

# Termodinámica general: una experiencia de formación por competencias



## General thermodynamics: a competence-based education experience

### Alberto Esteban Martínez Monasterios

mmae1983@hotmail.com

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería  
Departamento de Física. Valencia, edo. Carabobo. Venezuela

### Karen Graciela Petit Díaz

karen.petit.diaz@gmail.com

Universidad Nacional Experimental  
"Francisco de Miranda". Departamento de Idiomas  
Santa Ana de Coro, Municipio Miranda  
Estado Falcón. Venezuela

### Semia Rafeh de Maddah

semiara@gmail.com

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería  
Departamento de Física  
Valencia, estado Carabobo. Venezuela



Artículo recibido: 20/01/2014  
Aceptado para publicación: 15/05/2014

## Resumen

En vista del distanciamiento que existe entre la exposición actual de contenidos y las exigencias del contexto laboral, específicamente en la unidad curricular Termodinámica General de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo, se propone un diseño de Unidad Curricular por competencias centrado en el aprendizaje de los estudiantes. En el diseño instruccional propuesto se organizan las secuencias de aprendizaje a partir de las competencias que deben desarrollar los estudiantes, considerando el perfil de egreso del Ingeniero Industrial. El estudio se enmarca en una investigación curricular de tipo descriptivo apoyado en el modelo FOCDERE. El resultado consiste en un diseño que pretende acercar a los educandos a la función laboral, incluyendo otros campos no menos importantes, como la sociedad y la familia.

**Palabras clave:** Diseño instruccional, competencias, aprendizaje, Focdere.

## Abstract

*Due to the existing distancing between current contents and the demands of actual work life, more specifically in the General Thermodynamics curricular unit of Industrial Engineering studies at Carabobo University, the design of a competences-based curricular unit focused on students' learning is proposed. In this instructional design, the learning sequences are organized from the competences that students should develop, taking into account the Industrial Engineers graduate profile at the university. The study is framed within a descriptive curricular research, supported on the FOCDERE model. The result is a design that pursues to bring students closer to their later work life, including no less important areas, such as society and family.*

**Keywords:** Instructional design, competences, learning, Focdere.

## Introducción

Desde hace algunos años la educación universitaria ha experimentado cambios en función de los avances de la humanidad. Sin embargo, en algunos países los cambios profundos que otorgan protagonismo social a sus actores desde el replanteamiento del rol de las universidades y los ideales que los ciudadanos de cada país deberían tener para dar soluciones, propuestas y aportes a su entorno global de forma ética, aún se esperan. De acuerdo con Escalante, Moreno y Graffe (2011) es importante considerar que la educación universitaria “está en la obligación de asumir un reto protagónico frente a las dificultades, cambios y transformaciones que deben solventarse o emprenderse para posibilitar el desarrollo sostenible de las sociedades, sobre todo de las naciones en estado de pobreza” (p. 30).

En este sentido, la formación profesional tiene como propósito fundamental la preparación de los estudiantes para el ejercicio eficaz de las actividades propias del campo laboral, proporcionándoles el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para su correcto desempeño y la práctica plena de su ciudadanía. Atendiendo a estas necesidades, la UNESCO (2008), a través del Plan de Acción de la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y el Caribe, destaca que en dicho nivel es menester:

Desarrollar nuevos currículos, modelos educativos y estrategias pedagógicas, atentos a los nuevos contextos, a la formación integral y a las relaciones de los profesionales con el mercado de trabajo, que posibiliten mayores opciones para los estudiantes al interior de los sistemas, con currículos flexibles que les faciliten un tránsito por sus estructuras, promuevan nuevas trayectorias, inclusive con perspectivas inter, multi y trans-disciplinarias, y permitan el intercambio con otras instituciones nacionales o internacionales. (p. 5).

Este planteamiento confirma la concepción que se tiene actualmente acerca del deber ser de la educación universitaria, la cual es enfatizada por Checchia (2009) quien afirma que “una educación superior que se limitara al dominio del conocer, dejaría a los graduados en situación de vulnerabilidad en el ámbito de la acción” (p. 2). En este contexto, algunos países como España, Chile y Colombia han implementado cambios importantes basados en la revisión y diseño de nuevos currículos, donde se aprecia la exaltación de la condición humana, articulando el proceso de formación como ciudadano sobre la base de aprendizajes

que tengan como sustento la combinación de los diversos saberes (ser, hacer, conocer y convivir), llevando de este modo al tope el tema de la formación por competencias.

Precisamente, sobre el enfoque por competencias, diversos autores han destacado que propicia el protagonismo del estudiante como ente que procesa y construye el conocimiento, acercándolo a la realidad en la que va a actuar, en vez de centrarse sólo en la transferencia de contenidos. En razón de ello, se sostiene que “los nuevos espacios de convergencia en educación superior parten de una decisión estratégica que apunta al desarrollo curricular por competencias y a partir de ahí, la de configurar la formación en función del estudiante” (Checchia, 2009, p. 3).

Basados en el desarrollo curricular por competencias como una estrategia que promueve la inserción del estudiante en el contexto laboral cabe destacar a Tobón (2006) quien afirma que las competencias “constituyen la base fundamental para orientar el currículo, la docencia, el aprendizaje y la evaluación desde un marco de calidad, ya que brinda principios, indicadores y herramientas para hacerlo, más que cualquier otro enfoque educativo” (p. 1).

Además, entre los avances en la formación por competencias en el ámbito internacional cabe destacar el Proyecto Tuning-América Latina, en el cual Beneitone, Esquetini, González, Maletá, Siufi y Wagenaar (2007) describen detalladamente la labor de consenso que se persigue en la titulación de los profesionales para facilitar la movilidad de los mismos en esta región, con miras al nivel mundial. Esto lo hacen “desde el punto de vista de las competencias que los poseedores de dichos títulos serían capaces de alcanzar. De esta forma, el inicio del proyecto está dado por la búsqueda de puntos comunes de referencia, centrados en las competencias” (p. 15).

El Proyecto Tuning también enfatiza la necesidad de dedicar especial atención a cómo los estudiantes desarrollan su estudio y aprendizaje, donde convergen un conjunto de nociones conceptuales relacionadas con modelos de enseñanza que sugieren una visión holística, tanto del proceso de aprendizaje que surge de la enseñanza, como el de la enseñanza que propicia el aprendizaje; desde esta perspectiva, se involucran aspectos más amplios del desarrollo cognoscitivo del estudiante, estableciendo una clara vinculación entre lo que espera aprender y el propósito de lo que se va a aprender, logrando mayor pertinencia social y teniendo como base el humanismo.

La concepción paradigmática descrita demanda una cultura curricular de aprendizaje contextual y potencialidad del trabajo en grupo, sustentada en los conceptos de calidad, centros de interés y en los temas transversales, la inter y la transdisciplinariedad, interpretando las competencias desde una visión compleja, versátil y polivalente. Al respecto, la Comisión Nacional de Currículo (2010) indica que:

La formación basada en competencias constituye una propuesta que parte del aprendizaje relevante y se orienta al desarrollo humano integral, como condición esencial de todo proyecto pedagógico, para responder a una realidad social vinculada a diver-

sos contextos, aportando a la construcción y transformación de la realidad, integrando los saberes, teniendo en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades sociales colectivas o individuales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto, asumiendo las consecuencias de los actos y buscando el bienestar colectivo. (p. 30).

## 1. Contextualización de la propuesta

Una de las tareas imprescindibles para las universidades nacionales consiste en la reformulación de sus programas académicos, muchos de los cuales continúan con una visión cerrada y parcelada del aprendizaje donde los conocimientos son divididos en asignaturas, obviando la complejidad multimodal, complementaria e integradora del hecho educativo y donde se conjuguen eficazmente los elementos que garanticen la formación de ciudadanos integrales.

Aular de Durán (2011) advierte que “una de las mayores debilidades de las universidades autónomas ha sido su lentitud para incorporar cambios en las estructuras curriculares que les permitan interactuar con mayor eficiencia con la sociedad” (p. 1). De hecho, es notorio que la mayoría de las orientaciones mencionadas aún no han sido consideradas por gran parte de las universidades del país, lo cual acentúa la necesidad de mecanismos de evaluación curricular eficaces a fin de juzgar posibles decisiones que conduzcan hacia la excelencia institucional.

Actualmente algunas de las políticas en materia de educación universitaria en el país consideran la formación por competencias como un enfoque viable dentro de las prácticas educativas. Este es el caso de la Comisión Nacional de Currículo (2010), en cuyo documento sobre Orientaciones para la transformación curricular universitaria del siglo XXI asume la tarea “de impulsar la construcción de diseños curriculares integrales y flexibles, centrados en el aprendizaje, que propicien el desarrollo de competencias, para responder a las necesidades regionales, nacionales y a las tendencias internacionales” (p. 29).

En el caso particular de la Universidad de Carabobo, los esfuerzos en el ámbito curricular de los últimos años se han dirigido a incorporar en sus políticas educativas aquellas disposiciones emanadas de los órganos rectores nacionales e internacionales pertinentes, de las cuales destacan la aprobación por parte del Consejo Universitario del Reglamento General de Desarrollo Curricular (2006) y las Políticas Académicas Curriculares (2011) de la institución, donde se asume la formación por competencias en todos los diseños curriculares de cada carrera corta o larga y programas de postgrado.

Todas estas acciones ratifican el compromiso que tiene esta universidad no sólo con la búsqueda de la excelencia académica, sino también con el desarrollo integral de la Nación, lo cual es congruente con lo concebido en su misión y visión institucional, teniendo claro que el principal referente para evaluar a estas instituciones consis-

te en compararlas consigo mismas, es decir, con lo que proponen a través de su misión y visión en un momento determinado.

Cabe destacar, que la Universidad de Carabobo ofrece, como muchas otras instituciones de educación universitaria en el país, la posibilidad de cursar estudios en distintas especialidades de Ingeniería (industrial, eléctrica, mecánica, química, civil y telecomunicaciones), para lo cual se han estructurado programas con el objeto de formar profesionales “preparados para identificar los problemas de creación de bienes y servicios en la satisfacción de necesidades sociales y dar soluciones mediante el análisis, la investigación, el diseño, la construcción, la operación y mantenimiento de sistemas productivos” (Avellán, 1996, p. 19).

La profesión de ingeniería, de acuerdo con Guevara (2005) “consiste de individuos con un conocimiento básico común de matemáticas, física, química y la habilidad para resolver problemas complejos” (p. 36). En razón de ello, se destaca que tanto en Venezuela, como en otros países, la mayoría de las escuelas de ingeniería incluyen en sus planes de estudios algunos cursos que proveen a sus estudiantes conocimientos de matemáticas, ciencias básicas y ciencias de ingeniería (*ob. cit.*, p. 37).

En el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial, la unidad curricular Termodinámica General está inserta a nivel del cuarto semestre y se ocupa de la formación del estudiante en el aprendizaje de los principios básicos de la profesión relacionados con el análisis de sistemas energéticos, lo cual constituye la base para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la ingeniería térmica en la industria.

La comprensión del funcionamiento y manejo de distintos dispositivos y equipos utilizados en la industria son de importancia en la formación de dichos profesionales, ya que con ello se busca anclar sólidos conocimientos sobre la aplicación de la primera y segunda ley de la termodinámica y el uso racional de la energía requerida, manteniendo el equilibrio entre los recursos utilizados, las necesidades presentes y futuras de la sociedad y los beneficios económicos obtenidos. Conforme con lo anterior, Cengel y Boles (2012) puntualizan que

En la naturaleza, todas las actividades tienen que ver con cierta interacción entre la energía y la materia; por consiguiente, es difícil imaginar un área que no se relacione de alguna manera con la termodinámica. Por lo tanto, desarrollar una buena comprensión de los principios básicos de esta ciencia ha sido durante mucho tiempo parte esencial de la educación en ingeniería. (p. 3).

La Ingeniería Industrial se define como una “disciplina que mezcla los conocimientos de las ciencias físicas y matemáticas con las ciencias sociales y los principios del análisis de ingeniería para diseñar sistemas integrados capaces de prestar servicios o producir bienes” (Guevara, 2005, p. 31); de allí que el carácter inter y transdisciplinario de esta carrera justifica plenamente la inclusión de la unidad curricular Termodinámica General en su plan de estudios, ya

que la misma se propone orientar a estos estudiantes sobre la significación de la energía y su manejo, lo cual es necesario para dirigir procesos industriales.

La termodinámica se ocupa de describir las interrelaciones entre los fenómenos mecánicos, térmicos y químicos, con el propósito de estudiar las conversiones de unas formas de energía en otras. Por lo tanto, dado que el Ingeniero Industrial analiza, diseña y/o maneja equipos donde se llevan a cabo procesos que involucran dichos fenómenos, requiere conocer los principios que le permitan cuantificar los recursos energéticos y la forma de aprovecharlos lo mejor posible, con el propósito de tomar las decisiones apropiadas según las exigencias de trabajo.

Aunque los avances en materia de transformación curricular en la Universidad de Carabobo han sido considerables, es menester tratar el caso específico de la Facultad de Ingeniería, organización académica que lamentablemente se ha quedado rezagada en la realización, adopción e implementación de las actividades de investigación, desarrollo y evaluación curricular previstas por la Dirección General de Docencia y Desarrollo Curricular de la institución, de acuerdo con los reglamentos vigentes.

Al momento, ninguno de los programas de esta Facultad han sido reestructurados al enfoque por competencias y específicamente, en el caso de Termodinámica General, adscrita al Departamento de Física, no se tienen evidencias de cuando se realizó su última revisión; de hecho, se dispone de distintas versiones del programa sinóptico de la misma, sin que se tenga certeza sobre cuál de todas representa el documento oficial. De modo que, las características básicas de la unidad curricular Termodinámica General preexistente, se muestran a través de su programa sinóptico en la Figura 1.

En esta tesitura y en cuanto a la gestión curricular desde el enfoque por competencias, se presenta esta experiencia piloto que servirá como referente para la transformación de la unidad curricular de Termodinámica General y del resto de las unidades curriculares que constituyen el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial. Además, por medio de este diseño también se contribuye con la generación permanente de conocimiento porque se incentiva la investigación, el buen manejo de los recursos disponibles y la revisión bibliográfica actualizada, lo cual redundará en el mejoramiento del desempeño docente y por ende contribuye a mantener la vigencia académica y social de los programas. Dada la significativa importancia que representa la planificación instruccional para un proceso de enseñanza exitoso, se considera oportuno conocer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial en relación con otras asignaturas del mismo eje y el perfil de egreso de la carrera.

Ante esta situación, la propuesta de diseño instruccional para la unidad curricular Termodinámica General pretende satisfacer las necesidades de conocimiento del estudiante sobre la mencionada ciencia a través de un producto basado en los intereses de los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial. También, los mediadores

dispondrán de un diseño realista pero flexible que puede servir como modelo para otros diseños, constituyéndose en una referencia al momento de desarrollarse nuevos trabajos que abarquen este tema innovador, trayendo consecuencias positivas en el área de enseñanza en Ingeniería.

Entonces, crear este diseño instruccional para el desarrollo de competencias, de acuerdo con Arriola, Sánchez, Romero, Ortega, Rodríguez y Gastelú (2007) permitirá definir claramente “los objetivos de la capacitación, el tipo de conocimiento que se enseñará, las estrategias instruccionales que se utilizarán y las tareas esenciales para el aprendizaje, así como los resultados del mismo” (p. 82). Igualmente, se dará cumplimiento a lo establecido en el artículo 14 de la *Ley orgánica de educación* (2009):

La didáctica está centrada en los procesos que tienen como eje la investigación, la creatividad y la innovación, lo cual permite adecuar las estrategias, los recursos y la organización del aula, a partir de la diversidad de intereses y necesidades de los y las estudiantes. (p. 17).

Por lo tanto, para cumplir los objetivos planteados y así lograr una mayor eficacia de la educación universitaria en relación con las demandas de calidad, es indispensable propiciar transformaciones en sus diseños curriculares y, en general, de la concepción de todo el sistema educativo venezolano. De modo que el diseño que se propone pasará a reconocer el contexto laboral y las necesidades sociales del momento, contándose así con una visión más precisa y holística de esa realidad. Para dar dirección a lo expuesto anteriormente, se tiene como objetivo:

Proponer un diseño instruccional para la unidad curricular Termodinámica General, perteneciente al cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial que dicta la Universidad de Carabobo, desde el enfoque por competencias, usando el modelo FOCDERE.

## 2. Argumentación teórica

### 2.1. Enfoque por competencias

Tomando en cuenta la perspectiva amplia que proporciona la determinación de las competencias que se deben desarrollar en los estudiantes, es menester mencionar las cualidades de este enfoque, el cual según Cázares (2011) hace referencia “a una manera de ver, clarificar y observar el acto educativo. El enfoque por competencias organiza el acto educativo por cuatro saberes fundamentales: saber, saber hacer, saber ser, saber transferir” (p. 25). Asimismo, la citada autora agrega el saber metacognitivo “donde el alumno será capaz de reconocer la propia construcción de su aprendizaje y el saber crear, para atender la construcción de la creatividad y la innovación” (*ob. cit.*, p. 26). Una de las clasificaciones más extendidas en el ámbito académico consiste en dividir las competencias en genéricas y específicas; desde esta perspectiva, Tobón (2006) explica que:

Las competencias genéricas se refieren a las competencias que son comunes a una rama profesional



PROGRAMA SINÓPTICO					
DEPARTAMENTO Y/O CÁTEDRA: <u>FÍSICA</u> REQUISITO: <u>FI3B02 + MA3B05</u> FECHA: <u>1/2010</u>					
ÁREA DE FORMACIÓN: <u>CIENCIA BÁSICA</u> CARÁCTER: <u>OBLIGATORIO</u>					
CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	HT UC
<b>FI4B05</b>	<b>TERMODINÁMICA GENERAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4 3.5</b>
<b>JUSTIFICACIÓN:</b> La asignatura instruye al estudiante sobre la significación de la energía y su manejo, necesario para dirigir procesos industriales. Proporciona el entrenamiento básico para manejar la transferencia de calor y decidir sobre la factibilidad de los procesos que desee desarrollar.					
<b>OBJETIVO GENERAL:</b> El estudiante podrá: a) Aplicar el principio de conversión de la energía en la solución de problemas energéticos reales. b) Aplicar el 2º principio de la termodinámica para estudiar la factibilidad de procesos. c) Calcular rendimientos de los ciclos productores de trabajo. d) Analizar procesos donde el agua es la sustancia de trabajo.					
<b>CONTENIDOS:</b> I. <b>CONCEPTOS BÁSICOS.</b> La termodinámica: definición y alcance. Sistemas termodinámicos, fronteras, ambiente y universo. Sistemas abiertos y cerrados. Estado de un sistema. Estados de equilibrio y de no equilibrio. Funciones y variables de estado. Funciones de estado intensivas y extensivas. Funciones específicas y específicas molares. Algunos sistemas termodinámicos. Sistemas químicos, láminas superficiales, sólidos paramagnéticos, hilos estirados, pilas reversibles. II. <b>LEY CERO Y TEMPERATURA.</b> Introducción y noción sensorial de temperatura. Equilibrio térmico de un sistema. Paredes de separación (fronteras) adiabáticas y diatérmicas. Equilibrio térmico entre dos sistemas. Ley cero de la termodinámica y la temperatura como una propiedad de los sistemas termodinámicos. La función temperatura. Termómetros y escalas de temperatura empírica. Comparación de termómetros. Termómetros de gas y escala de temperatura de los gases perfectos. Otras escalas de temperatura de los gases perfectos. Otras escalas de temperaturas: escalas Celsius, escala Fahrenheit, escala internacional de temperaturas. Equivalencias entre las distintas escalas de temperaturas. III. <b>EQUILIBRIO TERMODINÁMICO Y TRANSFORMACIONES TERMODINÁMICAS.</b> Equilibrio termodinámico: definición. Ecuaciones de estado. Espacio termodinámico de configuración. Variedad termodinámica asociada a un sistema. Ecuaciones de estado de diversos sistemas termodinámicos. Transformaciones y modificaciones del estado de un sistema. Transformaciones cuasiestáticas reversibles e irreversibles. Ejemplo. Transformaciones no cuasiestáticas. Ejemplo. IV. <b>PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Trabajo en termodinámica: Definición trabajo interno y trabajo externo. Signo de trabajo. Trabajo en los sistemas químicos. Diagrama P-V o de Clapeyron. Trabajo en otros sistemas termodinámicos: hilos estirados, células galvánicas, sustancias paramagnéticas, láminas superficiales. Definición calorimétrica del calor y de procesos adiabáticos. Formulación literal del primer principio de la termodinámica. Isoenergéticas. Energía de los sistemas termodinámicos. Energía interna. Definición termodinámica de calor. Formulación matemática del primer principio para sistemas cerrados e ideas que involucra. Precisión matemática de los conceptos de intercambio de calor y trabajo. Aplicaciones del primer principio a ciertas transformaciones. Expansión libre adiabática y transformaciones cíclicas. Aplicación del primer principio a sistemas químicos. Capacidades caloríficas y calores específicos a volumen y presión constante. Entalpía. Expresión de la energía interna de los sistemas químicos. Expresión de la forma de calor para los sistemas químicos. Gases perfectos. Definición. Índice isentrópico. Expresión de la energía interna y del calor para los gases perfectos. Transformaciones adiabáticas de un gas perfecto. V. <b>TRANSFERENCIA DE CALOR.</b> Conducción, radiación, convección. VI. <b>SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Fuentes térmicas. Conversión de trabajo en calor y viceversa. Máquinas térmicas. Rendimiento de una máquina térmica. Formulación literal del segundo principio. Postulados de Kelvin-Planck, de Clausius y el de la suma de los sistemas termodinámicos. Formulación matemática del segundo principio. Temperatura termodinámica: definición y propiedades de las escalas de temperaturas termodinámicas. Equivalencia de las escalas de temperaturas termodinámicas y la de los gases perfectos. Ciclo de Carnot. Entropía: definición. Cálculo del incremento de entropía. Entropía de un gas perfecto. Principio de incremento de entropía del universo: enunciado y aplicaciones. Energía no utilizable. VII. <b>APLICACIONES DEL SEGUNDO PRINCIPIO.</b> Combinación del primero y segundo principio. Relación de Maxwell. Otras relaciones en termodinámica como por ejemplo: $c_v = T(\partial s / \partial T)_v$ ; $c_p = T(\partial s / \partial T)_p$ ; $c_p - c_v = T\beta^2 v/k$ . La función de Helmholtz y la función de Gibbs. VIII. <b>PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL VAPOR DE AGUA.</b> Psicrometría.					
<b>ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA:</b> Exposición y discusión de contenidos. Demostraciones de fenómenos y equipos de clase. Realización de ejercicios y problemas. Ilustración de contenidos con ejemplos. Análisis de situaciones problemáticas.					

Fig. 1. Programa sinóptico preexistente de Termodinámica General.

(por ejemplo, salud, ingeniería, educación) o a todas las profesiones. Finalmente, las competencias específicas, a diferencia de las competencias genéricas, son propias de cada profesión y le dan identidad a una ocupación (en este sentido, hablamos de las competencias específicas del profesional en educación física, del profesional en ingeniería de sistemas o del profesional en psicología). (p. 12).

Debe acotarse que el Proyecto Tuning-América Latina que también agrupa las competencias en genéricas y específicas promueve que se deben tomar en cuenta en las instituciones de educación universitaria para el desarrollo de sus programas de estudios, considerando el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se espera que los estudiantes dominen al término de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Por tanto, la propuesta toma este aporte como una referencia fundamental para el establecimiento de las competencias que se desean lograr en cada uno de los estudiantes en su ámbito de estudio, según el perfil de egreso previamente establecido. La Comisión Nacional de Currículo (2010), quien después de hacer una revisión del término competencia en el ámbito laboral y educativo, propone la siguiente definición:

Conocimientos, habilidades, disposiciones, conductas y compromisos que las personas manifiestan en el desempeño idóneo en diversas actividades personales, ciudadanas y profesionales integrando el ser, el saber, el hacer, el convivir y el emprender, enmarcado en la ética y en valores tales como la libertad, la igualdad, la justicia, la responsabilidad, la solidaridad y la tolerancia. (p. 31).

En este tramado de consideraciones, se aprecia como la conceptualización teórica reviste gran importancia ya que representa el conjunto de preceptos, análisis y constructos provenientes de la experiencia en la práctica docente que se constituye en fundamentos para el diseñador instruccional, quien debe mantener una postura crítica con el propósito de otorgar la pertinencia correspondiente a la selección de dichos componentes. Los planteamientos anteriores son congruentes con lo planteado por Morin (1999) sobre el peligro de la parcelación del conocimiento cuando el mismo se fundamenta en exposición de contenidos y no en saberes.

En la formación basada en competencias también se utilizan aliados metodológicos, entre los cuales, según Cázares (2011) se precisan los siguientes: Aprender a aprender, aprendizaje cooperativo, aprendizaje significativo y constructivismo, entre otros (pp. 30-33). Para efectos de la presente investigación se considera lo señalado por dicha autora en cuanto a que las competencias:

Tienen un carácter particularmente constructivista, ya que en el desarrollo de las competencias del hacer se entrelazan los ámbitos de la competencia del saber ser, saber y, sobre todo, del saber transferir, que es uno de los puntos medulares del enfoque constructivista. De la misma manera que un alumno construye su aprendizaje, podemos entender la construcción de una competencia. (p. 33).

Para alcanzar estos objetivos, es necesario dejar de centrarse en los saberes propios y particulares de una disciplina para trascender hacia una nueva flexibilidad inter-subjetiva, complementaria, dialogante y dialéctica de las competencias. Con ello, se intenta redescubrir esos procesos metacognitivos que los estudiantes son hábiles de concebir y realizar hasta alcanzar el desarrollo autónomo y autoeficaz de sus aptitudes, actitudes, comportamientos y valores, con el propósito de asegurar el logro de las metas establecidas y fortalecer su proyecto ético de vida. Es así como se reafirman, dentro de la formación integral del ser humano, escenarios donde el individuo está llamado a ser partícipe y crítico de su realidad particular desde los diversos tópicos que constituyen las dimensiones de su propia existencia.

## 2.2. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo es una forma asociativa que se enmarca dentro de las distintas formas de trabajo en grupo. Se caracteriza por tratarse de una metodología activa donde las experiencias desempeñan un rol importante de un modelo interaccionista de enseñanza y de aprendizaje. Para García (2010), “el punto de partida de esta metodología de enseñanza es la idea de Vigotsky de que una buena comunicación y una actividad conjunta de los estudiantes en colaboración es la forma más adecuada para lograr un aprendizaje efectivo” (p. 117). Este aprendizaje “permite a los estudiantes tener una enorme ventaja en comparación con la enseñanza tradicional, ya que un grupo de trabajo siempre es más eficiente que una persona aislada.” (García, 2010, p. 117). De modo que el mediador sólo “estimula a sus estudiantes para valorar la importancia de sus propios conocimientos, así como la manera en que éstos pueden ser expandidos a partir de nuevos puntos de vista y de nueva información” (*ob. cit.*, p.117).

El aprendizaje cooperativo no sólo aumenta las posibilidades de que ocurra un aprendizaje significativo en los estudiantes sino que fortalece las relaciones interpersonales en el aula de clases al crear un clima psicológico de armonía, situación que disminuye el filtro afectivo y promueve la adquisición de conocimientos de manera real. No obstante, la implementación de actividades en grupo por parte del docente dependerá del contenido y de los resultados que arroje el análisis de necesidades aplicado a la audiencia en cuanto a este sistema de trabajo.

## 2.3. Aprendizaje basado en problemas

El currículo de ingeniería, según Guevara (2005) se concibe principalmente “para enseñar a los estudiantes los métodos básicos requeridos para resolver problemas exitosamente. Esto incluye procedimientos de análisis del problema dentro de un proceso de toma de decisiones orientada a la solución óptima” (p. 36). Por ello, una de las teorías en la que se suele enmarcar la enseñanza en este ámbito es la teoría del aprendizaje cognitivo, donde se plantea que “el aprendizaje es un proceso interno que no puede obser-

vase directamente y que implica un cambio en la forma de responder de una persona ante las situaciones que se le presentan” (Arriola, et al. 2007, p. 18).

Se pone de manifiesto la necesidad de adaptar los programas o diseños instruccionales a la situación que se presenta, tomando como base las características de la audiencia y los objetivos terminales del mismo. Desde una perspectiva pragmática, la tarea del mediador es la de encontrar aquellas estrategias que sí funcionan y aplicarlas. Aunado a esto, como las personas tienen diferentes estilos de aprendizajes, es necesario crear diseños instruccionales flexibles que permitan la aplicación de distintas teorías y no de una en particular. Es por ello, que para dar respuesta a las diversas necesidades del estudiantado se requiere de un conjunto de herramientas pedagógicas que permita a los mediadores satisfacerlas.

Arriola, et al. (2007) indican que una de las aplicaciones del enfoque cognitivo consiste en el aprendizaje basado en problemas, congruente con las prácticas pedagógicas en el área de ingeniería y el cual “parte de que una forma esencial del aprendizaje humano se basa en el análisis de problemas reales, y considera que esta habilidad se puede desarrollar y mejorar bajo la supervisión de un instructor y siguiendo una metodología probada” (p. 19). Por consiguiente, el aprendizaje basado en problemas es una base fundamental para la elaboración del diseño propuesto ya que determina la selección de las estrategias que lo respaldan con el fin de proporcionar diversidad de medios que faciliten a los estudiantes el aprendizaje significativo de la termodinámica.

## 2.4. Modelo FOCDERE

El diseño instruccional se refiere a la planificación, ejecución y evaluación del conjunto de situaciones de enseñanza y de aprendizaje en un contexto determinado. Al respecto, se han estructurado modelos o representaciones que organizan un conjunto de elementos del proceso instruccional en forma secuencial, partiendo del apoyo de las teorías instruccionales y del aprendizaje. Es evidente que el diseño instruccional está relacionado con el desarrollo del currículo; por ello, los fundamentos teóricos en los cuales se apoya el modelo seleccionado deben ser congruentes con las bases que lo sustentan, así como con los lineamientos curriculares de la institución, el perfil de egreso, los objetivos y el soporte de un modelo pedagógico, en el marco del contexto donde se inserta.

El modelo de instrucción para una mejor enseñanza, mostrado en la Figura 2 y propuesto por Páez y León (1996), “está concebido en forma globalizante, es decir, puede ser usado para orientar la planificación de la actividad docente en casi todas las asignaturas que integran la *pensa* de estudios de nuestras instituciones educativas” (p. 25). Se trata de un modelo “bastante sencillo, cuya implantación no requiere de mucho esfuerzo por parte del docente” (*ob. cit.*, p. 29).

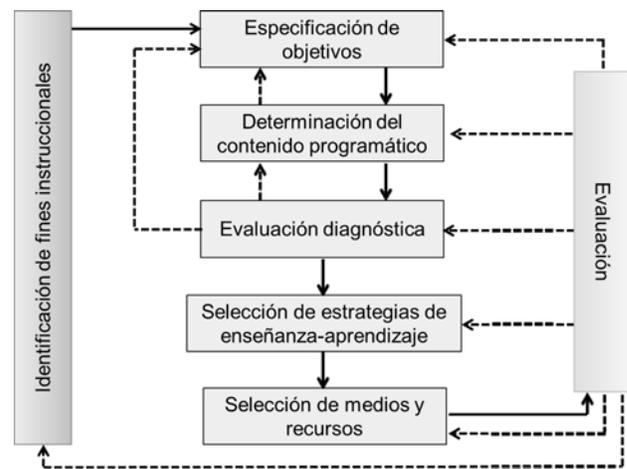


Fig. 2. Representación gráfica del modelo instruccional FOCDERE. Fuente: Páez & León (1996).

## 3. Aspectos metodológicos

La propuesta de este diseño instruccional se ubica dentro de los esquemas de los estudios de tipo descriptivo, por cuanto consiste en la caracterización de un hecho con el propósito de reconocer y establecer su estructura; de allí que, este estudio sea reconocido como tal puesto que planteó la situación estudiada como ocurre en la realidad, sin manipulación alguna, con todos sus rasgos y características en un momento único del tiempo y condujo a transformar o cambiar la situación educativa abordada. En este sentido, el estudio se centró, en una primera fase de su desarrollo, en interpretar los aspectos objetivos de la variable, a los fines de formular las alternativas de solución pertinentes.

La investigación concluye en un proyecto factible, el cual consiste en la “elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2006, p. 21).

De igual manera, por tratarse de un trabajo directamente vinculado con la metodología de la investigación curricular, es importante señalar que el mismo se circunscribe a los lineamientos operativos del modelo FOCDERE (Páez & León, 1996). En el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, no se dispone de un modelo específico para la elaboración de diseños instruccionales y el modelo FOCDERE permite la integración del enfoque por competencias en distintas fases según corresponda, por ello, se decidió el empleo del modelo mencionado.

Para la incorporación de las competencias en esta propuesta, se atiende a lo indicado por Tobón (2006), quien afirma que estas constituyen un enfoque puesto que solo se focalizan en aspectos específicos de la docencia, del aprendizaje y de la evaluación, a la vez que puede llevarse a cabo a partir de cualquiera de los modelos pedagógicos existentes, o desde una combinación de ellos (pp. 1-2).

A los efectos de la determinación de la población, se consideró un número diverso de sujetos informantes de base a consultar, los cuales fueron organizados en distintas áreas objeto de consulta, a saber: expertos, especialistas, docentes, egresados y estudiantes. De forma más precisa, el grupo de estudio estuvo conformado por miembros del personal docente adscrito al Departamento de Física, así como estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial que hubieren cursado las unidades curriculares afines con Termodinámica General (Física I, Laboratorio I de Física, Principios de Ingeniería Química, Procesos Químicos y Generación de Potencia) durante los años 2011-2012. Desde el punto de vista metodológico, en la Tabla 1 se muestra la variable principal considerada en el diseño.

Es de hacer notar que la información obtenida en cada fase se procesó antes de iniciar la siguiente, tomando en consideración también la secuencia propuesta en el modelo FOCDERE, adaptable a distintos contextos de instrucción, lo cual aunado a su fácil aplicación en el marco temporal que limitó este trabajo, justifica plenamente su uso para la estructuración de la propuesta, incorporando el enfoque de competencias de acuerdo con las tendencias actuales en planificación de la enseñanza. Desde esta perspectiva, se tiene el perfil de egreso como referencia al momento

de decidir en relación con los objetivos de aprendizaje, de allí derivarán los contenidos y en pasos siguientes, las estrategias.

Ya identificadas las competencias genéricas y específicas, indicadores de logro, niveles de competencias y saberes necesarios para el diseño instruccional, y considerando los resultados obtenidos una vez administrados los instrumentos de recolección de datos diseñados, se reconocen los requerimientos que se relacionan con las competencias que deben desarrollar los estudiantes, considerando además las nuevas ideas y teorías vinculadas con el diseño de programas, lo cual definirá la pertinencia del mismo.

Conocido el contexto de trabajo y partiendo de las competencias previamente definidas, se concretan los saberes que reflejan las competencias deseadas. Se eligen aquellos más relevantes y adecuados según el contexto del plan de estudios, puesto que no es posible enseñar todo lo que los estudiantes necesitarán a lo largo de su vida; de ahí, que se propone la enseñanza de lo fundamental a través de las estrategias que les permitan seguir aprendiendo en el futuro.

También se consideraron variables tales como recursos materiales, posibilidad de acceso a internet, servicio de biblioteca y herramientas para el desempeño docente, entre

**Tabla 1.** Matriz para la elaboración del diseño instruccional desde el enfoque por competencias.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Diseño instruccional para la unidad curricular Termodinámica General adscrita al Departamento de Física, desde el enfoque por competencias.	Planificación, ejecución y evaluación del conjunto de situaciones de enseñanza y de aprendizaje en un contexto determinado.	Procedimiento sistemático para la adecuación de los objetivos de aprendizaje, contenidos, estrategias y recursos en atención a la determinación de las necesidades instruccionales para el desarrollo de competencias en la unidad curricular Termodinámica General dictada por el Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería.	Identificación.	Presencia del nombre de la asignatura. Nombra los prerrequisitos. Señala la ubicación en el plan de estudios.
			Fundamentación.	Describe carácter de la asignatura, marco legal, modelo pedagógico base, audiencia y fundamentos teóricos.
			Idoneidad y pertinencia de las competencias.	Plantea las competencias adecuadas al área de especialidad y las necesidades instruccionales. Poseen secuencia lógica según su nivel de complejidad.
			Saberes e indicadores de logro.	Especifica los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales acordes con las competencias esperadas.
			Estrategias didácticas.	Describe métodos, técnicas y recursos necesarios.
			Estrategias de evaluación.	Indica el tipo, criterios e indicadores de evaluación. Señala las formas de participación. Nombra el tiempo y los recursos.
			Bibliografía.	Presenta las referencias consultadas y recomendadas con orden y vigencia.

otras, con el propósito de identificar las actividades que puedan realizarse con los recursos disponibles. Con este andamiaje, se concretan las fases presentes en el modelo FOCDERE, hasta crear el registro monográfico respectivo.

#### 4. Instrumento

Es indudable que para elaborar el diseño instruccional es necesario determinar las carencias y lo que el estudiante debe aprender; en ese orden de ideas, no es suficiente con identificar las necesidades, sino que se debe saber lo que los estudiantes ya conocen a fin de decidir cuáles requerimientos adicionales deberán ser cubiertos y el nivel de competencia esperado; en otras palabras, precisa ser comparado con el existente y la brecha entre ellos dos define carencias o deficiencias.

Páez y León (1996) señalan que la evaluación diagnóstica “es una gran ayuda para el docente en la selección de los materiales y estrategias de aprendizaje-enseñanza, necesarias para apoyar la instrucción” (p. 30). Por esta razón, dicha evaluación “intenta determinar el nivel de desarrollo en que se encuentra el alumno en relación a un objetivo instruccional específico. Objetivos en el dominio cognoscitivo pueden ser clasificados en varias categorías, con el propósito de hacer un diagnóstico” (*ob. cit.*, p. 56).

Como “la detección temprana de las necesidades, intereses y capacidades del educando es importante porque ellos pueden afectar el énfasis dado a cada elemento en el planteamiento de la instrucción” (*ob. cit.*, p. 57), en la presente investigación se estructuró la información necesaria para tal evaluación según se evidencia en la Tabla 2. De esta manera, se elaboró un cuestionario con el propósito de realizar sondeos de opinión a la población estudiantil involucrada, estructurándose en veintidós (22) ítems como se muestra.

También se desarrollaron entrevistas a expertos y especialistas cuyos resultados sirvieron de marco para la integra-

ción con el resto de los resultados en concordancia con el objetivo terminal de la investigación. Cada una de estas entrevistas se iniciaron con un procedimiento dialógico, consultando a los actores sobre los distintos elementos del diseño instruccional, según las competencias a desarrollar en el futuro profesional de Ingeniería Industrial. Esto fue posible a través de una guía de entrevista, estructurada según las características y posibles respuestas aportadas por el entrevistado.

#### 5. Resultados

##### 5.1. Competencias detectadas para la Unidad Curricular de Termodinámica General

A continuación se indican las competencias obtenidas para la elaboración del diseño instruccional de la unidad curricular Termodinámica General en términos de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y actitudes (ser y convivir), las cuales posteriormente fueron insertadas en las distintas unidades temáticas que constituyen el curso.

##### 5.2. Conocimientos (saber)

- Identifica el vocabulario específico relacionado con la termodinámica por medio de la definición precisa de conceptos básicos con la finalidad de formar una base sólida para el desarrollo de los principios de la termodinámica. El estudiante maneja la terminología técnica de interés empleada comúnmente en ingeniería e interpreta sus implicaciones en su escenario de desempeño.
- Explica los conceptos básicos de la termodinámica, como sistema, estado, postulado de estado, equilibrio, proceso y ciclo. Asimismo, maneja los conceptos de temperatura y presión como propiedades termodinámicas importantes en el análisis de los procesos industriales.
- Reconoce la importancia de la termodinámica en el campo de la ingeniería, estableciendo su alcance como

**Tabla 2.** Matriz sobre los criterios para la evaluación diagnóstica de la asignatura Termodinámica General.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Ítems
Evaluación diagnóstica sobre la situación actual de los estudiantes de la unidad curricular Termodinámica General.	Procedimiento para la recopilación de la información acerca de las capacidades, necesidades e intereses de los alumnos. (Páez & León, 1996, p. 30).	Proceso que permite conocer las condiciones de entrada de los estudiantes a fin de conocer la necesidad de modificar, incorporar o eliminar elementos en la planificación.	Relación con el perfil del egresado de Ingeniería Industrial.	1, 2, 3, 7, 8, 16.
			Los conocimientos previos permiten asimilar y acomodar los nuevos.	4, 5.
			Secuencia lógica de los objetivos de aprendizaje y su desarrollo.	6.
			Adecuación a los objetivos de aprendizaje y saberes.	9, 10, 11, 12, 17.
			Selección y adecuación de técnicas e instrumentos, formas de participación, tiempo y recursos.	13, 14, 15, 16.
Concordancia con las unidades curriculares afines.	18, 19, 20, 21, 22.			

herramienta para el análisis de situaciones reales propias del área. Además, identifica las contribuciones de la termodinámica a lo largo de la historia en pro del desarrollo de las ciencias y de los avances tecnológicos en el ámbito disciplinar de interés.

- Conoce los procedimientos para determinar las propiedades termodinámicas de la sustancia hipotética “gas ideal”, identificando las condiciones que deben cumplirse para su consideración. Asimismo, introduce el factor de compresibilidad que toma en cuenta la desviación de gases reales respecto al comportamiento de gas ideal y reconoce algunas de las ecuaciones de estado más relevantes.
- Define el concepto de trabajo, incluidos el trabajo eléctrico y varias formas de trabajo mecánico. Igualmente, examina el trabajo de frontera móvil que se encuentra comúnmente en dispositivos como motores de automóviles y compresores.
- Define el concepto de calor y la terminología relacionada con la transferencia de energía causada por calor, analizando los tres mecanismos de transferencia: conducción, convección y radiación, con el objeto de aplicar balances de energía en situaciones representativas de la rama ingenieril.
- Identifica la primera ley de la termodinámica como un enunciado del principio de conservación de la energía para sistemas cerrados con la finalidad de analizar la naturaleza de las distintas transformaciones de los tipos de energías involucrados. Para ello, define calor específico a volumen constante y presión constante y variación de energía interna y entalpía de gases ideales.
- Identifica procesos válidos como aquellos que satisfacen tanto la primera ley como la segunda ley de la termodinámica, para lo cual analiza los conceptos de depósitos térmicos, procesos reversibles e irreversibles, máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor.
- Describe los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius de la segunda ley de la termodinámica, explica los conceptos de máquinas de movimiento perpetuo y describe el ciclo de Carnot con la finalidad de examinar los principios derivados de éste.
- Define la propiedad termodinámica denominada entropía para cuantificar los efectos de la segunda ley y establece el principio de incremento de entropía como una medida de la posibilidad de los procesos.
- Desarrolla una formación científica que le suministra la capacidad analítica para la adecuación y deducción de nuevos conocimientos, expandiendo la frontera de los mismos y permitiéndole predecir el comportamiento de los fenómenos con que trata.

### 5.3. Habilidades (hacer)

- Maneja técnicas intuitivas y sistemáticas para la resolución de problemas, revisando los sistemas de unidades SI métrico e inglés de uso común. Para esto, comprende los fundamentos de la ciencia en estudio con el objetivo de obtener un conocimiento sólido para la identificación

y simplificación de las soluciones más adecuadas a los problemas propuestos.

- Maneja paquetes de software de ingeniería para la resolución numérica de problemas complejos, analizando los mismos de forma gráfica y verificando su factibilidad. Los estudiantes de ingeniería necesitan de distintos cursos destinados al manejo adecuado de las computadoras, la cual les servirá como herramienta adicional que facilita su desempeño en el campo laboral.
- Aplica la ecuación de estado de gas ideal en la solución de problemas, representa e interpreta en diagramas termodinámicos los distintos procesos experimentados por esta sustancia y emplea distintas ecuaciones de estado según el sistema estudiado con el propósito de estimar las soluciones más próximas al contexto real.
- Resuelve problemas de balance de energía para sistemas cerrados (masa fija) que tienen que ver con interacciones de calor y trabajo para gases ideales y sustancias incompresibles comunes en el área de ingeniería.
- Aplica la segunda ley de la termodinámica a ciclos y dispositivos cíclicos, desarrolla la escala de temperatura termodinámica absoluta y verifica la viabilidad de los distintos procesos desarrollados. Asimismo, determina las expresiones para las eficiencias térmicas y los coeficientes de desempeño para máquinas térmicas reversibles, bombas de calor y refrigeradores.
- Calcula los cambios de entropía que tienen lugar durante los procesos para gases ideales y sustancias incompresibles, como una medida del desorden molecular o aleatoriedad molecular en un sistema. En adición, maneja el concepto de entropía en la vida diaria y reconoce que su uso no se limita a la termodinámica.

### 5.4. Actitudes (ser y convivir)

- Preserva y desarrolla valores éticos y estéticos que le confieren el desempeño cabal como individuo y como miembro de la comunidad, fortaleciendo los valores de identidad nacional en lo cultural e ideológico, social, económico, político y científico-técnico.
- Posee preparación en ciencias básicas que contribuyen con la formación de la personalidad del ingeniero, con la adquisición de la capacidad intelectual para resolver situaciones problemáticas y con la creación de estructuras cognoscitivas para la asimilación de nuevos conocimientos.
- Desarrolla el interés por el avance del conocimiento a través de las actividades de investigación y adecúa su formación humanística para la ampliación del conocimiento de los problemas asociados con la realidad humana.
- Posee habilidades para la gestión de la información. Busca y analiza eficazmente en diversas fuentes y toma decisiones oportunas ante distintas situaciones.
- Aplica los saberes adquiridos en la práctica, considerando la combinación de la comprensión, sensibilidad y el conocimiento que le permitan ver como las partes de un todo se relacionan y agrupan.

- Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en consideración los objetivos que persigue, manteniendo una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y diversidad de valores de la sociedad donde se desempeña.
- Trabaja en equipo y desarrolla la capacidad de comunicación con la finalidad de lograr objetivos comunes, promoviendo el desarrollo crítico y autocrítico ante las diversas actividades que realiza.

### 5.5. Indicadores de logro de la unidad curricular

- Identifica y aplica el lenguaje utilizado en termodinámica por medio de la definición precisa de conceptos básicos.
- Analiza el comportamiento termodinámico de sustancias puras con la finalidad de localizar y/o estimar sus propiedades en un estado.
- Determina los efectos de las interacciones de trabajo y calor en un sistema cerrado.
- Aplica balances de energía en distintos tipos de sistemas termodinámicos.
- Aplica la primera y la segunda ley de la termodinámica combinadas para determinar la posibilidad termodinámica que tiene un proceso de realizarse.

### 5.6. Formas de evaluación y participación en el proceso evaluativo

- **Diagnóstica:** Aplicada al inicio del período a través de la expresión de expectativas sobre el curso.
- **Formativa:** Aplicada durante todo el proceso de desarrollo de la experiencia de aprendizaje, como elemento de realimentación.
- **Sumativa:** Aplicada al final de cada experiencia de aprendizaje.
- **Autoevaluación:** Percepción del participante de su propia actuación dentro del proceso.
- **Coevaluación:** Evaluación de cada participante por sus pares.
- **Heteroevaluación:** Evaluación de cada participante por el docente.

Para identificar las competencias e indicadores de logro, también se tomó en cuenta el papel que juega la unidad curricular Termodinámica General en la formación profesio-

nal de un Ingeniero Industrial. Como resultado, se estableció la siguiente competencia para esta unidad curricular:

Aplica de manera sistemática y reflexiva leyes y principios de la termodinámica para el análisis energético de sistemas térmicos propios de los procesos industriales, haciendo énfasis en la cuantificación de las interacciones de calor y trabajo que en ellos tuvieron lugar y comprobando la posibilidad que tienen de llevarse a cabo, orientado su interpretación desde un enfoque bioético, integral y multidisciplinario para la resolución de problemas pertinentes del contexto.

Proponer un diseño instruccional para la enseñanza de la unidad curricular Termodinámica General, perteneciente al cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial que dicta la Universidad de Carabobo, desde el enfoque por competencias, usando el modelo Focdere.

### Conclusiones

Comenzando por lo más general hasta llegar a lo más concreto, con esta propuesta se definen las competencias del estudiante para la planificación instruccional de la unidad curricular Termodinámica General.

Se presenta un ejemplo de secuencia didáctica perteneciente a la propuesta de diseño curricular y adaptación de la unidad Termodinámica General según los principios y recomendaciones del enfoque por competencias, siguiendo la enseñanza centrada en el aprendizaje del estudiante y su inserción en el ámbito laboral.

Se aplica el modelo Focdere al cual se le logra incorporar como parte de sus lineamientos metodológicos, los planteamientos principales de la formación basada en competencias.

Además de seguir mejorando la propuesta presentada se espera como actividad futura evaluar los resultados de la implementación del mismo, como parte del proceso de transformación curricular que apenas se inicia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, y así aminorar incongruencias entre los objetivos de la asignatura y las competencias profesionales actuales que requieren desarrollar los aprendices, así como la selección errónea de estrategias e instrumentos de evaluación por parte del docente, disminuyendo así su pertinencia social. ©

**Tabla 3.** Ejemplo de una de las secuencias didácticas presentes en la propuesta de diseño instruccional.

<b>Unidad II. Propiedades de las sustancias puras</b> <b>Competencia de la unidad temática:</b> Describe el comportamiento termodinámico de sustancias puras con la finalidad de localizar y/o estimar sus propiedades en un estado. (Tiempo estimado: 10 horas).				
Saberes conceptuales	Saberes procedimentales	Saberes actitudinales	Competencias	Indicadores
Sustancia pura. Fases de una sustancia pura. Procesos de cambios de fase. Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase. Tablas de propiedades. Ecuación de estado de gas ideal. Factor de compresibilidad. Otras ecuaciones de estado.	Describe el comportamiento P-v-T de una sustancia pura con cambios de fase. Utiliza de tablas termodinámicas para determinar propiedades de sus sustancias puras. Representa y utiliza diagramas P-v, T-v y P-T de sustancias puras. Identifica los gases ideales y calcula propiedades P, v y T para gases ideales y gases reales.	Valora la importancia del manejo de sustancias puras en actividades industriales. Se interesa hacia el aprendizaje de los contenidos estudiados. Aborda problemas y retos teniendo en consideración los objetivos que persigue. Muestra disposición hacia el trabajo en equipo. Se responsabiliza por el cumplimiento de las actividades.	Analiza diagramas P-v, T-v y P-T para varias sustancias. Estima propiedades termodinámicas de sustancias puras a partir de tablas. Representa procesos experimentados por una sustancia pura en diagramas termodinámicos. Aplica la ecuación de estado de gas ideal y otras ecuaciones de estado. Maneja la carta de compresibilidad generalizada.	Relaciona la nueva información con el conocimiento previo sobre el tema. Desarrolla el interés por el avance del conocimiento a través de las actividades de investigación. Aplica lo aprendido en la resolución de problemas de situaciones reales. Interpreta los resultados obtenidos. Emite juicios de valor en base a sus observaciones.
			Estrategias metodológicas y de evaluación.	
			Discusiones grupales. Resolución de problemas. Exposición del facilitador. Ejemplificaciones. Ejercicios individuales y grupales.	Técnicas e instrumentos observación: Lista de cotejo. Prueba práctica (Formativa).

Alberto Esteban Martínez Monasterios / Karen Graciela Petit Díaz / Semia Rafeh de Maddah - Termodinámica general: una experiencia e formación por competencias

**Autores:** \_\_\_\_\_

**Alberto Esteban Martínez Monasterios.** Ingeniero Químico. Profesor Asistente adscrito al Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Jefe de Cátedra de Termodinámica General. Miembro Principal del Consejo Técnico de Docencia y Desarrollo Curricular de la Facultad de Ingeniería por el Departamento de Física. Cursante del Programa de Maestría en Desarrollo Curricular, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

**Karen Graciela Petit Díaz.** Licenciada en Educación en Lengua Extranjera, Mención Inglés. Profesora Asistente adscrita al Departamento de Idiomas, UNEFM, Punto Fijo. Cursante del Programa de Maestría en Desarrollo Curricular, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

**Semia Rafeh de Maddah.** Ingeniero Electricista. Magister en Administración de Empresas mención Gerencia. Magister en Educación en Física. Profesor Asociado adscrito al Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Investigador del Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo, CIMBUC. Cursante del Programa Doctoral en Ingeniería área Ambiente, Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

## Bibliografía

- Arriola Miranda, María Angelina & Sánchez Bedolla, Graciela & Romero Sánchez, María del Carmen & Ortega Reyes, Rafael & Rodríguez Guillén, Rosa Elena & Gastelú Martínez, Alberto Isaac. (2007). *Desarrollo de competencias en el proceso de instrucción* (3a. ed.). Ciudad de México-México: Trillas.
- Aular de Durán, Judith. (2011). *El cambio en la universidad venezolana desde la perspectiva de la participación social*. Recuperado el 18 de junio de 2013 en [http://www.viceacademico.luz.edu.ve/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696&Itemid=202](http://www.viceacademico.luz.edu.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=696&Itemid=202)
- Avellán Vegas, Antonio. (Coord.). (1996, marzo). *Reforma Curricular*. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo, Comisión Curricular de la Facultad de Ingeniería.
- Beneitone, Pablo & Esquetini, César & González, Julia & Maletá, MaidaMarty & Siufi, Gabriela & Wagenaar, Robert. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 en <http://tuning.unideusto.org/tuningal>
- Cázares Aponte, Leslie. (2011). *Estrategias educativas para fomentar competencias: Crearlas, organizarlas, diseñarlas y evaluarlas (CODE)*. Ciudad de México-México: Trillas.
- Cengel, Yunus A. & Boles, Michael A. (2012). *Termodinámica* (6ª. ed.). Ciudad de México-México: McGraw-Hill.
- Checchia, Beatriz (2009). *Las competencias del docente universitario*. Recuperado el 15 de mayo de 2013 en [http://www.fvet.uba.ar/postgrado/especialidad/comp\\_docentes.pdf](http://www.fvet.uba.ar/postgrado/especialidad/comp_docentes.pdf)
- Comisión Nacional de Currículo (2010). *Orientaciones para la transformación curricular universitaria del siglo XXI*. Recuperado el 20 de noviembre de 2012 en [http://curricular.info/docu/cnc/orientaciones\\_curriculares.pdf](http://curricular.info/docu/cnc/orientaciones_curriculares.pdf)
- Escalante Moreno, Ana Beatriz & Graffe, Gilberto José. (2011). Políticas públicas de educación universitaria para el desarrollo integral de Venezuela: Hacia una aproximación conceptual. *Revista Docencia Universitaria*, Caracas, Venezuela, 12(1), 29-54.
- García González, Enrique. (2010). *Pedagogía constructivista y competencias: Lo que los maestros necesitan saber*. Ciudad de México-México: Trillas.
- Guevara Pérez, Edilberto. (2005). *Introducción a la ingeniería*. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- Ley orgánica de educación. (2009). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 5.929 (Extraordinario), Agosto 15, 2009.
- Morin, Edgar. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París-Francia: Ediciones Unesco.
- Páez, Haydee & León, Consuelo. (1996). *Un modelo de instrucción para una mejor enseñanza*. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo.
- Tobón, Sergio. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 en <http://www.uv.mx/facpsi/proyectoaula/documents/Lectura5.pdf>
- Unesco. (Octubre, 2008). *Plan de Acción de la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y el Caribe*. Cartagena de Indias-Colombia: Autor.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2006). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales* (4ª. ed.). Caracas-Venezuela: Fedupel.