que permita el proceso de enseñanza-aprendizaje.
  
- ◇ **Transversalidad:** equivale a decir que se requiere para abordar múltiples temas en diferentes espacios de tiempo y contexto para llevar a cabo exitosamente el proceso de aprendizaje (se desea para evitar la redundancia de temas dentro de la asignatura).

- ◇ **Causa-consecuencia:** evidencia de que existe información necesaria y suficiente entre el tema origen y el tema de destino involucrados en el proceso de aprendizaje.
  
- ◇ **Paralela:** los temas que se desagregan del tema origen poseen el mismo grado de importancia y por tanto pueden ser abordados en cualquier orden en el proceso de aprendizaje.

Con base en el procedimiento anterior: análisis, definición de los temas principales y conectividad, se obtiene como producto el diagrama secuencial de contenidos “el cual es la forma como se estructura la materia, se asocian sus temáticas para el proceso de aprendizaje de la asignatura”<sup>12</sup>.

El diagrama secuencial de contenidos tiene como objetivos:

- ◇ Representar gráficamente el entorno conceptual de la asignatura.
- ◇ Mostrar las temáticas generales identificadas y seleccionadas para la asignatura.
- ◇ Mostrar las relaciones entre los contenidos: dependencia, transversalidad, causa/consecuencia, paralelo, preconcepto.

Para el caso de la asignatura Termodinámica 1 se puede decir que la transversalidad se presenta en todos los contenidos, porque todos

---

<sup>12</sup> VERGEL, Dania y otros. Op. cit

están interconectados unos con otros; por ejemplo el contenido de unidades, aunque se desarrolla como tema al comienzo del curso, durante el desarrollo del mismo se van introduciendo nuevas unidades para cuantificar los conceptos que surgen secuencialmente, tales como energía, calor, trabajo, potencia, entalpía, entropía, disponibilidad, irreversibilidad, etc. Por esta razón no se ha representado ninguna relación de transversalidad en el diagrama de contenidos secuenciales mostrado en la figura 4.

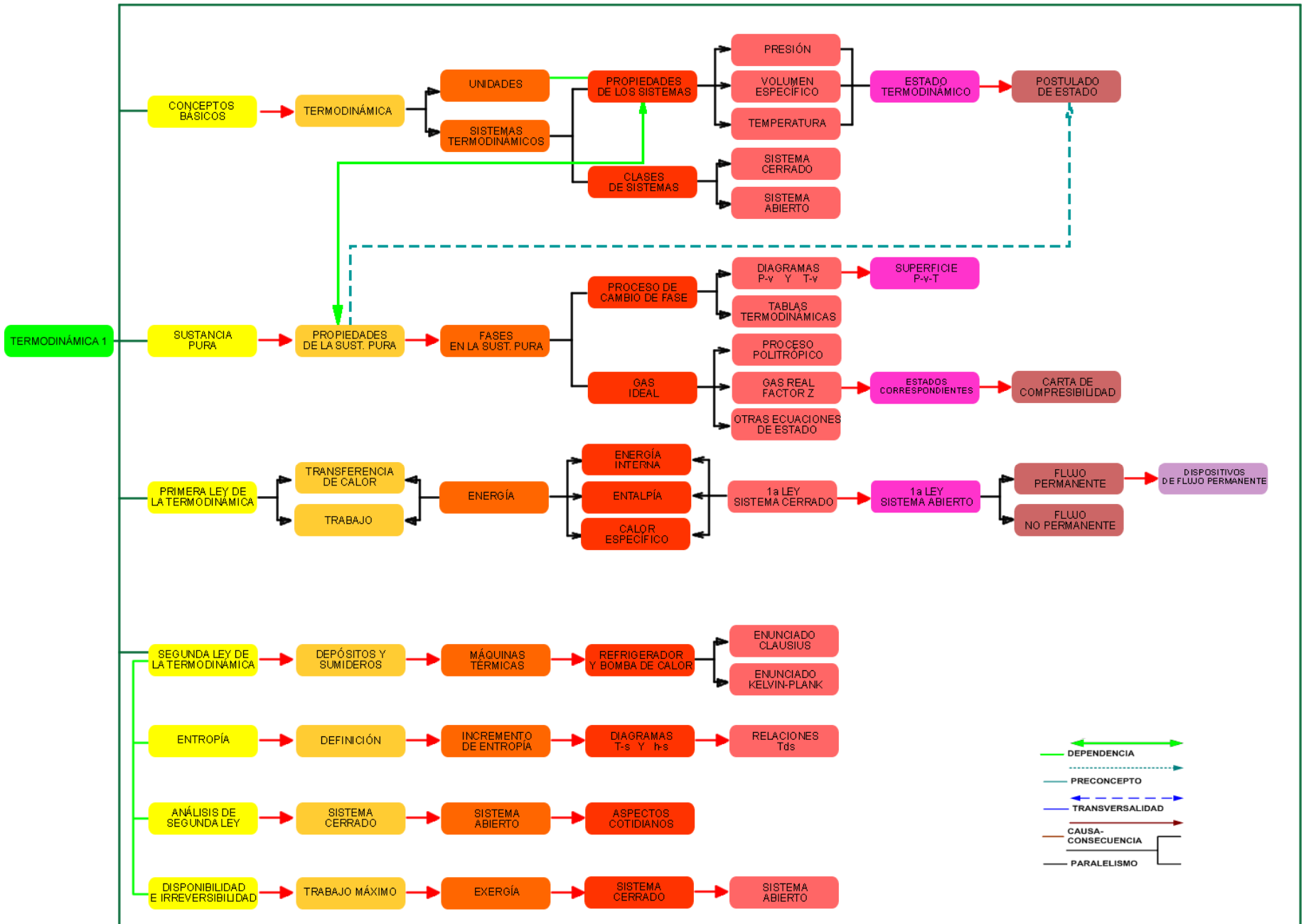


Figura 4. Diagrama secuencial de contenidos Termodinámica 1

### 1.3 PLANTEAMIENTO DE LOS SABERES

Para desarrollar la propuesta metodológica se debe realizar la desagregación de los contenidos generales presentes en el diagrama secuencial de saberes: saber, saber hacer y saber ser que, a su vez, corresponden a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

El *saber ser*, que concierne a las actitudes y valores de comportamiento del estudiante en su proceso de enseñanza – aprendizaje, no se abordará en el diseño instruccional puesto que para valorar este ítem no se dispone de los elementos necesarios para llevarlo a cabo.

A continuación se presenta gráficamente la relación entre el saber, el hacer y el ser; esto quiere decir que tanto un ítem como otro se relacionan estrechamente.

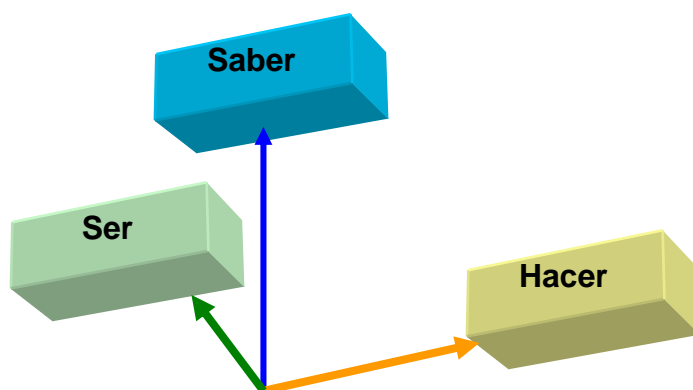


Figura 5. Visión tridimensional de la relación Saber, Hacer y Ser.

El ser se pretende normalizar mediante recursos humanos que faciliten el desarrollo personal del individuo, por lo tanto se trabajará el saber y el hacer simultáneamente, y esto enmarcado en una sola visión para que cada individuo perciba la funcionalidad en una misma forma.

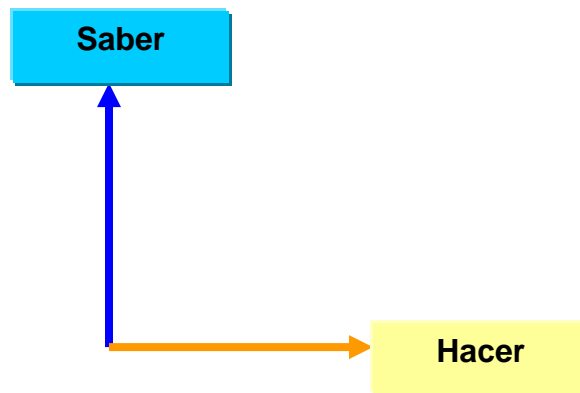


Figura 6. Enfoque de la metodología

Mediante la realización de los saberes se busca clasificarlos en *saber* y *saber hacer*, construir una propuesta del saber teniendo en cuenta las actitudes que apoyen el proceso de enseñanza – aprendizaje adoptado en la asignatura Termodinámica 1, e identificar las competencias individuales que se deben desarrollar en la asignatura.

Como resultado de la desagregación de los saberes se obtiene la tabla de saberes; las principales características de este producto son: mostrar en forma ordenada la clasificación de los saberes, en la que cada saber se describe mediante acciones específicas del proceso de enseñanza – aprendizaje que se desarrollará en el estudiante (lo cual sirve de guía para el docente en cuanto a las directrices de los resultados que deben asumirse por parte de los aprendices). Los saberes se relacionan verticalmente de forma secuencial, y en algunos

casos de manera jerárquica, manteniendo siempre la relación causa-consecuencia de forma horizontal.

Los saberes son acciones puntuales de aprendizaje que se espera desarrollar en el estudiante; el *saber* se refiere a hechos, teorías y principios del conocimiento; el *saber hacer* relaciona los procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que necesariamente se deben desarrollar en los estudiantes.

La estructura gramatical de los contenidos tiene la siguiente disposición:

Verbo + Objeto + Condición

En la enunciación de los saberes siempre se debe tener en mente la misión y la visión específicas de los programas de Ingeniería de la Universidad Industrial de Santander.

Para cada uno de los contenidos generales del diagrama secuencial, se establecen el saber y el saber hacer; y para la confección de la tabla de saberes existe una gran variedad de verbos en la taxonomía de Bloom<sup>13</sup> con el propósito de poder enunciar correctamente los saberes.

A continuación se presentan las tablas de saberes de la asignatura Termodinámica 1.

---

<sup>13</sup> BLOOM, Benjamín. Taxonomía de los verbos de la Educación: Clasificación de las Metas Emocionales. Manuales I y II. 7 Ed. Buenos Aires: El Ateneo, 1979

Tabla 1. Saberes conceptos fundamentales

| <b>TERMODINÁMICA 1</b>                                                                                       | <b>TABLA DE SABERES</b>                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | <b>CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b>                                                                                                  |
| <b>SABER</b>                                                                                                 | <b>HACER</b>                                                                                                                    |
| Identificar el concepto de termodinámica y sus campos de <u>aplicación en la ingeniería</u>                  | Utilizar el concepto de termodinámica y su objetivo durante el desarrollo del curso                                             |
| Identificar las magnitudes utilizadas en la termodinámica clásica                                            | Manejar adecuadamente las unidades en la solución de problemas y en el lenguaje de <u>ingeniería</u>                            |
| Distinguir entre las diferentes clases de <u>sistemas termodinámicos</u>                                     | Señalar qué clase de sistema se estudia <u>dentro una frontera</u>                                                              |
| Analizar las clases de propiedades que <u>posee un sistema termodinámico</u>                                 | Relacionar las propiedades extensivas y las <u>intensivas</u>                                                                   |
| Comprender el significado del estado termodinámico y su importancia en el <u>estudio de los sistemas</u>     | Percibir la importancia del estado termodinámico para describir el comportamiento de los sistemas.                              |
| Describir los conceptos de procesos y ciclos termodinámicos                                                  | Estudiar los procesos y ciclos termodinámicos                                                                                   |
| Mencionar el postulado de estado para una sustancia simple compresible                                       | Valerse del postulado de estado para encontrar las propiedades desconocidas de un <u>sistema</u> .                              |
| Definir temperatura                                                                                          | Descubrir los métodos de medición de temperatura y su importancia como propiedad de los sistemas cotidianos.                    |
| Precisar el concepto de presión y de las referencias utilizadas en su medición                               | Mencionar las referencias de medición de presión.                                                                               |
| Reconocer la diferencia entre presión manométrica y absoluta                                                 | Evidenciar mediante la resolución de problemas que se tiene claro el concepto de <u>presión y sus referencias</u>               |
| Observar la diferencia entre temperatura absoluta y relativa en las <u>diferentes escalas de temperatura</u> | Convertir temperaturas de una escala a otra. Distinguir en qué casos se debe utilizar una <u>escala de temperatura absoluta</u> |
| Explicar la ley cero de la termodinámica                                                                     | Justificar la importancia de la ley cero en la medición de la temperatura.                                                      |

Tabla 2. Saberes sustancia pura y sus propiedades

| <b>TERMODINÁMICA 1</b>                                                                                             | <b>TABLA DE SABERES</b>                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                    | <b>SUSTANCIA PURA</b>                                                                                                                                                |
| <b>SABER</b>                                                                                                       | <b>HACER</b>                                                                                                                                                         |
| Mencionar el significado de sustancia pura y de sustancia simple compresible                                       | Identificar cuáles sustancias son simples y cuales puras entre varias propuestas                                                                                     |
| Explicar el concepto de fase de una sustancia pura                                                                 | Razonar acerca de las fases en las que se presentan las sustancias                                                                                                   |
| Conocer los procesos de cambio de estado                                                                           | Advertir los procesos de cambio de estado que suceden en el entorno cotidiano                                                                                        |
| Describir los procesos de cambio de estado apoyado en los diagramas termodinámicos                                 | Emplear los diagramas termodinámicos para explicar lo que sucede en los proceso termodinámicos                                                                       |
| Generalizar el concepto de diagrama termodinámico a la superficie PVT                                              | Simular la construcción de los diagramas termodinámicos Pv y Tv a partir de la superficie PvT y viceversa                                                            |
| Describir las tablas termodinámicas                                                                                | Utilizar las tablas termodinámicas para encontrar las propiedades de las sustancias                                                                                  |
| Razonar la relación entre las tablas y los diagramas                                                               | Manejar las tablas y los diagramas para ubicar diferentes estados y procesos termodinámicos                                                                          |
| Describir el gas ideal y su ecuación de estado. Deducir la ecuación de estado de las relaciones de Boyle y Charles | Aplicar el concepto de gas ideal para modelar gases a bajas presiones                                                                                                |
| Analizar el proceso politrópico de expansión y de compresión de un gas ideal                                       | Observar el comportamiento del gas ideal en un proceso de expansión o compresión.                                                                                    |
| Generalizar el concepto de gas ideal y ecuación de estado a los gases reales.                                      | Utilizar el factor de compresibilidad Z para calcular las propiedades de un gas real                                                                                 |
| Conocer las carta generalizada de compresibilidad                                                                  | Comprobar la efectividad de los diferentes modelos de los gases mediante el uso del principio de los estados correspondientes, de gas ideal y tablas termodinámicas. |
| Presentar otras ecuaciones de estado para modelar sustancias                                                       | Adquirir destreza en la utilización de ecuaciones de estado en sustancias cuando no se dispone de tablas.                                                            |

Tabla 3 Saberes primera ley de la termodinámica

| TERMODINÁMICA 1                                                                                                                                   | TABLA DE SABERES                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   | PRIMERA LEY                                                                                                                                                                         |
| SABER                                                                                                                                             | HACER                                                                                                                                                                               |
| Describir el significado de Transferencia de calor y trabajo                                                                                      | Reconocer la diferencia entre calor, trabajo y energía                                                                                                                              |
| Explicar la primera ley de la termodinámica                                                                                                       | Elaborar balances energéticos de los sistemas termodinámicos                                                                                                                        |
| Citar las tres formas de transferencia de calor                                                                                                   | Expresar qué forma de transferencia es la predominante en cierta transferencia de calor.                                                                                            |
| Mencionar las diferentes formas de trabajo                                                                                                        | Determinar las clases de trabajo presentes en un sistema termodinámico                                                                                                              |
| Comprender el significado de la primera ley de la termodinámica                                                                                   | Analizar el enunciado del primera ley de la termodinámica. Estudiar la aplicación de la primera ley de la termodinámica en la resolución de problemas con transferencia de energía. |
| Entender el significado de la energía interna y su importancia en la primera ley                                                                  | Observar cuidadosamente la forma en que se define la propiedad energía interna dentro de las ecuaciones de primera ley de sistemas cerrados                                         |
| Explicar el concepto de calor específico                                                                                                          | Calcular la energía interna y la entalpía de sustancias a partir del conocimiento de sus calores específicos                                                                        |
| Entender el significado de la entalpía y su importancia en la primera ley de sistemas abiertos                                                    | Observar cuidadosamente la forma en que se define la propiedad entalpía específica dentro de las ecuaciones de primera ley de sistemas abiertos                                     |
| Distinguir las características de los calores específicos para las diferentes fases                                                               | Analizar la diferencia de los calores específicos de los sólidos y los líquidos y los gases                                                                                         |
| Explicar la forma de calculo de los calores específicos de los gases ideales                                                                      | Calcular los calores específicos de los gases ideales y utilizar estos cálculos para resolver problemas de intercambio de energía de gases ideales.                                 |
| Deducir la ecuación de la primera ley para el sistema abierto a partir de la ecuación del sistema cerrado mediante el uso del Teorema de Reynolds | Explicar el significado de cada uno de los términos de la ecuación de la primera ley para los sistemas abiertos.                                                                    |
| Representar los dispositivos ingeniería como sistemas de flujo permanente                                                                         | Emplear los modelos de los dispositivos de flujo permanente en la resolución de problemas de mayor complejidad como plantas térmicas.                                               |
| Explicar el proceso de flujo no permanente                                                                                                        | Calcular el estado de un sistema luego de que ha sufrido un proceso de flujo no permanente                                                                                          |
| Establecer dadas las características de un proceso de flujo qué clase de flujo es y qué ecuaciones utilizar                                       | Interpretar los diferentes procesos de flujo y analizar sus diferencias.                                                                                                            |
| Especificar en qué casos de aplicaciones de ingeniería se utiliza la primera ley de la termodinámica                                              | Encontrar sistemas en los que se puedan aplicar la primera ley de la termodinámica.                                                                                                 |

Tabla 4 Saberes Segunda ley de la termodinámica

| TERMODINÁMICA 1                                                                                                                                                                         | TABLA DE SABERES                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                         | SEGUNDA LEY                                                                                                                                                                                |
| SABER                                                                                                                                                                                   | HACER                                                                                                                                                                                      |
| Definir depósito y sumidero de energía                                                                                                                                                  | Identificar la aplicación práctica del concepto de depósito y sumidero, que se utiliza en la ingeniería de las máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor.                        |
| Razonar acerca del concepto de incremento de entropía del universo termodinámico                                                                                                        | Argumentar con base en el principio de incremento de entropía si es o no posible la realización de un proceso.                                                                             |
| Aclarar el significado de reservorios y sumideros de energía                                                                                                                            | Describir los depósitos o reservorios y sumideros de energía como una clase especial de sistemas cuyo cambio en las propiedades es mínimo.                                                 |
| Plantear el significado de máquina térmica, y su función dentro del objetivo de la termodinámica de transformar el calor en trabajo                                                     | Establecer la utilidad de las máquinas y motores térmicos para la humanidad, determinar las máquinas térmicas que se usan y su modelo termodinámico como máquinas y motores térmicos.      |
| Establecer el concepto de eficiencia de una máquina térmica como una relación entre dos clases de transferencia de energía.                                                             | Interpretar el concepto de eficiencia de una máquina térmica, analizar la eficiencia de las máquinas térmicas reales tomando conciencia de la dificultad de la conversión calor a trabajo. |
| Plantear el significado de refrigerador y bomba de calor como máquinas que buscan invertir el sentido natural de la transferencia de calor                                              | Establecer la utilidad de los refrigeradores y bombas de calor en la adaptación por parte del hombre de su entorno para su uso y comodidad.                                                |
| Establecer el concepto de coeficiente de operación de refrigeradores y bombas de calor como la razón de la transferencia de calor deseada con el trabajo que cuesta realizarla          | Interpretar el concepto de coeficiente de operación como medida de la eficiencia de un refrigerador o una bomba de calor.                                                                  |
| Mencionar los enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica                                                                                           | Expresar las consecuencias de la segunda ley de la termodinámica argumentando con base en los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck.                                                      |
| Comprender, analizar los enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica                                                                                | Demostrar la equivalencia entre los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck.                                                                                                                |
| Comprender la diferencia entre procesos reversible e irreversibles                                                                                                                      | Percibir el concepto de irreversibilidad, apreciar las fuentes de irreversibilidad en diferentes procesos.                                                                                 |
| Conocer el ciclo de Carnot                                                                                                                                                              | Observar el desarrollo del ciclo de Carnot en cada uno de los cuatro procesos que lo componen, estudiar cada proceso y las transferencias energéticas que se dan en cada uno de ellos.     |
| Exponer los dos principios de Carnot para las máquinas térmicas                                                                                                                         | Demostrar la validez de los principios de Carnot a la luz de la segunda ley de la termodinámica.                                                                                           |
| Exponer la máquina térmica de Carnot y su funcionamiento                                                                                                                                | Utilizando la máquina de Carnot definir la máxima eficiencia térmica de una máquina reversible que opera entre dos temperaturas.                                                           |
| Asociar la escala termodinámica de temperaturas a la segunda ley de la termodinámica por medio de la expresión de eficiencia de una máquina reversible operando entre dos temperaturas. | Realizar una comparación entre la escala termodinámica de temperaturas y las otras escalas. Deducir la necesidad de la escala termodinámica de temperatura.                                |

Tabla 5 Saberes Entropía

| <b>TERMODINÁMICA 1</b>                                                                                                                  | <b>TABLA DE SABERES</b>                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                         | <b>ENTROPÍA</b>                                                                                                                                                                                                              |
| <b>SABER</b>                                                                                                                            | <b>HACER</b>                                                                                                                                                                                                                 |
| Interpretar la desigualdad de Clausius, sus implicaciones y su validez desde el punto de vista de la segunda ley de la termodinámica    | Descubrir todas la implicaciones que trae la desigualdad de Clausius                                                                                                                                                         |
| Conocer la definición de la entropía como consecuencia de la desigualdad de Clausius                                                    | Ensayar con diferentes sistemas con transferencia de calor aplicandoles la desigualdad de Clausius y observando los cambios de entropía                                                                                      |
| Indicar las razones por las cuales puede cambiar la entropía de un sistema termodinámico                                                | Formar el concepto de entropía como una propiedad más del estado termodinámico.                                                                                                                                              |
| Interpretar la propiedad entropía con la ayuda de los diagramas termodinámicos de Mollier y entrópico.                                  | Presentar procesos termodinámicos con la ayuda de los diagramas termodinámicos, sacar información de las cantidades del proceso de estos diagramas.                                                                          |
| Deducir las relaciones Tds a partir de las leyes de la termodinámica                                                                    | Enunciar las relaciones Tds, relacionar estas ecuaciones con el cálculo de propiedades termodinámicas.                                                                                                                       |
| Ilustrar las formas de cálculo de la entropía de las sustancias puras a partir de las relaciones Tds                                    | Calcular la entropía para la sustancia pura                                                                                                                                                                                  |
| Explicar la forma de cálculo de la entropía para un gas ideal                                                                           | Calcular la entropía de un gas ideal                                                                                                                                                                                         |
| Entender la deducción de la ecuación del trabajo reversible de los dispositivos de flujo permanente como bombas, compresores y turbinas | Analizar y deducir la ecuación del trabajo reversible de los dispositivos en régimen estable. Relacionar con la ecuación de Bernoulli de la mecánica de fluidos                                                              |
| Plantear la eficiencia adiabática de dispositivos de flujo permanente como parámetro para evaluar su desempeño                          | Calcular la eficiencia adiabática de dispositivos de flujo estable, determinar con base en la eficiencia adiabática soluciones a problemas sencillos de ciclos con dispositivos de este tipo                                 |
| Asociar el cálculo de entropía de gases ideales con la presión y los volúmenes específicos relativos                                    | Realizar cálculos para la solución de problemas con el apoyo de las tablas de gases ideales                                                                                                                                  |
| Estudiar otros métodos para el cálculo de la entropía en gases ideales                                                                  | Utilizar las tablas de calores específicos, y calores específicos constantes para cálculos aproximados de la entropía y compararlos con otros métodos de cálculo como tablas de propiedades de sustancia pura y de gas ideal |

Tabla 6 Saberes Análisis de segunda ley

| <b>TERMODINÁMICA 1</b>                                                                                   | <b>TABLA DE SABERES</b>                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                          | <b>ANÁLISIS DE SEGUNDA LEY</b>                                                                                                                                                                         |
| <b>SABER</b>                                                                                             | <b>HACER</b>                                                                                                                                                                                           |
| Detallar los mecanismos de transferencia de la entropía en los sistemas termodinámicos                   | Relacionar los diferentes mecanismos de transferencia de entropía con las transferencias de energía, masa e irreversibilidades presentes en los sistemas y procesos.                                   |
| Establecer el principio de incremento de la entropía de los universos termodinámicos y sistemas aislados | Referir el principio del incremento de la entropía para poder solucionar los problemas relacionados con segunda ley y definir si es posible la realización de un determinado proceso                   |
| Definir las ecuaciones de los análisis de segunda ley para los sistemas cerrados y abiertos              | Encontrar las ecuaciones de los análisis de segunda ley para los sistemas cerrados y abiertos, análogamente a como se hizo con la primera ley y con base en el principio de incremento de la entropía. |
| Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas cerrados                                        | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas cerrados en procesos reversibles e irreversibles                                                                                                  |
| Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas abiertos de flujo permanente                    | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas abiertos en régimen de flujo estable en procesos reversibles e irreversibles                                                                      |
| Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas abiertos con flujo transitorio                  | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas abiertos en régimen de flujo transitorio en procesos reversibles e irreversibles                                                                  |

Tabla 7 Saberes Disponibilidad

| <b>TERMODINÁMICA 1</b>                                                                                                                      | <b>TABLA DE SABERES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                             | <b>DISPONIBILIDAD E IRREVERSIBILIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>SABER</b>                                                                                                                                | <b>HACER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Reconocer el concepto de trabajo máximo para un sistema que intercambia calor únicamente con la atmósfera                                   | Aplicar el concepto de trabajo máximo para sistemas que intercambian calor únicamente con la atmósfera. Estudiar el concepto de trabajo máximo con base en la segunda ley de la termodinámica                                                                                                                                                                                                    |
| Generalizar el concepto de trabajo máximo a sistemas que intercambian calor con reservorios a una temperatura constante y con la atmósfera. | Idear la forma de calcular el trabajo máximo para sistemas que intercambian calor con la atmósfera y un reservorio térmico                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inferir el concepto de exergía o disponibilidad a partir del concepto de trabajo máximo                                                     | Utilizar el concepto de exergía para hacer cálculos de trabajo máximo. Aplicar el concepto de exergía para determinar la energía disponible y no disponible de un sistema y su atmósfera circundante. Manejar la disponibilidad para el cálculo de la energía disponible y no disponible de una transferencia de calor                                                                           |
| Analizar el concepto de irreversibilidad asociada con los procesos reales.                                                                  | Observar la relación entre irreversibilidad y generación de entropía. Analizar la irreversibilidad generada e incluirla en los balances de energía disponible. Percibir las diferencias de estos balances de energía con los realizados cuando se estudió la primera ley                                                                                                                         |
| Generalizar los conceptos de balances de energía y entropía a balances de disponibilidad                                                    | Practicar las contabilidades de energía disponible y de disponibilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Relacionar las ecuaciones de balances de disponibilidad para sistemas cerrados y abiertos con los otros balances antes estudiados           | Demostrar las ecuaciones para los balances de disponibilidad para los sistemas cerrados y sistemas abiertos. Proyectar los análisis de disponibilidad como fuente de información para las mejoras de los procesos reconociendo los sitios y etapas en las que se genera mayor irreversibilidad. Reconocer las irreversibilidades que pueden ser reducidas en un sistema y proceso termodinámico. |

## 1.4 ESTABLECIMIENTO DE LA RELACIÓN PROPÓSITOS-CONTENIDOS

Después del análisis de los contenidos y el planteamiento de los saberes, conviene, en este punto, hacer un alto y verificar si lo propuesto hasta el momento cumple con el objetivo de la asignatura Termodinámica 1, retomando el objetivo que es el siguiente

Contribuir a la formación del estudiante con las siguientes competencias:

- ◇ Capacidad para identificar y formular problemas de ingeniería relacionados con la termodinámica y con las transformaciones energéticas en la perspectiva conceptual así como en términos de modelos físico-matemáticos.
- ◇ Habilidad para aplicar los principios básicos de termodinámica clásica en el análisis de procesos y ciclos que involucran sustancias, puras simples compresibles.
- ◇ Capacidad para generalizar efectivamente los axiomas básicos de los análisis de la termodinámica clásica, o macroscópica y extrapolar estos conceptos a sistemas y sustancias no necesariamente consideradas específicamente en el curso.

Lo que se quiere saber es si con los contenidos propuestos se puede alcanzar el objetivo. El primer objetivo busca que el estudiante adquiera la competencia de modelar el mundo real como un sistema

termodinámico y que entienda los diferentes tipos de interacciones y transformaciones que suceden dentro de un sistema, así como con sus alrededores. En el contexto de los contenidos propuestos puede verificarse que todos aquellos relacionados con los sistemas termodinámicos, propiedades, primera y segunda leyes, disponibilidad, entre otros, son necesarios y permiten alcanzar la comprensión requerida para obtener la competencia buscada.

El segundo de los objetivos está muy relacionado con los contenidos propuestos en la primera parte del curso, es decir, las definiciones básicas y conceptos fundamentales, y su aplicación al estudio de los sistemas termodinámicos y su clasificación, incluyendo, por supuesto, la sustancia pura y sus propiedades que es el eje fundamental del objeto de aprendizaje resultado de este proyecto sin embargo el enfoque de todos los contenidos de la asignatura Termodinámica 1 es hacia la sustancia pura y muchos de estos conceptos están aún más especializados hacia la sustancia pura simple compresible, es decir aquella que no presenta cambios de fase, pero como se menciona el tercer objetivo que estos conceptos sean tan especializados no quiere decir que no se puedan generalizar, de hecho son el fundamento para el posterior estudio en otras asignaturas de los cambios de fase, equilibrio químico, mezclas y otros conceptos más avanzados.

El tercero de los objetivos se refiere a los axiomas de la termodinámica clásica macroscópica; la palabra axioma hace referencia a los principios o leyes de la termodinámica. En el curso de Termodinámica 1 propuesto sólo se estudian tres de los cuatro principios de la termodinámica a saber: la Ley Cero o del equilibrio, la Primera Ley o de la conservación de la energía, la Segunda Ley o del incremento de la

entropía; y queda para abordar en el curso de Termodinámica 2 la Tercera Ley o de la entropía absoluta. Si bien es cierto que se estudian los tres primeros principios, sólo se hace énfasis en el primero y el segundo principios o leyes, de la Ley Cero sólo se da una noción del equilibrio térmico como fundamento de las mediciones de temperatura; no se profundiza ni se discute explícitamente este principio en el curso de Termodinámica 1. Pero, puesto que este es el principio fundamental de la termodinámica se aborda de nuevo en el curso de Termodinámica 2; es fundamental porque a partir de él es posible deducir los otros principios; entonces surge la siguiente pregunta, ¿si es el principio fundamental por qué no estudiarlo antes que los demás? La respuesta está en la complejidad y la madurez en el conocimiento termodinámico que se debe adquirir antes de poder iniciar su estudio pues verdaderamente es bastante amplio. Cuando se habla de equilibrio termodinámico no sólo se hace referencia al equilibrio térmico estudiado en Termodinámica 1; el equilibrio termodinámico incluye además el equilibrio de fases y el equilibrio químico, ambos gobernados por el potencial químico, un concepto que necesita de un estudio matemático más profundo en su definición. También existen el equilibrio mecánico, eléctrico, magnético, nuclear y cualquier otro equilibrio originado por las “fuerzas” o potenciales existentes en la naturaleza que puedan influir en el sistema en estudio. La Ley Cero de la termodinámica fue enunciada con posterioridad a la primera y la segunda leyes, razón por la cual recibe dicha denominación. Los estudiantes de ingeniería termodinámica abordan el estudio de esta ciencia de manera análoga a como se desarrolló su planteamiento en el transcurso de la historia, porque, al parecer, para el entendimiento humano es más fácil la comprensión de la termodinámica a partir de lo particular hacia lo general, ampliado poco a poco con base en las experiencias cotidianas

aplicadas a los sistemas que rodean a las personas. Además, es muy conveniente que al tiempo que estudia la termodinámica el estudiante compruebe que sus principios son válidos en su entorno, y que esté en capacidad de aislar sistemas de su contexto para estudiarlos. La termodinámica, en efecto, es aplicable a cualquier sistema, desde el ámbito subatómico hasta las galaxias y el Universo en su conjunto; esta ciencia no tiene limitaciones en su cobertura; es una ciencia general cuyos principios son sencillos y lógicos, a diferencia de otras disciplinas como la mecánica que requirió el desarrollo de la mecánica relativista para explicar los sistemas de alta velocidad, y la mecánica cuántica para explicar los fenómenos relacionados con las partículas.

Como se puede deducir, con los temas propuestos es posible conseguir que se cumpla el objetivo planteado; se recomienda que todos los estudiantes de ingeniería incluyan en el currículo de la carrera, por lo menos, el curso de Termodinámica 1. El curso de Termodinámica 2 es también de mucha importancia y se debería ofrecer como electiva profesional y, en todo caso, exigible para los estudiantes de ingeniería mecánica, ya que los contenidos de este curso, si bien profundizan aun más en los conceptos termodinámicos, desarrollan además, en un nivel muy simplificado pero a la vez suficiente e ilustrativo, las aplicaciones de la ingeniería termodinámica, orientadas hacia las aplicaciones prácticas que se encuentran frecuentemente en la industria; debe ser así para favorecer las características del ejercicio científico de la ingeniería en la práctica, más que en el laboratorio.

Una visión sistematizada de esta relación entre propósitos y contenidos es la que se presenta en las tablas a continuación; en ellas se deben incluir todos los saberes que se han definido con anterioridad e

integrarlos en esta relación pues ellos van a ser el sustento de los contenidos.

Tabla 8. Relación propósitos contenidos para el primer módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                                                                                                 | PROPOSITOS                                                                                                                                                                    | CONTENIDOS TEMÁTICOS                                 | SABER                                                                                                 | HACER                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reconocimiento de la importancia de la termodinámica a través de la adquisición de la terminología básica de la asignatura                                      | Identificar los conceptos básicos y las aplicaciones de la termodinámica en la ingeniería                                                                                     | Definiciones de termodinámica                        | Identificar el concepto de termodinámica y sus campos de aplicación en la ingeniería                  | Utilizar el concepto de termodinámica y su objetivo durante el desarrollo del curso                                      |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Enfoques de la termodinámica                         | Identificar las magnitudes utilizadas en la termodinámica clásica                                     | Manejar adecuadamente las unidades en la solución de problemas y en el lenguaje de ingeniería                            |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Unidades                                             | Distinguir entre las diferentes clases de sistemas termodinámicos                                     | Señalar qué clase de sistema se estudia dentro una frontera                                                              |
| Establecer la importancia del concepto de sistema termodinámico para el modelamiento de situaciones reales que luego se analizarán a la luz de la termodinámica | Esclarecer el concepto de sistema termodinámico, sus relaciones con sus alrededores y estado termodinámico. Utilizar las unidades adecuadas para cada propiedad termodinámica | Sistemas termodinámicos                              | Analizar las clases de propiedades que posee un sistema termodinámico                                 | Relacionar las propiedades extensivas y las intensivas                                                                   |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Propiedades de los sistemas, intensivas y extensivas | Comprender el significado del estado termodinámico y su importancia en el estudio de los sistemas     | Percibir la importancia del estado termodinámico para describir el comportamiento de los sistemas.                       |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Presión, Volúmen y Temperatura                       | Describir los conceptos de procesos y ciclos termodinámicos                                           | Estudiar los procesos y ciclos termodinámicos                                                                            |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Clases de Sistemas                                   | Mencionar el postulado de estado para una sustancia simple compresible                                | Valerse del postulado de estado para encontrar las propiedades desconocidas de un sistema.                               |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Estado termodinámico                                 | Definir temperatura                                                                                   | Descubrir los métodos de medición de temperatura y su importancia como propiedad de los sistemas cotidianos.             |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               | Postulado de estado                                  | Precisar el concepto de presión y de las referencias utilizadas en su medición                        | Mencionar las referencias de medición de presión.                                                                        |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               |                                                      | Reconocer la diferencia entre presión manométrica y absoluta                                          | Evidenciar mediante la resolución de problemas que se tiene claro el concepto de presión y sus referencias               |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               |                                                      | Observar la diferencia entre temperatura absoluta y relativa en las diferentes escalas de temperatura | Convertir temperaturas de una escala a otra. Distinguir en qué casos se debe utilizar una escala de temperatura absoluta |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                               |                                                      | Explicar la ley cero de la termodinámica                                                              | Justificar la importancia de la ley cero en la medición de la temperatura.                                               |

Tabla 9. Relación propósitos contenidos para el segundo módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                                                                          | PROPOSITOS                                                                                                                                                                                      | CONTENIDOS TEMÁTICOS                                                       | SABER                                                                                                              | HACER                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Razonar acerca de la sustancia pura, sus propiedades termodinámicas y su importancia para el modelamiento de los sistemas termodinámicos | Definir la sustancia pura y sus propiedades como variables para describir su estado termodinámico. Basado en el conocimiento de la sustancia pura extrapolar los conceptos a sustancia no puras | La sustancia pura                                                          | Mencionar el significado de sustancia pura y de sustancia simple compresible                                       | Identificar cuáles sustancias son simples y cuales puras entre varias propuestas                                                                                     |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Propiedades de la sustancia pura                                           | Explicar el concepto de fase de una sustancia pura                                                                 | Razonar acerca de las fases en las que se presentan las sustancias                                                                                                   |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Fases en la sustancia pura                                                 | Conocer los procesos de cambio de estado                                                                           | Advertir los procesos de cambio de estado que suceden en el entorno cotidiano                                                                                        |
|                                                                                                                                          | Comprensión del proceso de cambio de fase en una sustancia pura                                                                                                                                 | Proceso de cambio de fase en una sustancia pura                            | Describir los procesos de cambio de estado apoyado en los diagramas termodinámicos                                 | Emplear los diagramas termodinámicos para explicar lo que sucede en los procesos termodinámicos                                                                      |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Tablas termodinámicas                                                      | Generalizar el concepto de diagrama termodinámico a la superficie PVT                                              | Simular la construcción de los diagramas termodinámicos Pv y Tv a partir de la superficie PVT y viceversa                                                            |
|                                                                                                                                          | Superficie P-v-T                                                                                                                                                                                | Describir las tablas termodinámicas                                        | Utilizar las tablas termodinámicas para encontrar las propiedades de las sustancias                                |                                                                                                                                                                      |
| Estudio de la fase gaseosa                                                                                                               | Utilizar la ecuación de gas ideal para modelar el comportamiento de gases                                                                                                                       | El gas ideal                                                               | Razonar la relación entre las tablas y los diagramas                                                               | Manejar las tablas y los diagramas para ubicar diferentes estados y procesos termodinámicos                                                                          |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Ecuación del gas ideal                                                     | Describir el gas ideal y su ecuación de estado. Deducir la ecuación de estado de las relaciones de Boyle y Charles | Aplicar el concepto de gas ideal para modelar gases a bajas presiones                                                                                                |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Proceso politrópico                                                        | Analizar el proceso politrópico de expansión y de compresión de un gas ideal                                       | Observar el comportamiento del gas ideal en un proceso de expansión o compresión.                                                                                    |
|                                                                                                                                          | Estudiar otros modelos para obtener una aproximación más real de las propiedades de los gases                                                                                                   | Gas real, factor Z                                                         | Generalizar el concepto de gas ideal y ecuación de estado a los gases reales.                                      | Idear las ecuaciones de compresión y expansión para un gas real mediante el uso del factor Z                                                                         |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | La carta de compresibilidad y el principio de los estados correspondientes | Conocer la carta generalizada de compresibilidad                                                                   | Comprobar la efectividad de los diferentes modelos de los gases mediante el uso del principio de los estados correspondientes, de gas ideal y tablas termodinámicas. |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 | Otras ecuaciones de estado                                                 | Presentar otras ecuaciones de estado para modelar sustancias                                                       | Adquirir destreza en la utilización de ecuaciones de estado en sustancias cuando no se dispone de tablas.                                                            |

Tabla 10 Relación propósitos contenido tercer módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                                                                                                                   | PROPÓSITOS                                                                                                                                                                                                                         | CONTENIDOS TEMÁTICOS                                                                                                                  | SABER                                                                                                                                                                                      | HACER                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reconocer la importancia de la primera ley en el modelamiento de las transferencias, transformaciones y acumulaciones energéticas que se presentan en los sistemas termodinámicos | Comprender el enunciado de la primera ley de la termodinámica como principio de la conservación de la energía y utilizarlo para solucionar problemas en donde estén involucradas la energía, sus transferencia y transformaciones. | Trabajo, Calor y Energía                                                                                                              | Describir el significado de Transferencia de calor y trabajo                                                                                                                               | Reconocer la diferencia entre calor, trabajo y energía                                         |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    | Enfoques de la termodinámica                                                                                                          | Explicar la primera ley de la termodinámica                                                                                                                                                | Elaborar balances energéticos de los sistemas termodinámicos                                   |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    | Energía interna                                                                                                                       | Citar las tres formas de transferencia de calor                                                                                                                                            | Expresar qué forma de transferencia es la predominante en cierta transferencia de calor.       |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    | Entalpía                                                                                                                              | Mencionar las diferentes formas de trabajo                                                                                                                                                 | Determinar las clases de trabajo presentes en un sistema termodinámico                         |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                   | Comprender las ecuaciones de la primera ley para los sistemas cerrados                                                                                                                                                             | 1ª Ley para los sistemas cerrados                                                                                                     | Calores específicos                                                                                                                                                                        | Comprender el significado de la primera ley de la termodinámica                                | Analizar el enunciado del primera ley de la termodinámica. Estudiar la aplicación de la primera ley de la termodinámica en la resolución de problemas con transferencia de energía. |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                       | 1ª Ley para los sistemas abiertos                                                                                                                                                          | Entender el significado de la energía interna y su importancia en la primera ley               | Observar cuidadosamente la forma en que se define la propiedad energía interna dentro de las ecuaciones de primera ley de sistemas cerrados                                         |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                            | Explicar el concepto de calor específico                                                       | Calcular la energía interna y la entalpía de sustancias a partir del conocimiento de sus calores específicos                                                                        |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                            | Entender el significado de la entalpía y su importancia en la primera ley de sistemas abiertos | Observar cuidadosamente la forma en que se define la propiedad entalpía específica dentro de las ecuaciones de primera ley de sistemas abiertos                                     |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                            | Distinguir las características de los calores específicos para las diferentes fases            | Analizar la diferencia de los calores específicos de los sólidos y los líquidos y los gases                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                       | Identificar las diferentes transferencias de energía presentes en un sistema termodinámico abierto y su relación con los términos de las ecuaciones de la primera ley de la termodinámica. | Comprender las ecuaciones de la primera ley para los sistemas abiertos                         | 1ª Ley para los sistemas abiertos                                                                                                                                                   |
| Deducir la ecuación de la primera ley para el sistema abierto a partir de la ecuación del sistema cerrado mediante el uso del Teorema de Reynolds                                 | Explicar el significado de cada uno de los términos de la ecuación de la primera ley para los sistemas abiertos.                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
| El flujo permanente                                                                                                                                                               | Representar los dispositivos ingeniería como sistemas de flujo permanente                                                                                                                                                          | Emplear los modelos de los dispositivos de flujo permanente en la resolución de problemas de mayor complejidad como plantas térmicas. |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
| El flujo no permanente                                                                                                                                                            | Explicar el proceso de flujo no permanente                                                                                                                                                                                         | Calcular el estado de un sistema luego de que ha sufrido un proceso de flujo no permanente                                            |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
| El flujo no permanente                                                                                                                                                            | Establecer dadas las características de un proceso de flujo qué clase de flujo es y qué ecuaciones utilizar                                                                                                                        | Interpretar los diferentes procesos de flujo y analizar sus diferencias.                                                              |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                   | Especificar en qué casos de aplicaciones de ingeniería se utiliza la primera ley de la termodinámica                                                                                                                               | Encontrar sistemas en los que se puedan aplicar la primera ley de la termodinámica.                                                   |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                     |

Tabla 11 Relación propósitos contenido cuarto módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                                               | PROPÓSITOS                                                                                                                        | CONTENIDOS TEMÁTICOS                 | SABER                                                                                                                                                                                  | HACER                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Afianzar el concepto de sumidero y reservorio                                                                 | Dejar claros los conceptos de reservorios y sumideros energético                                                                  | Depósitos y sumideros de energía     | Definir depósito y sumidero de energía                                                                                                                                                 | Identificar la aplicación práctica del concepto de depósito y sumidero, que se utiliza en la ingeniería de las máquinas térmicas, refrigeradores y                                        |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Razonar acerca del concepto de incremento de entropía del universo termodinámico                                                                                                       | Argumentar con base en el principio de incremento de entropía si es o no posible la realización de un proceso.                                                                            |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Aclarar el significado de reservorios y sumideros de energía                                                                                                                           | Describir los depósitos o reservorios y sumideros de energía como una clase especial de sistemas cuyo cambio en las propiedades es mínimo.                                                |
| Estudiar la maquinaria cíclica y los conceptos de eficiencia y coeficiente de operación                       | Presentar los modelos de las máquinas cíclicas en donde están involucrados transferencias de calor y trabajo                      | Máquinas térmicas                    | Plantear el significado de máquina térmica, y su función dentro del objetivo de la termodinámica de transformar el calor en trabajo                                                    | Establecer la utilidad de las máquinas y motores térmicos para la humanidad, determinar las máquinas térmicas que se usan y su modelo termodinámico como máquinas y motores térmicos      |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Establecer el concepto de eficiencia de una máquina térmica como una relación entre dos clases de transferencia de energía.                                                            | Interpretar el concepto de eficiencia de una máquina térmica, analizar la eficiencia de las máquinas térmicas reales tomando conciencia de la dificultad de la conversión calor a trabajo |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   | Refrigeradores y bombas de calor     | Plantear el significado de refrigerador y bomba de calor como máquinas que buscan invertir el sentido natural de la transferencia de calor                                             | Establecer la utilidad de los refrigeradores y bombas de calor en la adaptación por parte del hombre de su entorno para su uso y comodidad                                                |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Establecer el concepto de coeficiente de operación de refrigeradores y bombas de calor como la razón de la transferencia de calor deseada con el trabajo que cuesta realizarla         | Interpretar el concepto de coeficiente de operación como medida de la eficiencia de un refrigerador o una bomba de calor.                                                                 |
| Enunciados de la segunda ley, irreversibilidad                                                                | Reconocer la importancia de las máquinas antes vistas para la comprensión de los enunciados de la segunda ley de la termodinámica | Enunciados para la segunda ley       | Mencionar los enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica                                                                                          | Expresar las consecuencias de la segunda ley de la termodinámica argumentando con base en los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck                                                      |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Comprender, analizar los enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica                                                                               | Demostrar la equivalencia entre los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck                                                                                                                |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   | Procesos reversibles e irreversibles | Comprender la diferencia entre procesos reversible e irreversibles                                                                                                                     | Percibir el concepto de irreversibilidad, apreciar las fuentes de irreversibilidad en diferentes procesos                                                                                 |
| Conocer el ciclo y los principios de Carnot para las máquinas térmicas                                        | Analizar la importancia del ciclo de Carnot al poner límites a la conversión del calor y trabajo                                  | Ciclo y principios de Carnot         | Conocer el ciclo de Carnot                                                                                                                                                             | Observar el desarrollo del ciclo de Carnot en cada uno de los cuatro procesos que lo componen, estudiar cada proceso y las transferencias energéticas que se dan en cada uno de ellos     |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Exponer los dos principios de Carnot para las máquinas térmicas                                                                                                                        | Demostrar la validez de los principios de Carnot a la luz de la segunda ley de la termodinámica                                                                                           |
|                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                      | Exponer la máquina térmica de Carnot y su funcionamiento                                                                                                                               | Utilizando la máquina de Carnot definir la máxima eficiencia térmica de una máquina reversible que opera entre dos temperaturas                                                           |
| Estudiar la escala termodinámica de temperaturas, analizar la diferencia con las otras escalas de temperatura | Utilizar la máquina térmica reversible para definir una escala absoluta e independiente del aparato de medición de temperatura    | Escala termodinámica de temperaturas | Asociar la escala termodinámica de temperaturas a la segunda ley de la termodinámica por medio de la expresión de eficiencia de una máquina reversible operando entre dos temperaturas | Realizar una comparación entre la escala termodinámica de temperaturas y las otras escalas. Deducir la necesidad de la escala termodinámica de temperatura                                |

Tabla 12 Relación propósitos contenido quinto módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                | PROPÓSITOS                                                                             | CONTENIDOS TEMÁTICOS                                                   | SABER                                                                                                                                                                                                                        | HACER                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Entropía                                                       | Establecer el concepto de entropía e importancia en la segunda ley de la termodinámica | Desigualdad de Clausius                                                | Interpretar la desigualdad de Clausius, sus implicaciones y su validez desde el punto de vista de la segunda ley de la termodinámica                                                                                         | Descubrir todas las implicaciones que trae la desigualdad de Clausius                                                                                                                        |
|                                                                |                                                                                        | Definición de entropía                                                 | Conocer la definición de la entropía como consecuencia de la desigualdad de Clausius                                                                                                                                         | Ensayar con diferentes sistemas con transferencia de calor aplicando la desigualdad de Clausius y observando los cambios de entropía                                                         |
|                                                                |                                                                                        | Causas de la variación de entropía                                     | Indicar las razones por las cuales puede cambiar la entropía de un sistema termodinámico                                                                                                                                     | Formar el concepto de entropía como una propiedad más del estado termodinámico.                                                                                                              |
|                                                                |                                                                                        | Representaciones gráficas de la entropía                               | Interpretar la propiedad entropía con la ayuda de los diagramas termodinámicos de Mollier y entrópico.                                                                                                                       | Presentar procesos termodinámicos con la ayuda de los diagramas termodinámicos, sacar información de las cantidades del proceso de estos diagramas.                                          |
| Cálculo de la entropía de una sustancia pura y de un gas ideal | Establecer las formas de cálculo de la propiedad entropía                              | Relaciones Tds                                                         | Deducir las relaciones Tds a partir de las leyes de la termodinámica                                                                                                                                                         | Enunciar las relaciones Tds, relacionar estas ecuaciones con el cálculo de propiedades termodinámicas.                                                                                       |
|                                                                |                                                                                        | Cálculo de la entropía                                                 | Ilustrar las formas de cálculo de la entropía de las sustancias puras a partir de las relaciones Tds                                                                                                                         | Calcular la entropía para la sustancia pura                                                                                                                                                  |
|                                                                |                                                                                        |                                                                        | Explicar la forma de cálculo de la entropía para un gas ideal                                                                                                                                                                | Calcular la entropía de un gas ideal                                                                                                                                                         |
|                                                                |                                                                                        |                                                                        | Asociar el cálculo de entropía de gases ideales con la presión y los volúmenes específicos relativos                                                                                                                         | Realizar cálculos para la solución de problemas con el apoyo de las tablas de gases ideales                                                                                                  |
|                                                                |                                                                                        | Estudiar otros métodos para el cálculo de la entropía en gases ideales | Utilizar las tablas de calores específicos, y calores específicos constantes para cálculos aproximados de la entropía y compararlos con otros métodos de cálculo como tablas de propiedades de sustancia pura y de gas ideal |                                                                                                                                                                                              |
| Aplicaciones                                                   | Definir el concepto de trabajo reversible y eficiencia adiabática                      | Trabajo reversible                                                     | Entender la deducción de la ecuación del trabajo reversible de los dispositivos de flujo permanente como bombas, compresores y turbinas                                                                                      | Analizar y deducir la ecuación del trabajo reversible de los dispositivos en régimen estable. Relacionar con la ecuación de Bernoulli de la mecánica de fluidos                              |
|                                                                |                                                                                        | Eficiencia adiabática                                                  | Plantear la eficiencia adiabática de dispositivos de flujo permanente como parámetro para evaluar su desempeño                                                                                                               | Calcular la eficiencia adiabática de dispositivos de flujo estable, determinar con base en la eficiencia adiabática soluciones a problemas sencillos de ciclos con dispositivos de este tipo |

Tabla 13 Relación propósitos contenido sexto módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                   | PROPÓSITOS                                                                                                                      | CONTENIDOS TEMÁTICOS                                                                    | SABER                                                                                                                                 | HACER                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aplicar los conocimientos de segunda ley y entropía a los sistemas termodinámicos | Definir los mecanismos de transferencia de entropía y el principio de incremento de la entropía de los universos termodinámicos | Modos de transferencia de entropía                                                      | Detallar los mecanismos de transferencia de la entropía en los sistemas termodinámicos                                                | Relacionar los diferentes mecanismos de transferencia de entropía con las transferencias de energía, masa e irreversibilidades presentes en los sistemas y procesos.                                   |
|                                                                                   |                                                                                                                                 | Principio de incremento de entropía                                                     | Establecer el principio de incremento de la entropía de los universos termodinámicos y sistemas aislados                              | Referir el principio del incremento de la entropía para poder solucionar los problemas relacionados con segunda ley y definir si es posible la realización de un determinado proceso                   |
|                                                                                   |                                                                                                                                 |                                                                                         | Definir las ecuaciones de los análisis de segunda ley para los sistemas cerrados y abiertos                                           | Encontrar las ecuaciones de los análisis de segunda ley para los sistemas cerrados y abiertos, análogamente a como se hizo con la primera ley y con base en el principio de incremento de la entropía. |
|                                                                                   | Deducir y aplicar las ecuaciones para los análisis de segunda ley para sistemas cerrados y abiertos                             | Análisis de segunda ley de sistemas cerrados y abiertos                                 | Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas cerrados                                                                     | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas cerrados en procesos reversibles e irreversibles                                                                                                  |
|                                                                                   |                                                                                                                                 |                                                                                         | Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas abiertos de flujo permanente                                                 | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas abiertos en régimen de flujo estable en procesos reversibles e irreversibles                                                                      |
|                                                                                   |                                                                                                                                 | Describir la aplicación de la segunda ley a los sistemas abiertos con flujo transitorio | Aplicar la ecuación de segunda ley para los sistemas abiertos en régimen de flujo transitorio en procesos reversibles e irreversibles |                                                                                                                                                                                                        |

Tabla 14 Relación propósitos contenidos séptimo módulo

| ACTIVIDAD ENSEÑANZA APRENDIZAJE                                                                                                                                                                                  | PROPÓSITOS                                                                                                                                   | CONTENIDOS TEMÁTICOS                               | SABER                                                                                                                                       | HACER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reconocer la importancia de la disponibilidad e irreversibilidad y su influencia en la toma de decisiones de tipo económico, ambiental y como una herramienta para el mejoramiento de los procesos industriales. | Establecer el concepto de trabajo máximo, reconociendo las restricciones que tenemos al usar la atmósfera como sumidero energético           | Trabajo máximo                                     | Reconocer el concepto de trabajo máximo para un sistema que intercambia calor únicamente con la atmósfera                                   | Aplicar el concepto de trabajo máximo para sistemas que intercambian calor únicamente con la atmósfera. Estudiar el concepto de trabajo máximo con base en la segunda ley de la termodinámica                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                    | Generalizar el concepto de trabajo máximo a sistemas que intercambian calor con reservorios a una temperatura constante y con la atmósfera. | Idear la forma de calcular el trabajo máximo para sistemas que intercambian calor con la atmósfera y un reservorio térmico                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                  | Aclarar el concepto de disponibilidad e irreversibilidad, identificar los generadores de irreversibilidad                                    | Disponibilidad e irreversibilidad                  | Inferir el concepto de exergía o disponibilidad a partir del concepto de trabajo máximo                                                     | Utilizar el concepto de exergía para hacer cálculos de trabajo máximo. Aplicar el concepto de exergía para determinar la energía disponible y no disponible de un sistema y su atmósfera circundante. Manejar la disponibilidad para el cálculo de la energía disponible y no disponible de una transferencia de calor.                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                    | Analizar el concepto de irreversibilidad asociada con los procesos reales.                                                                  | Observar la relación entre irreversibilidad y generación de entropía. Analizar la irreversibilidad generada e incluirla en los balances de energía disponible. Percibir las diferencias de estos balances de energía con los realizados cuando se estudió la primera ley                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                  | Calcular los cambios en la disponibilidad en ciclos y procesos, comparar las contabilidades de energía. Calcular eficiencias de dispositivos | Contabilidad de disponibilidad, energía disponible | Generalizar los conceptos de balances de energía y entropía a balances de disponibilidad                                                    | Practicar las contabilidades de energía disponible y de disponibilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                    | Relacionar las ecuaciones de balances de disponibilidad para sistemas cerrados y abiertos con los otros balances antes estudiados           | Demostrar las ecuaciones para los balances de disponibilidad para los sistemas cerrados y sistemas abiertos. Proyectar los análisis de disponibilidad como fuente de información para las mejoras de los procesos reconociendo los sitios y etapas en las que se genera mayor irreversibilidad. Reconocer las irreversibilidades que pueden ser reducidas en un sistema y proceso termodinámico. |

## 1.5 ESTRUCTURACIÓN MODULAR

En las situaciones de la vida real quizá sea imposible resolver un problema a fondo aplicando sólo un contenido específico, es mejor tener en mente todo lo que se sepa a la hora de resolver los problemas para evitar cometer errores, por ejemplo es muy difícil que se tenga que aplicar sólo el segundo principio sin aplicar el primero, entonces a medida que se avanza en un curso como el de Termodinámica 1 se van acumulando conocimientos necesarios para resolver problemas de mayor complejidad y modelar situaciones con una mejor aproximación a la realidad. Los módulos o capítulos que se presentan a continuación se exponen en el orden lógico en el que se debieran desarrollar durante el curso, es decir se debe guardar la secuencialidad.

- ◇ Conceptos fundamentales de la termodinámica
- ◇ Propiedades fundamentales de la sustancia pura
- ◇ Primera ley de la termodinámica
- ◇ Segunda ley de la termodinámica
- ◇ Entropía
- ◇ Análisis de segunda ley en aplicaciones de ingeniería
- ◇ Disponibilidad e irreversibilidad

El tercero de los módulos listados se subdivide en dos, el primero para el sistema cerrado y el segundo para el sistema abierto.

Gráficamente es posible representar la estructura modular en las siguientes figuras, nótese que se han agrupado las actividades en módulos de formación.

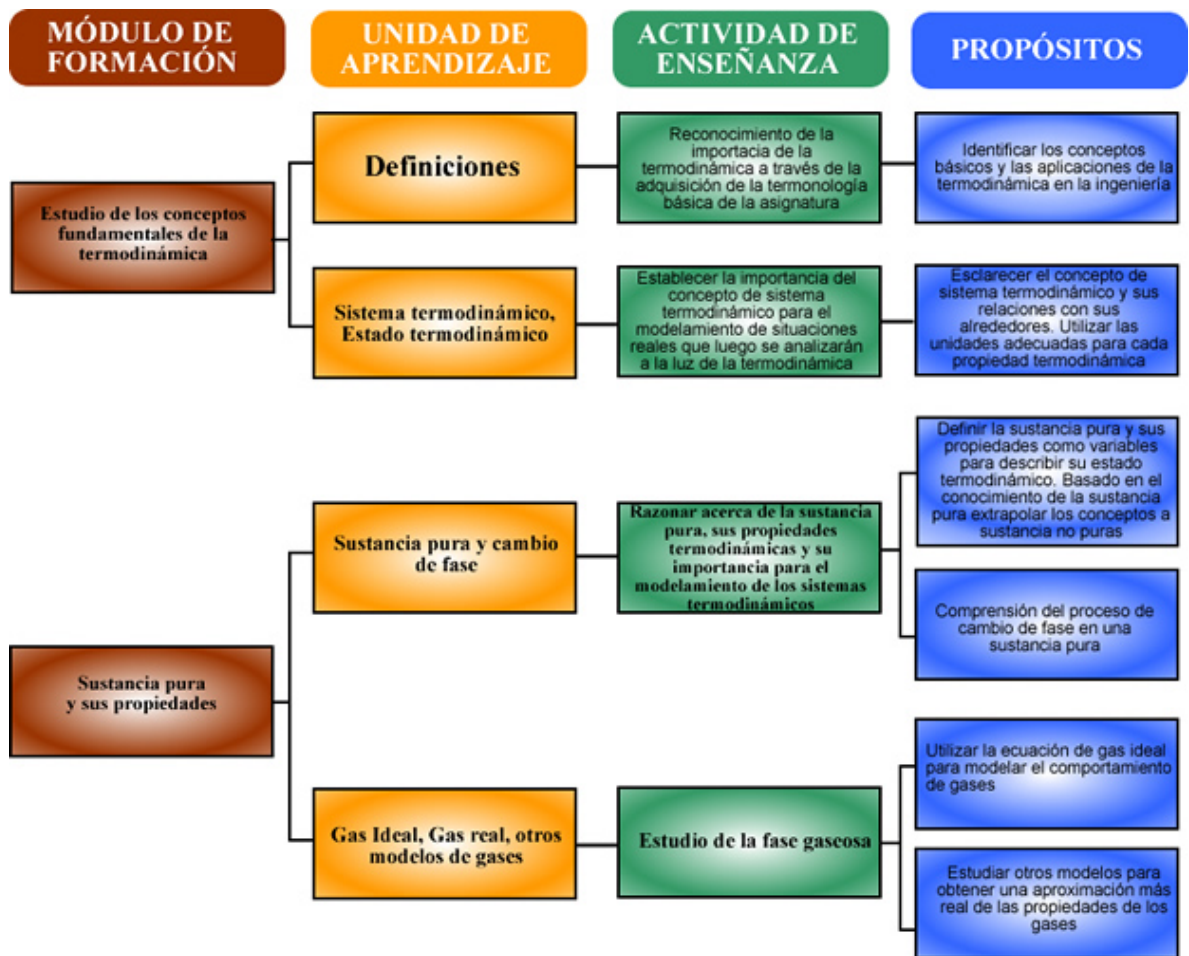


Figura 7. Estructura modular, primeros dos módulos

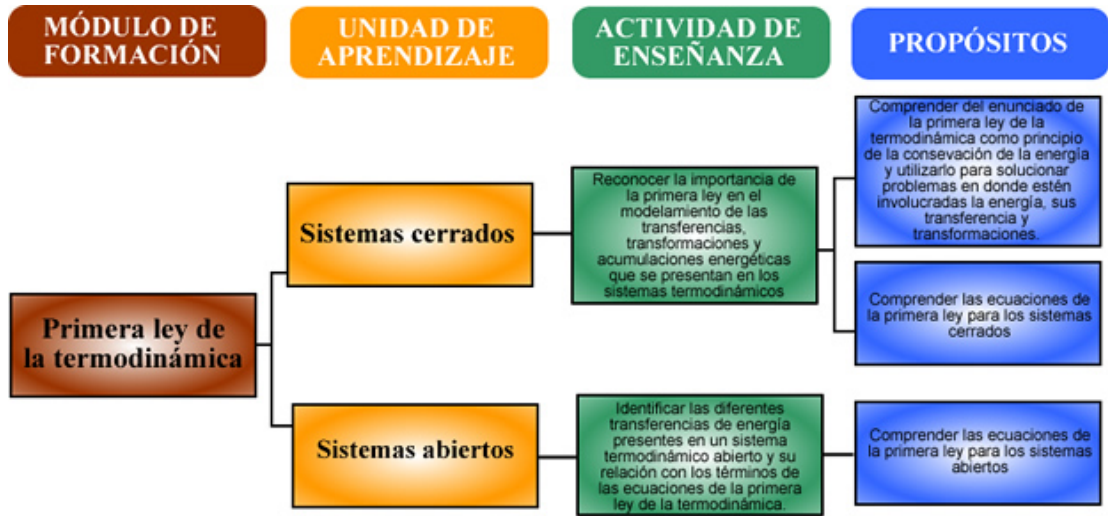


Figura 8. Estructura modular tercer módulo

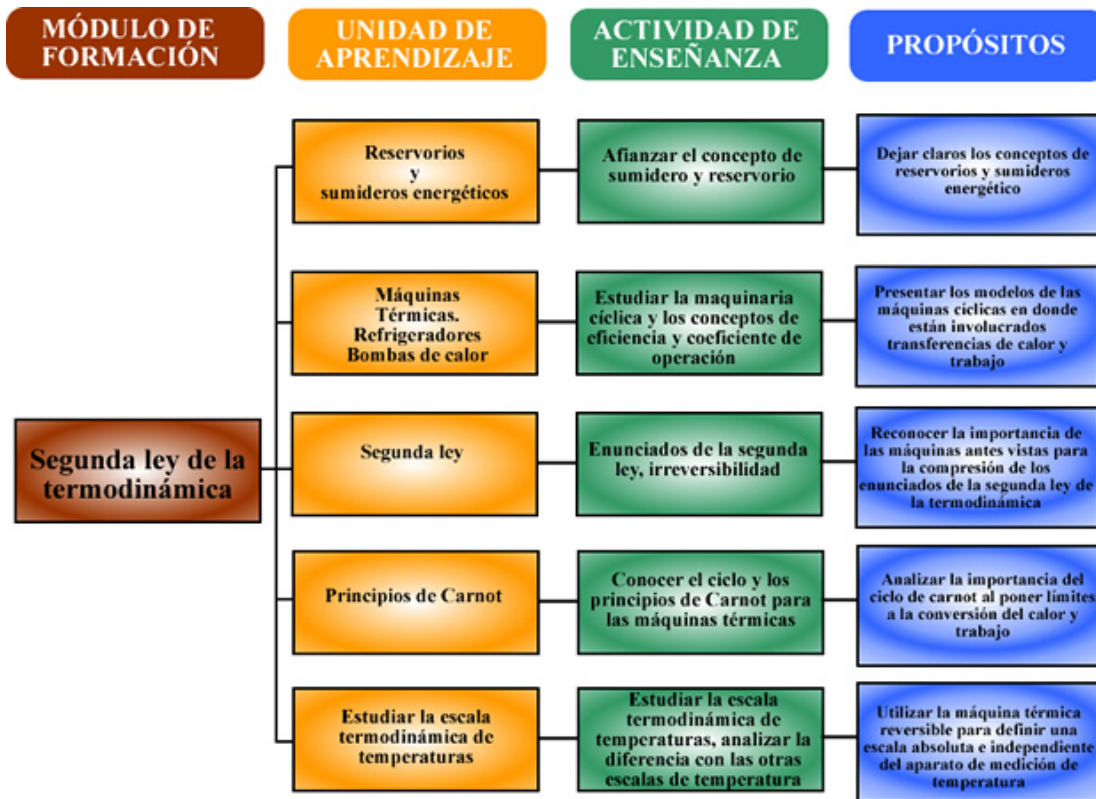


Figura 9. Estructura modular cuarto módulo



Figura 10. Estructura modular quinto módulo

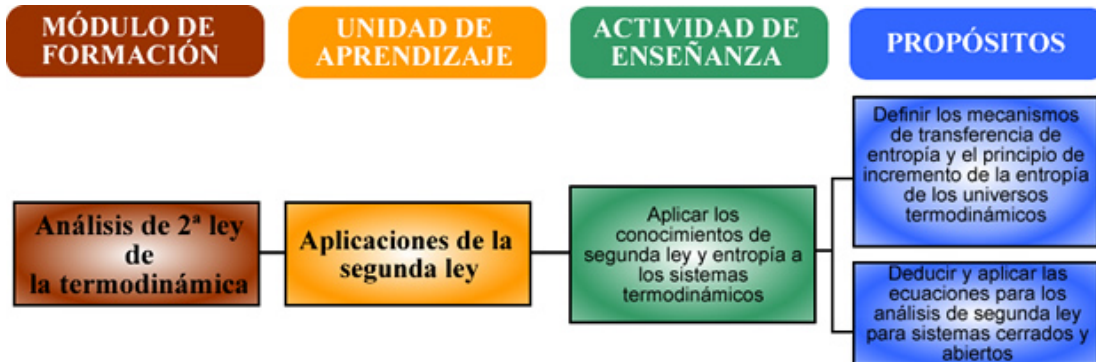


Figura 11. Estructura modular sexto módulo

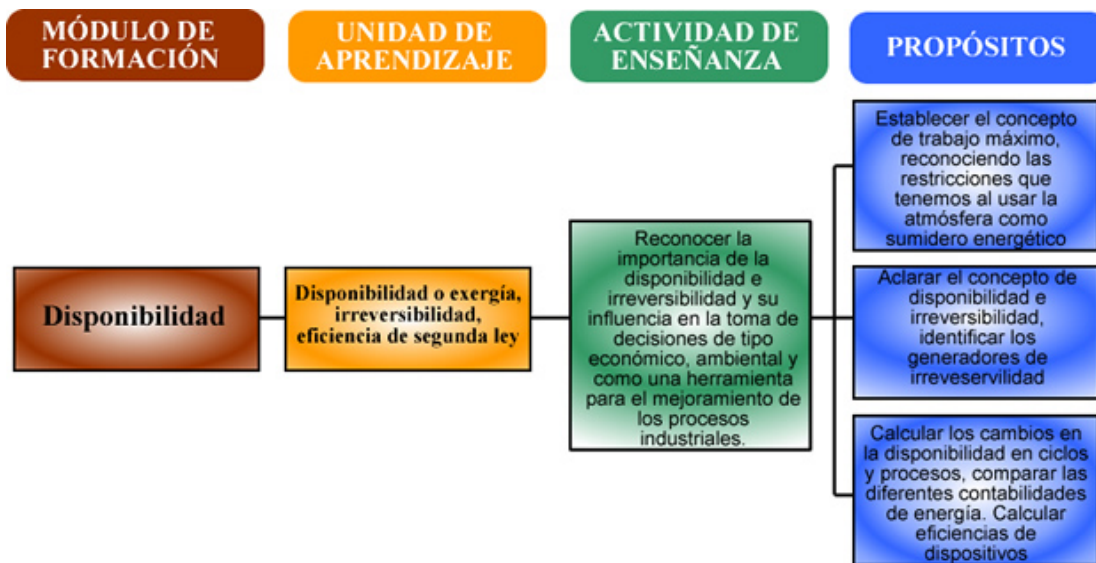


Figura 12. Estructura modular séptimo módulo

## 1.6 PLANEACIÓN CURRICULAR

Después de los análisis presentados en los numerales precedentes y con base en estos que sirven de sustento para el por qué es importante cada contenido de los propuestos se presenta a continuación el programa temático del curso Termodinámica 1 de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

## 1.6.1 Contenido temático del curso Termodinámica 1

### **CAPÍTULO I**

#### **CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA**

1. Termodinámica y Energía
2. Campos de aplicación de la Termodinámica
3. Enfoque clásico. Enfoque estadístico
4. Dimensiones y unidades de medida (Lectura por parte del estudiante)
5. Sistemas cerrados y Volumen de Control
6. Formas de Energía
7. Propiedades de un Sistema Termodinámico
8. Estado Termodinámico y Equilibrio
9. Procesos y Ciclos Termodinámicos
10. El Postulado de Estado (Lectura por parte del estudiante)
11. Presión, Volumen y Temperatura. Definiciones
12. Ley Cero de la Termodinámica

Lecturas complementarias (Tema propuesto por el profesor)

### **CAPÍTULO II**

#### **PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS**

1. Sustancia pura y sustancia simple compresible
2. Fases de una sustancia pura
3. Procesos de cambio de estado
4. Diagramas de propiedades para procesos con cambios de fase
5. Las superficies termodinámicas  $P - v - T$
6. Tablas de propiedades termodinámicas
7. El "Gas Ideal". Leyes de los gases ideales y ecuaciones de estado
8. Relaciones politrópicas de la forma  $Pv^n = \text{Constante}$ , y sus derivadas
9. Los gases reales; factor de compresibilidad (Lectura por parte del estudiante)
10. Correlación de los estados correspondientes (Lectura por parte de estudiante)
11. Carta generalizada de los gases reales. (Lectura por parte de estudiante)
12. Ecuaciones de estado generalizadas (Lectura por parte del estudiante)

Lecturas complementarias (Tema asignado por el profesor)

#### **PRIMERA EVALUACIÓN PARCIAL**

### **CAPÍTULO IIIa**

#### **LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA. Aplicación a sistemas cerrados**

1. Las nociones de Calor y Trabajo
2. Introducción a la Primera Ley de la Termodinámica
3. Formas de la Transferencia de Calor
4. Trabajo y formas mecánicas del trabajo
5. La Primera Ley de la Termodinámica. La Energía
6. Calor específico. Experimento Joule
7. Calor específico de sustancias reales (vapores, líquidos y sólidos).
8. Energía interna, entalpía y calores específicos en gases ideales
9. Energía interna, entalpía y calores específicos en sólidos y líquidos (Lectura por parte del estudiante)

Aspectos termodinámicos de los sistemas biológicos (Lectura por parte del estudiante)

Lecturas complementarias (Tema asignado por el profesor)

### **CAPÍTULO IIIb**

#### **LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA. Aplicación a volumen de control**

1. Análisis termodinámico del Volumen de Control
2. El proceso de flujo permanente
3. Dispositivos de ingeniería de flujo permanente
4. El proceso de flujo no permanente (o transitorio)
5. Análisis de casos de flujo no permanente
6. Aplicaciones en sistemas de ingeniería

Aplicaciones en ingeniería y tecnología (Lecturas por parte del estudiante)

Lecturas complementarias (Tema asignado por el profesor)

### **SEGUNDA EVALUACIÓN PARCIAL**

#### **CAPÍTULO IV**

#### **LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA**

1. Introducción a la Segunda Ley de la Termodinámica
2. Depósitos y sumideros de energía
3. Máquinas térmicas y motores de calor
4. Refrigeradores y bombas de calor
5. Principios de Clausius y Kelvin-Planck (Lectura por parte del estudiante)
6. Procesos reversibles e irreversibles. Concepto de irreversibilidad
7. El Ciclo de Carnot y el Principio de Carnot. Corolarios del principio de Carnot
8. La escala termodinámica de Temperatura (Lectura por parte del estudiante)
9. Motores y bombas de calor. Eficiencia y Coeficiente de Funcionamiento
10. Aplicaciones en sistemas de ingeniería

Lecturas complementarias (Temas asignados por el profesor)

### **CAPÍTULO V**

#### **ENTROPÍA**

1. La Desigualdad de Clausius. Interpretación
2. Aproximación a la definición de Entropía
3. El principio de incremento de la entropía
4. Causas de la variación de la entropía
5. ¿Qué es la entropía? (Lectura y discusión por parte del estudiante)
6. Representaciones gráficas de la entropía. Diagrama de Mollier
7. Relaciones Tds (Lecturas por parte del estudiante)
8. Cálculo de la variación de la entropía en sustancias puras y en gases ideales
9. Trabajo y flujo permanente reversibles
10. Trabajo perdido y criterios de optimización del trabajo
11. Eficiencia adiabática de dispositivos de flujo permanente. Aplicaciones  
Lecturas complementarias (Temas propuestos por el profesor)

### **TERCERA EVALUACIÓN PARCIAL**

#### **CAPÍTULO VI**

#### **ANÁLISIS DE SEGUNDA LEY EN APLICACIONES DE INGENIERÍA**

1. Trabajo máximo y disponibilidad
2. Trabajo reversible y reversibilidad
3. Noción de eficiencia de Segunda Ley
4. Análisis de Segunda Ley en sistemas cerrados
5. Análisis de Segunda Ley en sistemas de flujo permanente
6. Análisis de Segunda Ley en sistemas de flujo transitorio
7. Aplicaciones de la Segunda Ley a sistemas de ingeniería
8. Aspectos cotidianos de la Segunda Ley de la Termodinámica  
(Lecturas por parte de los estudiantes)

Consecuencias económicas, sociales, filosóficas y ambientales de la Segunda Ley

#### **CAPÍTULO VII**

#### **DISPONIBILIDAD E IRREVERSIBILIDAD**

9. Trabajo máximo. Trabajo máximo para un sistema que intercambia calor únicamente con la atmósfera. Trabajo máximo para un sistema que intercambia calor con la atmósfera y con un recipiente térmico a TR
10. Exergía (o Disponibilidad): Potencial de trabajo de la energía. Energía disponible y no disponible. Energía disponible y no disponible de un sistema y la atmósfera circundante. Partes disponibles y no disponibles de la transferencia de calor
11. Irreversibilidad. Relación entre generación de entropía e irreversibilidad.
12. Contabilidad de la disponibilidad y de la energía disponible. Balance de disponibilidad de sistemas cerrados. Balances de disponibilidad de volúmenes de control
13. Lecturas complementarias (Tema propuesto por el profesor)

### **CUARTA EVALUACIÓN PARCIAL**

### 1.6.2 Metodología y evaluación del curso

La metodología del curso será interactiva, presencial y basada en lecturas previas por parte de los estudiantes. Se realizará en forma permanente discusión de los temas en clase, y se presentarán aplicaciones en sistemas de ingeniería simplificados, otorgando espacio para exposición de temas por parte de los estudiantes y para su participación activa en el planteamiento de casos y soluciones. Tanto los temas asignados para preparación por parte de los estudiantes, como las lecturas complementarias y los temas tratados en el portal del profesor, hacen parte, en conjunto con los temas presentados por el profesor en clase, del material susceptible de evaluación.

El curso será evaluado mediante cuatro notas parciales, resultantes de pruebas en clase así: cuatro exámenes parciales programados de común acuerdo con los estudiantes y cuatro “quices” que parcialmente versarán sobre los temas de cada examen parcial y que serán realizados en cualquier fecha sin aviso previo por parte del profesor. Las fechas de evaluación estarán articuladas con el calendario oficial. Los “quices” se computará en conjunto con el examen parcial correspondiente al tema, pero la ponderación de las cuatro notas parciales y el peso relativo de los “quices” serán valorados por el profesor de acuerdo con la dinámica y los resultados de las pruebas aplicadas al grupo.

Por razón del número de estudiantes por curso la asignación de trabajos para realizar en horario fuera del aula (tareas, ensayos,

informes de investigación bibliográfica, etc.), estará condicionada a las posibilidades del calendario de actividades instruccionales con fines de evaluación. En todo caso, aunque estas asignaciones sean llevadas a cabo, no habrá componente aritmética en la nota del curso por estos conceptos.

Durante las evaluaciones parciales y “quices”, de acuerdo con indicaciones del profesor, los estudiantes podrán hacer uso, como documento de consulta y apoyo, de un solo texto guía, seleccionado por el estudiante de la bibliografía propuesta, pero no es permitido el uso de solucionarios de problemas ni de apuntes de clase, salvo un resumen de fórmulas. Igualmente, cuando así sea necesario, se hará uso de las tablas y gráficas de propiedades termodinámicas. El profesor llevará un registro escrito de la asistencia a las sesiones de instrucción y evaluación programadas en el calendario del curso, registros que serán publicados en el portal del profesor y entregados al final de cada periodo de evaluación parcial a las autoridades académicas. El resultado consolidado de estos registros obrará en concordancia con los reglamentos vigentes.

Todos los documentos de evaluación académica y control suscritos por los estudiantes recibirán el tratamiento correspondiente de conformidad con las leyes y los reglamentos institucionales y son considerados como documentos públicos en la medida que constituyen el soporte para la valoración del avance de los estudios conducentes a la titulación que otorga oficialmente la Universidad en concordancia con la Ley colombiana. Los resultados de las evaluaciones parciales serán entregados a cada estudiante, junto con los documentos soporte, para

su análisis y verificación; posteriormente a dicha entrega, el profesor efectuará el registro definitivo correspondiente de las calificaciones.

Los “quices” que no sean presentados oportunamente no recibirán tratamiento supletorio. Las pruebas o exámenes parciales que no sean presentados oportunamente serán evaluados con carácter de prueba supletoria, de acuerdo con la reglamentación existente.

### 1.6.3 Planeación curricular del módulo de propiedades

En el estado de avance de este estudio, ya se tiene claridad acerca de cuál ha de ser el currículo de la asignatura Termodinámica 1 y, si ello es preciso, se puede seguir profundizando en los recursos se van a utilizar, la intensidad horaria y las formas de evaluación. A continuación se presenta esta planeación para el módulo de propiedades, así como el preámbulo y justificación de los siguientes capítulos acerca del portal del profesor y el objeto de aprendizaje desarrollado con el proyecto denominado Termoweb UIS 1.0.

La información se presenta tabulada para facilitar su lectura. Se presentan tres tablas que se enfocan en las dos unidades de aprendizaje correspondientes a sustancia pura y gases; para la unidad de gases se han utilizado dos tablas ya que se dividieron los contenidos curriculares en dos grandes ramas a saber: gas ideal y otros modelos para gases (gas real, otras ecuaciones de estado). Se sugiere que, con anterioridad al inicio de la exposición de los temas, se les presente a los estudiantes esta planeación para que sean conscientes de lo que se pretende conseguir con el estudio de los contenidos.

Tabla 15 Planeación Propiedades, sustancia pura


|  | Termodinámica 1                                                                                                                          | Planeación Curricular                                                                                                         | Versión 1                                                                                                |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| MÓDULO DE FORMACIÓN                                                               | SUSTANCIA PURA Y SUS PROPIEDADES                                                                                                         |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
| UNIDAD DE APRENDIZAJE                                                             | SUSTANCIA PURA Y CAMBIO DE FASE                                                                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
| ACTIVIDAD ENSEÑANZA-APRENDIZAJE                                                   | RAZONAR ACERCA DE LA SUSTANCIA PURA, SUS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS Y SU IMPORTANCIA PARA EL MODELAMIENTO DE LOS SISTEMAS TERMODINÁMICOS |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
| Duración de la actividad                                                          |                                                                                                                                          | 10 horas (5h interacción, 5h estudiante)                                                                                      |                                                                                                          |                            |
| CRITERIOS                                                                         | CONTENIDOS                                                                                                                               | METODOLOGÍA                                                                                                                   |                                                                                                          |                            |
| I. Introducir el concepto de sustancia pura y                                     | Conceptuales                                                                                                                             | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                                                        |                            |
| II. Utilizar correctamente las tablas y diagramas termodinámicos                  | A. Exponer la importancia de la sustancia pura en termodinámica                                                                          | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo                                       | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Resumen (2)                                                   |                            |
|                                                                                   | B. Conocer el comportamiento de las propiedades durante un proceso de cambio de fase                                                     | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo<br>4. Aprendizaje basado en problemas | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Simulaciones (3)<br>d. Análisis resolución de problemas (2,4) |                            |
|                                                                                   | C. Describir el proceso de cambio de fase en las tablas y diagramas                                                                      |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
|                                                                                   | PROCEDIMENTALES                                                                                                                          | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                                                        |                            |
|                                                                                   | D. Reconocer la sustancia pura y sus fases (A,B)                                                                                         | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo<br>4. Aprendizaje basado en problemas | a. Conferencia(1)<br>b. Consulta(2)<br>c. Ilustraciones(3)<br>d. Simulaciones                            |                            |
|                                                                                   | E. Representar gráficamente el proceso de cambio de fase en los diagramas T-v ; P-v ; P-v-T (B,C)                                        |                                                                                                                               | e. Análisis y resolución de problemas (2,4)                                                              |                            |
|                                                                                   | F. Utiliza adecuadamente las tablas termodinámicas                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
|                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                          |                            |
|                                                                                   | EVIDENCIA DE APRENDIZAJE                                                                                                                 |                                                                                                                               | EVALUACIÓN                                                                                               |                            |
|                                                                                   | CONOCIMIENTO                                                                                                                             |                                                                                                                               | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                   | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN |
| Conoce el significado de sustancia pura y la identifica entre otra sustancias     |                                                                                                                                          | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                                                       |                            |
| Describe el proceso de cambio de fase de una sustancia pura                       |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                                               |                            |
| Conoce los diagramas termodinámicos y las tablas termodinámicas.                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                                                         |                            |
| DESEMPEÑO                                                                         |                                                                                                                                          | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                                               |                            |
| Determina la fase en la que se encuentra una sustancia en determinado estado      |                                                                                                                                          | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                                                       |                            |
| Calcula las propiedades termodinámicas de una mezcla saturada                     |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                                               |                            |
| Representa el proceso de cambio de fase en un diagrama termodinámico              |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                                                         |                            |
| PRODUCTO                                                                          |                                                                                                                                          | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                                               |                            |
| Identifica las sustancias puras                                                   |                                                                                                                                          | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                                                       |                            |
| Reconoce las fases de la sustancia pura y calcula sus propiedades termodinámicas  |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                                               |                            |
|                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                                                         |                            |
| MEDIOS DIDACTICOS                                                                 |                                                                                                                                          | RECURSOS EDUCATIVOS                                                                                                           | ESCENARIOS                                                                                               |                            |
| Diapositivas                                                                      |                                                                                                                                          | Textos impresos                                                                                                               | Aula de clase                                                                                            |                            |
| Acetatos                                                                          |                                                                                                                                          | Textos digitales                                                                                                              | Sala del CENTIC                                                                                          |                            |
| Simulaciones                                                                      |                                                                                                                                          | Proyector                                                                                                                     | Salón de estudio                                                                                         |                            |
| Animaciones                                                                       |                                                                                                                                          | Portal del profesor                                                                                                           | Sala de cómputo                                                                                          |                            |
| Actividades interactivas                                                          |                                                                                                                                          | Internet                                                                                                                      | Biblioteca                                                                                               |                            |

Tabla 16 Planeación Propiedades, gas ideal



|                                           | Termodinámica 1                                                                                                                   | Planeación Curricular                                                                                                         | Versión 1                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| MÓDULO DE FORMACIÓN                                                                                                        | SUSTANCIA PURA Y SUS PROPIEDADES                                                                                                  |                                                                                                                               |                                                                               |
| UNIDAD DE APRENDIZAJE                                                                                                      | GASES                                                                                                                             |                                                                                                                               |                                                                               |
| ACTIVIDAD ENSEÑANZA-APRENDIZAJE                                                                                            | ESTUDIO DE LA FASE GASEOSA                                                                                                        |                                                                                                                               |                                                                               |
| Duración de la actividad                                                                                                   |                                                                                                                                   | 2 horas (1h interacción, 1h estudiante)                                                                                       |                                                                               |
| CRITERIOS                                                                                                                  | CONTENIDOS                                                                                                                        | METODOLOGÍA                                                                                                                   |                                                                               |
| I. Definir el gas ideal, su ecuación de estado, sus características y comportamiento en procesos de expansión y compresión | Conceptuales                                                                                                                      | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                             |
|                                                                                                                            | A. Exponer el modelo de gas ideal y sus consideraciones                                                                           | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo                                       | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Resumen (2)                        |
|                                                                                                                            | B. Conocer la ecuación de estado de los gases ideales                                                                             | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo                                       | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Simulaciones (3)                   |
|                                                                                                                            | C. Describir el proceso de compresión y expansión politrópicos                                                                    | 4. Aprendizaje basado en problemas                                                                                            | d. Análisis resolución de problemas (2,4)                                     |
|                                                                                                                            | PROCEDIMENTALES                                                                                                                   | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                             |
|                                                                                                                            | D. Reconocer las condiciones del modelo de gas ideal y su ecuación de estado (A,B)                                                | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo<br>4. Aprendizaje basado en problemas | a. Conferencia(1)<br>b. Consulta(2)<br>c. Ilustraciones(3)<br>d. Simulaciones |
|                                                                                                                            | E. Representar gráficamente el proceso politrópico en los diagramas T-v ; P-v (B,C)                                               |                                                                                                                               | e. Análisis y resolución de problemas (2,4)                                   |
|                                                                                                                            | F. Utilizar los modelos de Boyle y Charles, y la ecuación de estado del gas ideal para resolver problemas con sustancias gaseosas |                                                                                                                               |                                                                               |
|                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                               |
|                                                                                                                            | EVIDENCIA DE APRENDIZAJE                                                                                                          |                                                                                                                               | EVALUACIÓN                                                                    |
| CONOCIMIENTO                                                                                                               |                                                                                                                                   | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Conoce el significado de gas ideal y sus restricciones                                                                     |                                                                                                                                   | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Calcula el estado de una sustancia gaseosa con la ecuación de estado del gas ideal                                         |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
| Reconoce la ecuación característica del proceso politrópico                                                                |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| DESEMPEÑO                                                                                                                  |                                                                                                                                   | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Determina la fase en la que se encuentra una sustancia en determinado estado                                               |                                                                                                                                   | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Calcula las propiedades termodinámicas de un gas ideal                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
| Describe el proceso politrópico                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| PRODUCTO                                                                                                                   |                                                                                                                                   | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Calcula el estado de un gas ideal sometido a diversos procesos                                                             |                                                                                                                                   | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Calcula el estado de un gas sometido a un proceso politrópico                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
|                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| MEDIOS DIDACTICOS                                                                                                          |                                                                                                                                   | RECURSOS EDUCATIVOS                                                                                                           | ESCENARIOS                                                                    |
| Diapositivas                                                                                                               |                                                                                                                                   | Textos impresos                                                                                                               | Aula de clase                                                                 |
| Acetatos                                                                                                                   |                                                                                                                                   | Textos digitales                                                                                                              | Sala del CENTIC                                                               |
| Simulaciones                                                                                                               |                                                                                                                                   | Proyector                                                                                                                     | Salón de estudio                                                              |
| Animaciones                                                                                                                |                                                                                                                                   | Portal del profesor                                                                                                           | Sala de cómputo                                                               |
| Actividades interactivas                                                                                                   |                                                                                                                                   | Internet                                                                                                                      | Biblioteca                                                                    |

Tabla 17 Planeación Propiedades, gas ideal

|                                           | Termodinámica 1                                                                                               | Planeación Curricular                                                                                                         | Versión 1                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| MÓDULO DE FORMACIÓN                                                                                                        | SUSTANCIA PURA Y SUS PROPIEDADES                                                                              |                                                                                                                               |                                                                               |
| UNIDAD DE APRENDIZAJE                                                                                                      | GASES                                                                                                         |                                                                                                                               |                                                                               |
| ACTIVIDAD ENSEÑANZA-APRENDIZAJE                                                                                            | ESTUDIO DE LA FASE GASEOSA                                                                                    |                                                                                                                               |                                                                               |
| Duración de la actividad                                                                                                   |                                                                                                               | 2 horas (1h interacción, 1h estudiante)                                                                                       |                                                                               |
| CRITERIOS                                                                                                                  | CONTENIDOS                                                                                                    | METODOLOGÍA                                                                                                                   |                                                                               |
| I. Conocer otros modelos de ecuaciones de estado para gases y el modelo de gas real                                        | Conceptuales                                                                                                  | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                             |
|                                                                                                                            | A. Exponer el modelo de gas real                                                                              | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo                                       | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Resumen (2)                        |
|                                                                                                                            | B. Conocer la ecuación de estado del gas real y la carta de compresibilidad                                   | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo                                       | a. Conferencia(1)<br>b. Imágenes (3)<br>c. Simulaciones (3)                   |
|                                                                                                                            | C. Describir las ecuaciones de estado cúbicas y virial                                                        | 4. Aprendizaje basado en problemas                                                                                            | d. Análisis resolución de problemas (2,4)                                     |
|                                                                                                                            | PROCEDIMENTALES                                                                                               | Estrategias de enseñanza-aprendizaje                                                                                          | Técnicas de enseñanza-aprendizaje                                             |
|                                                                                                                            | D. Reconocer las condiciones del modelo de gas real y su ecuación de estado (A,B)                             | 1. Aprendizaje interactivo<br>2. Aprendizaje individual<br>3. Aprendizaje significativo<br>4. Aprendizaje basado en problemas | a. Conferencia(1)<br>b. Consulta(2)<br>c. Ilustraciones(3)<br>d. Simulaciones |
|                                                                                                                            | E. Comparar los resultados del modelo de gas real con el de gas ideal, ecuaciones y las tablas termodinámicas |                                                                                                                               | e. Análisis y resolución de problemas (2,4)                                   |
|                                                                                                                            | F. Utilizar la carta de compresibilidad para determinar el estado de un gas real                              |                                                                                                                               |                                                                               |
|                                                                                                                            |                                                                                                               |                                                                                                                               |                                                                               |
|                                                                                                                            | EVIDENCIA DE APRENDIZAJE                                                                                      |                                                                                                                               | EVALUACIÓN                                                                    |
| CONOCIMIENTO                                                                                                               |                                                                                                               | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Conoce el significado de gas real                                                                                          |                                                                                                               | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Calcula el estado de una sustancia gaseosa con la ecuación de estado del gas real con ayuda de la carta de compresibilidad |                                                                                                               |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
| Reconoce las ecuaciones de estado y sus limitaciones                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| DESEMPEÑO                                                                                                                  |                                                                                                               | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Determina el estado de un gas que no es ideal                                                                              |                                                                                                               | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Calcula el factor de compresibilidad de un gas real                                                                        |                                                                                                               |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
| Describe las diferentes ecuaciones de estado y sus limitaciones                                                            |                                                                                                               |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| PRODUCTO                                                                                                                   |                                                                                                               | TÉCNICAS DE EVALUACIÓN                                                                                                        | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN                                                    |
| Calcula el estado de un gas real                                                                                           |                                                                                                               | 1. Prueba o examen                                                                                                            | a. Cuestionario(1)                                                            |
| Escoge adecuadamente el modelo de gas para resolver cada problema                                                          |                                                                                                               |                                                                                                                               | b. Preguntas informales(1)                                                    |
|                                                                                                                            |                                                                                                               |                                                                                                                               | c. Problemas (1)                                                              |
| MEDIOS DIDACTICOS                                                                                                          |                                                                                                               | RECURSOS EDUCATIVOS                                                                                                           | ESCENARIOS                                                                    |
| Diapositivas                                                                                                               |                                                                                                               | Textos impresos                                                                                                               | Aula de clase                                                                 |
| Acetatos                                                                                                                   |                                                                                                               | Textos digitales                                                                                                              | Sala del CENTIC                                                               |
| Simulaciones                                                                                                               |                                                                                                               | Proyector                                                                                                                     | Salón de estudio                                                              |
| Animaciones                                                                                                                |                                                                                                               | Portal del profesor                                                                                                           | Sala de cómputo                                                               |
| Actividades interactivas                                                                                                   |                                                                                                               | Internet                                                                                                                      | Biblioteca                                                                    |

## 2. PORTAL DEL PROFESOR

Con el propósito de desarrollar el primer objetivo específico del presente proyecto, junto con el director de proyecto se participó en el curso del portal del profesor, dictado en las instalaciones del Centic con una duración de quince días y con una intensidad de 3 horas diarias, este curso se desarrolló en el horario de 6 a 9 p.m.; el propósito del curso fue capacitar tanto a docentes como estudiantes proyectistas en la creación y desarrollo del portales en Internet y lenguaje de hipertexto html, uso de archivos de documentos en formato portátil de Adobe .pdf, transferencia de archivos utilizando el protocolo de transferencia de archivos ftp.

El portal del profesor es un sitio web que se desarrolló como un nuevo canal de información entre el docente y el estudiante de Termodinámica 1 y 2, que aprovecha las actuales tecnologías de la información y comunicación disponibles para ampliar y reafirmar la información transmitida en los salones de clase, se habla de dos cursos de termodinámica el primero Termodinámica 1 que es un curso básico de nivel introductorio y el segundo Termodinámica 2 que se dicta a los estudiantes de ingeniería mecánica y que desarrolla los contenidos de la ingeniería termodinámica o termodinámica aplicada, el portal del profesor se desarrolló para ambos dada la necesidad del profesor MSc Ing. José Iván Hurtado Hidalgo pues el dicta las dos cátedras, fue necesario entonces extrapolar el objetivo propuesto en el plan de proyecto presentado a la escuela. El objetivo del portal del profesor no

es reemplazar la clase presencial pues dentro de la UIS las TIC's se utilizan como apoyo o auxiliar al proceso de enseñanza aprendizaje y no como principal canal de comunicación entre docente y estudiante, por tanto no se pretende dictar un curso de Termodinámica 1 completamente virtual u on line, esto no quiere decir que en un futuro no se pueda hacer pues está comprobado que con las TIC's se amplía la población que puede acceder a los cursos.

## 2.1 DESARROLLO Y ESTRUCTURA

El portal del profesor se desarrolló, con base en las plantillas entregadas por los funcionarios del proyecto Prospetic, aplicando el software Microsoft® Front Page®; estas plantillas fueron recientemente cambiadas a comienzos de 2007 para implementar la utilización de los códigos de colores y las fuentes emblemáticas de la institución. El curso de Termodinámica 1, por estar inscrito en la Escuela de Ingeniería Mecánica adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, utiliza en su diseño gráfico los colores verde de la universidad y naranja de la facultad. Su diseño se puede dividir en tres secciones, el área superior o encabezado, que contiene los títulos y la barra de navegación que permite al usuario desplazarse por los contenidos del portal; el área inferior izquierda es el área de noticias en donde el docente publica fechas de exámenes, invitación a lecturas o cualquier otra información que considere necesaria; esta área también muestra las asignaturas a cargo del profesor al hacer *clic* en el menú *docencia* de la barra de navegación. En la pantalla inicial se presenta el nombre y correo del docente junto con la unidad administrativa a la cual se halla vinculado.

Se dispone también de un vínculo al currículo del profesor donde se presentan las actividades a lo largo de la trayectoria del docente, se coloca la información que se considere pertinente publicar, este documento se encuentra en formato pdf.

Está un menú de extensión en donde el profesor publica las actividades desarrolladas con la sociedad de cualquier tipo en las que se representa a la universidad, actividades culturales, cursos, participación en los medios de comunicación o cualquier otra que relacione a la UIS con su entorno. Otro menú es el de investigación en donde se publican los proyectos de investigación en los que participa el docente o en los que ha participado, se pueden publicar resúmenes o presentaciones en formato pdf o sencillamente realizar breves descripciones del proyecto para que aquella persona que esté interesada si desea más información se ponga en contacto a través del correo electrónico (e-mail) con el docente.

Al final está el enlace hacia los enlaces de interés, aquí se colocan enlaces a páginas o sitios web externos que tengan relación con los contenidos tratados en las diferentes asignaturas a cargo del profesor aunque en esta sección existe un amplio grado de libertad para el docente de colocar información que a su juicio pueda resultar interesante como complemento a la impartida en clase.

Dentro del menú docencia están como ya se mencionó las asignaturas, en este proyecto se desarrollaron las páginas de Termodinámica 1 y 2, aquí se publican las calificaciones, el control de asistencia, además los materiales o enlaces necesarios para apoyar lo visto en clase. Dentro

del vínculo a Termodinámica 1 es donde se encuentra el enlace al objeto de aprendizaje desarrollado en la primera fase de este proyecto.

El portal del profesor se implementó y se utilizó durante el primer semestre de 2007, desafortunadamente la universidad presentó discontinuidad en sus actividades lo dificultó un mayor aprovechamiento de este recurso. El portal así como el objeto de aprendizaje desarrollado con este proyecto denominado Termored UIS 1.0 son susceptibles al cambio, ampliación y renovación, son entes dinámicos.

## **2.2 UBICACIÓN**

El portal del profesor José Iván Hurtado Hidalgo quien dicta las cátedras de Termodinámica 1 y 2 se puede encontrar en la dirección <http://gavilan.uis.edu.co/~ihurtado> que puede ser visitada desde cualquier computadora con acceso a Internet, para una correcta visualización del portal es aconsejable deshabilitar los bloqueadores de ventanas emergentes. En las siguientes figuras se muestran imágenes capturadas del portal del profesor.



Figura 13. Página principal del portal del profesor

http://gavilan.uis.edu.co - Portal del Profesor Jose Ivan Hurtado - UIS - Microsoft Internet Explorer

Portal del profesor

Escuela de Ingeniería Mecánica 01:37:44

Inicio Curriculum Docencia Investigación Extensión Administración Enlaces de Interés Noticias Salir

### Termodinámica 1

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Programa académico         | Escuela de Ingeniería Mecánica Universidad Industrial de Santander                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Objetivos de la asignatura | <p>Contribuir a la formación en el estudiante de las siguientes competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de identificar y formular problemas de ingeniería relacionados con la termodinámica y transformaciones energéticas en una forma conceptual así como en términos de modelos físico-matemáticos</li> <li>• Habilidad de aplicar los principios básicos de termodinámica clásica para el análisis de procesos y ciclos que involucran sustancias simples y puras.</li> <li>• Capacidad para generalizar efectivamente los axiomas básicos de los análisis de la termodinámica clásica, macroscópica y extrapolar estos conceptos a sistemas y sustancias no necesariamente cubiertas específicamente por el curso.</li> </ul> |
| Contenido                  | <a href="#">Tabla de contenido</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Calendario                 | ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Alumnos                    | Fichas de alumnos: <a href="#">grupo1</a> , <a href="#">grupo2</a> , ...<br><a href="#">Lista de Asistencia Grupo A2</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

DOCENCIA

- 1 [Termodinámica 1](#)
- 2 [Termodinámica 2](#)

e-escena UIS

Usuario:

Contraseña:

Idioma: Español

Dirección:

Resolución de pantalla recomendada: 1024 x 768 pixels

© Copyright 2005 Universidad Industrial de Santander UIS Bucaramanga Colombia - Todos los derechos reservados

Listo Internet

Figura 14. Página de la asignatura Termodinámica 1

### **3. OBJETO DE APRENDIZAJE, TERMORED UIS 1.0**

Uno de los objetivos a desarrollar dentro de este proyecto era el diseño y desarrollo de una herramienta de aprendizaje para ser utilizada dentro del curso de Termodinámica 1. La herramienta desarrollada se nombró Termored UIS 1.0, que funciona de modo similar al portal del profesor y busca dar soporte al curso en los contenidos desarrollados hasta aproximadamente la tercera parte del curso o el primer módulo del curso, la Termored se concentra principalmente en los conceptos iniciales de la termodinámica, enfocándose en el estudio de los sistemas termodinámicos y las propiedades de la sustancia pura.

La Termored no se diseñó para reemplazar el libro de texto, aunque la recomendación para los estudiantes es que primero den un vistazo a los contenidos de ella para luego continuar profundizando en la gran diversidad de bibliografía, es muy importante en termodinámica leer y entender muy bien antes de lanzarse a resolver problemas, la resolución de problemas es primordial para adquirir las habilidades en el manejo de tablas, datos, ecuaciones y situaciones que requieren ser analizadas desde el punto de vista termodinámico aunque sean desconocidas así como ocurrirá en la práctica profesional del futuro ingeniero.

### **3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TERMORED UIS 1.0**

La principal característica que debía tener la Termored era la compatibilidad con el portal del profesor y con la mayoría de los navegadores que fueran a utilizar los estudiantes dentro y fuera de la universidad. Dentro del desarrollo de la termodinámica se utilizó el software Macromedia Flash 8 de la casa Abode, se escogió este programa por su amplia presencia y acogida dentro de la web, por lo tanto para la correcta visualización de la Termored es necesario contar con el plug in Macromedia Flash Player que se descarga gratuitamente de la página de Adobe, aunque en la actualidad este formato se está convirtiendo en un estándar por lo que las nuevas versiones de los navegadores soportan este formato y lo muestran sin ningún problema siendo entonces transparente para los usuarios y visitantes lo que sucede dentro del sitio. La Termored y sus contenidos están pensados para que cualquier persona que ya haya experimentado la navegación por Internet los aproveche sin ningún grado de dificultad. Otra característica de la Termored es que utiliza los mismos colores institucionales del portal del profesor, esto es por la política que se tiene dentro del proyecto prospectic de fomentar el sentido de pertenencia de la comunidad universitaria hacia su universidad y las unidades administrativas a las que pertenecen.

### **3.2 DESARROLLO Y ESTRUCTURA**

Como ya se dijo el objeto Termored UIS 1.0 tiene la estructura de un portal, una vez adentro, lo primero que aparece es la pantalla de bienvenida o inicio del portal, este sitio fue desarrollado utilizando el

paquete de diseño web Macromedia Dreamweaver 8, el manejo y conocimiento de este programa se obtuvo a través de un curso virtual dictado por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA titulado Diseño Web con Macromedia Dreamweaver Mx, este curso virtual entrega certificados y se desarrolla con 40 horas de clase, exámenes, tareas y trabajos dirigidos por un tutor. Esta experiencia fue bastante útil al momento de diseñar la Termored, ya que se debe tener en cuenta que un navegante de Internet busca páginas atractivas gráficamente, con contenido útil y lo más crítico es que se carguen o ejecuten rápido lo que se consigue mediante tamaños razonables de las páginas y gráficos incluidos, se dice que la mayoría de los navegantes de Internet sólo están dispuestos a esperar en promedio 1 segundo para que se carguen los contenidos o para que vea que se están cargando, de lo contrario se abstienen de continuar navegando por el sitio.

La página de inicio tiene el aspecto mostrado en la figura 15.

**TERMORED - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

Inicio

Sistema

Propiedades  
de los sistemas

La termodinámica puede ser definida como la ciencia de la **energía**, la energía se puede ver como la habilidad de provocar cambios.

"No es necesario que el estudiante memorice numerosas ecuaciones, dado que los problemas se resuelven preferiblemente mediante la aplicación de las definiciones de las Leyes de la Termodinámica" Sonntag y Van Wylen.

La palabra Termodinámica se deriva de las palabras griegas *thérme* que significa calor y *dynamis* que significa trabajo. La termodinámica se basa en la observación experimental.

Sergio Antonio Muñoz Pinzón, [seanmup@yahoo.es](mailto:seanmup@yahoo.es)

Figura 15. Página de inicio de la Termored

La primera página de contenidos en orden secuencial es la de sistema, en esta se describen los sistemas termodinámicos y sus clases, el principal objetivo de esta página es que el estudiante de Termodinámica 1 diferencie las clases de sistemas y que dado un sistema termodinámico lo clasifique como abierto o cerrado. La página sistema tiene el aspecto mostrado en la figura 16, en la página sistema aparecen las primeras animaciones que pretenden explicar lo que es un sistema termodinámico y sus clases; también aparecen animaciones con componente interactivo, cuando el estudiante da clic en una de las clases de sistema aparece una animación de un sistema de esta tipo de sistema. Dentro de la página sistema aparece un link a la primera actividad de la termoweb, se han desarrollado varias actividades todas con un estilo de presentación similar para acostumbrar al estudiante, las

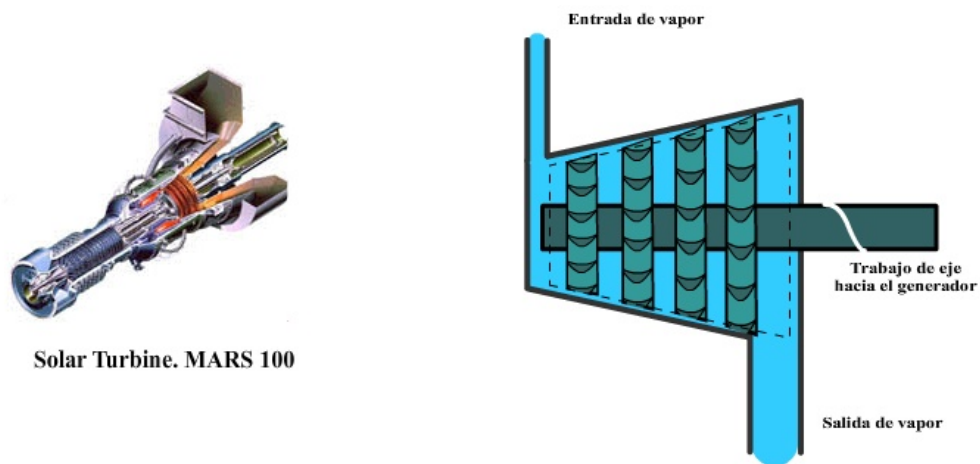
actividades consisten de en promedio 3 preguntas acerca de lo estudiado en los diferente temas, se escogió un número pequeño de preguntas para que no se generara rechazo en los estudiantes a resolver las actividades sino que sirvieran de autoevaluación para verificar si los contenidos expuestos se asimilaron en el proceso de aprendizaje; estas actividades presentan retroalimentación positiva o negativa en caso de las respuestas estén bien o mal, de esta forma el estudiante puede repasar los conceptos involucrados en aquellas respuestas erróneas.



Figura 16. Página de sistema de la Termored

Las actividades no pretenden simular un examen completo de Termodinámica 1, buscan mejor aclarar y fortalecer los conceptos

teóricos necesarios para la resolución de los problemas de termodinámica, se aprovecha en la Termored que la termodinámica es una ciencia que permite resolver infinidad de problemas con unas pocas herramientas muy potentes fundamentadas en los conceptos básicos. En la figura 17 se muestra una de las preguntas de la actividad 1.



En la figura de la izquierda se muestra una turbina de vapor de generación, a la derecha se muestra la representación esquemática de esta máquina. La línea a trazos es la frontera del sistema en estudio.

**El sistema en estudio es:**

**Cerrado**

**Abierto**

**Continuar**

Figura 17. Pregunta de la actividad 1 de la Termored

Los siguientes temas tratados en la Termored son la sustancia pura y sus propiedades, los cuales se encuentran desarrollados en la página propiedades de los sistemas; allí se ilustran los cambios de fase líquido vapor y se introducen los conceptos de diagramas termodinámicos que

serán muy útiles al momento de entender los procesos termodinámicos, los conceptos de trabajo, calor, disponibilidad, etc., que se desarrollarán en las siguientes fases del proyecto.

En esta página se presenta la clasificación de las propiedades termodinámicas en intensivas y extensivas, y se define la propiedad volumen específico –y su inversa, la densidad- que servirán de base para estudiar los diagramas y tablas termodinámicos utilizados en el estudio de los cambios de fase de las sustancias.

La primera página de contenidos en orden secuencial es la de sistema, en esta se describen los sistemas termodinámicos y sus clases, el principal objetivo de esta página es que el estudiante de Termodinámica 1 diferencie las clases de sistemas y que dado un sistema termodinámico lo clasifique como abierto o cerrado. La página sistema tiene el aspecto mostrado en la figura 16, en la página sistema aparecen las primeras animaciones que pretenden explicar lo que es un sistema termodinámico y sus clases; también aparecen animaciones con componente interactivo, cuando el estudiante da clic en una de las clases de sistema aparece una animación de un sistema de esta tipo de sistema. Dentro de la página sistema aparece un link a la primera actividad de la termoweb, se han desarrollado varias actividades todas con un estilo de presentación similar para acostumbrar al estudiante, las actividades consisten de en promedio 3 preguntas acerca de lo estudiado en los diferentes temas, se escogió un número pequeño de preguntas para que no se generara rechazo en los estudiantes a resolver las actividades sino que sirvieran de autoevaluación para verificar si los contenidos expuestos se asimilaban en el proceso de aprendizaje; estas actividades presentan retroalimentación positiva o

negativa en caso de las respuestas estén bien o mal, de esta forma el estudiante puede repasar los conceptos involucrados en aquellas respuestas erróneas.

Se ilustran también las superficies P-v-T que representan las tres propiedades termodinámicas medibles o directamente mensurables; estas tres propiedades son fundamentales en la definición de las diferentes ecuaciones de estado que se usan para modelar las sustancias. La exposición de contenidos incluye el postulado de estado, con este postulado se desarrolla una actividad para entenderlo; el postulado de estado, como se estudiará en los cursos avanzados, es una simplificación de la ley de las fases de Gibbs<sup>14</sup> para la sustancia pura.

A la Termored se le han añadido herramientas interactivas además de las actividades de autoevaluación: dos de ellas muestran ejemplos de las diferentes clases de sistemas termodinámicos; se tiene también una herramienta que muestra el árbol de los tipos de propiedades junto con su definición y ejemplos; otro muestra la relación entre las isóbaras en un diagrama termodinámico T-v y las filas de las tablas termodinámicas, los simuladores son un indicador de presión que convierte entre varias unidades de presión y muestra la diferencia entre presión absoluta y presión manométrica. Se tiene también un calculador de calidad de vapor en una mezcla saturada, y dentro de la Termored hay un simulador para el estudio de las unidades de temperatura en ambos sistemas de medidas (Sistema internacional y sistema inglés). Se ha

---

<sup>14</sup> Josiah Williard Gibbs. Fue el primer doctor titulado en los Estados Unidos en la Universidad de Yale, realizó grandes contribuciones a la termodinámica, en especial al equilibrio de fases y el equilibrio químico con su regla de las fases de la que se deduce el postulado de estado.

colocado también un simulador de compresión isotérmica que permite comparar el modelo de gas real con el de gas ideal y muestra el proceso de compresión en la carta generalizada de compresibilidad.

### 3.3 UBICACIÓN

Los archivos que componen la Termored se encuentran alojados en el servidor gavilán de la Universidad Industrial de Santander, se puede acceder a ella desde la siguiente ruta: ingresando al portal del profesor Iván Hurtado <http://gavilan.uis.edu.co/~ihurtado/> se hace clic en la pestaña docencia, luego en Termodinámica 1 y en la página se busca en enlace Termored UIS dentro del material de soporte. Si no se desea realizar todo este proceso se puede ir directamente al siguiente enlace: <http://gavilan.uis.edu.co/~ihurtado/docencia/asignatura1/termoweb/index.html>

También se han colocado los archivos en un servidor de hosting gratuito para que en caso de que el servidor de la universidad se caiga o presente fallas se pueda acceder a la Termored. La dirección es <http://termoweb.unlugar.com>, desde aquí los estudiantes pueden observar los contenidos y realizar las actividades propuestas.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se cumplieron satisfactoriamente los objetivos propuestos
- Se elaboró el diseño instruccional para la asignatura Termodinámica 1 basado en competencias siguiendo la metodología del proyecto Prospetic y de la escuela de educación de la Universidad Industrial de Santander.
- Se construyeron las tablas de saberes para la asignatura Termodinámica 1, en ellas se resalta la necesidad de la participación activa del estudiante como principal gestor de su proceso de aprendizaje.
- Se organizó y puso en marcha el portal del profesor Ing. MSc. José Iván Hurtado Hidalgo bajo la dirección del CENTIC y dentro del marco del proyecto institucional Prospetic. Se probó con estudiantes durante el primer semestre académico de 2007, se comprobó la aceptación de los estudiantes al aprendizaje soportado con tecnologías de información y comunicación.
- Se desarrolló un objeto de aprendizaje denominado Termored UIS 1.0 que facilita mediante la presentación de gráficos, la realización de actividades de autoformación y modelos teóricos del mundo real el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica clásica.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar continuidad a este proyecto ejecutando la fase dos, cuyo objetivo debe ser la implementación de ayudas didácticas u objetos de aprendizaje basados en las TIC's para los demás temas y módulos de la asignatura Termodinámica 1.
- Es conveniente asumir como alternativa complementaria de la actividad convencional de instrucción en el aula el uso de las TIC's en la asignatura Termodinámica 2, que se dicta a los estudiantes de ingeniería mecánica, y que ofrece un panorama muy atractivo de aplicaciones prácticas del orden didáctico. Con el presente proyecto se desarrollo un primer paso al incluir esta asignatura dentro del menú docencia del portal del profesor, pero se debe continuar generando ayudas audiovisuales para el aprendizaje.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**BLOOM, Benjamín.** Taxonomía de los verbos de la Educación: Clasificación de las Metas Emocionales. Manuales I y II. 7 Ed. Buenos Aires: El Ateneo, 1979

**COLL, César.** Psicología y currículo: Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículo escolar

**ÇENGEL, Yunus y BOLES, Michael.** Thermodynamics An Engineering Approach. 5 Ed. New York: McGraw-Hill, 2006

**FLOREZ OCHOA, Rafael.** Evaluación pedagógica y cognición. Bogotá: McGraw-Hill interamericana, 1999

**NAKAYAMA, Y.** Introduction to Fluid Mechanics. Londres. Butterworth Heinemann. 2000

**RÍOS, Luis Guillermo y MUSTAFÁ, Yamal.** Primera ley de la termodinámica: Sistemas Físicos Cerrados. Trabajo elaborado por los profesores asistentes de la Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2006

**SONNTAG, Richard E.; BORGNAKKE, Claus y VAN WYLEN, Gordon.** Fundamental of Thermodynamics. 6 Ed. Nueva York: John Wiley and Sons, 2003

**VERGEL, Dania; RAMIREZ, Doris; ESTRADA, Lilia.** Propuesta metodológica para el diseño e implementación de diseños curriculares bajo la visión de competencias para asignaturas de programas de formación profesional. UIS. 2005

**WINTERBONE, Desmond E.** Advance Thermodynamics for Engineers. Londres. Arnold. Copublicado por Nueva York: John Wiley and Sons. 1997