

# Crítica de la Unidad III del Programa de Estudios Física III, de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM



**Michele Velázquez de la Rosa Becerra, Patricia Goldstein Menache**  
*Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Avenida Universidad 3000, Circuito Exterior S/N, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.*

**E-mail:** patricia.goldstein@ciencias.unam.mx

(Recibido el 1 de julio de 2016, aceptado el 15 de junio de 2017)

## Resumen

Este trabajo es una crítica a la unidad III, referente a la física térmica, del Programa de estudios de la asignatura Física III, de la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM. Esta Unidad suele no impartirse por el desconocimiento de los docentes en esta área. A partir del análisis que se realizó acerca de esta Unidad, el principal problema recae en la estructura y organización de los temas presentados y en la introducción de conceptos que no han sido estudiados anteriormente. Como resultado se propone un nuevo contenido para dicha Unidad.

**Palabras clave:** Termodinámica, errores conceptuales, enseñanza media superior.

## Abstract

We present a discussion on Unit III, corresponding to thermal physics, corresponding to the curriculum of the course Physics III offered by the Escuela Nacional Preparatoria UNAM. Thermal physics is generally not presented by teachers because of the lack of its comprehension. Through the analysis of the contents of Unit III, we present a proposal to make the thermal education simpler.

**Keywords:** Thermodynamics, missconceptions, high school education.

PACS: 01.30.Os, 01.40.-d, 45.20.D

ISSN 1870-9095

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas principales en la docencia tiene que ver con lo que el profesor conoce y entiende de la asignatura. Existe la posibilidad de que un profesor de física que tenga muchos años impartiendo esta signatura y no necesariamente sabe ni entiende el contenido de la misma. En muchas ocasiones lo que los docentes entienden está influenciado por sus experiencias personales, sus representaciones y sus concepciones, por medio de las cuales perciben y procesan la información y de este modo orientan su práctica docente.

En el caso de la física térmica es muy común que lo que entiende el profesor diste considerablemente de los conocimientos básicos de la Termodinámica. Esto se ve reflejado en la impartición de clases del docente, como por ejemplo, el alto número de profesores que relacionan siempre la temperatura con la cantidad de calor intercambiada. Cuántas veces hemos escuchado de los profesores de física que la temperatura es el promedio de la energía cinética de las partículas, en cualquier tipo de

sistema, sin ni tan siquiera fijarse que las unidades de ambas son diferentes.

En general, la enseñanza de la Física Térmica conlleva errores conceptuales gravísimos, pues desde el principio los docentes no entienden que el calor es una energía y que la temperatura es una variable termodinámica que nos indica cuando dos objetos se encuentran en equilibrio térmico.

El segundo caso nos habla de la confusión de los niveles de descripción, el nivel de descripción de la Termodinámica es el macroscópico, es decir, es el nivel de descripción de nuestro entorno. En el caso que se explica la temperatura como el promedio de la energía cinética de las partículas estamos hablando de un nivel de descripción microscópico, además esta definición no existe en la descripción del gas ideal dentro de la Teoría cinética de los gases. La variable que se identifica como la energía cinética total de las moléculas por unidad de volumen es la presión, y el término que incluye a la temperatura es la energía térmica o interna del gas y esta coincide con la energía cinética de una molécula, lo que lleva al Teorema de la equipartición de la energía.

En este trabajo analizamos el programa de estudios de la asignatura de Física III, que se imparte en el 4° año de la Escuela Nacional Preparatoria, (ENP) UNAM.

Esta unidad, como parte del programa de estudios de la ENP, siempre ha creado conflicto entre los docentes. El temario es muy ambicioso, ya que desea abarcar muchos temas y busca relacionar los conceptos de mecánica con los conceptos de la termodinámica. Al leer el programa de la asignatura de Física III, para el 4° año del bachillerato, se exhiben carencias en la comprensión de la disciplina.

La introducción a la física térmica que se presenta caracterizando el trabajo mecánico en términos del peso de un cuerpo y la altura que se levanta, en principio el concepto físico que está relacionado con estas variables es la energía potencial no el trabajo.

En el segundo tema de la unidad buscan caracterizar el trabajo como una medida de la transferencia de energía. El trabajo es una energía y esta cantidad de energía depende del tipo de sistema que se obtiene, es decir si el proceso es conservativo, el trabajo no cambia, independientemente del proceso mediante el cual se realice. Por otro lado si tenemos procesos que no son conservativos, nos encontramos con que el trabajo depende totalmente del proceso que se elija para realizar éste. Dadas este tipo de inconsistencias, se decidió realizar un análisis de toda la unidad temática, una vez hecho este análisis se hace una propuesta de enseñanza de la física térmica que corresponde a este programa.

Ahora bien, ¿Cuál es el impacto de la investigación educativa si no se puede mejorar el conocimiento científico de los estudiantes?

Quizá la respuesta se encuentre en los docentes. La forma en la que un profesor realiza su práctica docente está determinada por la creencia que él tiene de lo que es aprender y por lo él cree que es la enseñanza, [1]. Otro factor importante que determina la práctica docente es lo que el profesor conoce y que tanto conoce la asignatura que imparte. En palabras simples, las concepciones de aprendizaje y enseñanza de las ciencias que tienen los profesores influyen en su práctica docente.

Esto significa que los profesores también llegan a tener ciertas concepciones de la ciencia que ellos enseñan a sus alumnos. Estas concepciones muchas veces están fuertemente arraigadas debido a que se reafirman constantemente con las propias experiencias del docente. Existen estudios en los que se muestra la influencia de las concepciones que tiene el profesor en su práctica docente.

Una buena forma de generar el cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, es conocer las concepciones que tienen los profesores de la asignatura que imparten, como es que estas concepciones están jerarquizadas en su constructo mental, y buscar la mejor forma de generar el cambio conceptual en el profesor. De este modo se podrá reducir la brecha que existe entre la investigación educativa y la enseñanza real en las escuelas.

### ¿Los profesores enseñan sus concepciones como teorías implícitas?

En los últimos años se han generado muchas ramas de estudio sobre los procesos de enseñanza – aprendizaje. Los investigadores se han hecho a la tarea de conocer las concepciones de los profesores y alumnos en diferentes disciplinas y en investigar si éstas repercuten en el actuar docente. Existen evidencias de que muchas de estas concepciones están fundamentadas es las creencias implícitas que se adquieren por procesos de aprendizaje.

Según Reber [2], “el aprendizaje implícito es una adquisición de conocimiento que tiene lugar en gran medida con independencia de los intentos conscientes por aprender y en ausencia de conocimiento explícito sobre lo que se adquiere.”(Reber 1993, en J.I. Pozo, 1996).

La investigación educativa se ha enfocado en demostrar la importancia del saber teórico sobre el saber cotidiano; este saber teórico, está alejado del funcionamiento habitual o natural de la mente humana. Es decir, es más fácil que en la mente humana suceda una apropiación del conocimiento implícito, ya que los procesos y representaciones implícitas suelen tener prioridad funcional respecto a las representaciones explícitas.

Por decirlo de alguna forma, las representaciones implícitas suelen ser más eficaces en la mente humana ya que se asimilan de forma rápida y con un bajo costo cognitivo. Dadas estas razones se entiende el porqué, a pesar de que los profesores y estudiantes tengan instrucción formal o explícita, les cueste tanto trabajo abandonar las creencias implícitas.

Por lo tanto, para superar el aprendizaje de representaciones implícitas y la enseñanza de concepciones implícitas se requerirá un proceso de cambio conceptual. Es claro que tenemos que conocer y reconocer el tipo de representaciones o concepciones implícitas para generar el cambio conceptual.

Si se desea propiciar en los alumnos un verdadero cambio en el conocimiento, quizá tengamos que empezar propiciando el cambio conceptual en los profesores de tal manera que logren abandonar sus representaciones implícitas y de este modo pueda ejercer el profesor una actividad docente más certera y concreta.

### 1.- El temario actual de la Unidad III: Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas.

A continuación mostraremos el contenido de la Unidad III de la asignatura Física III, para el 4° año de la preparatoria y las estrategias didácticas propuestas que propone en cada tema.

**TABLA I.** Temario de la unidad III, del 4° año de bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria, [3].

Temas	Estrategias didácticas.
3.1 Concepto de trabajo mecánico.	- Discutir grupalmente la definición de trabajo mecánico, a partir de las actividades cotidianas y que implica el uso de energía o el consumo de energéticos.

<p>3.2 Interconversión, transferencia y conservación de la energía mecánica. Procesos disipativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de sistemas cíclicos inferir la conservación de la energía mecánica en ausencia de fricción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ilustrar la interconversión de energía por medio sistemas mecánicos, (péndulo simple, oscilador armónico, montaña rusa, una piedra que cae).</li> <li>- Ilustrar con ejemplos la disipación de la energía mecánica por el calentamiento que se produce por fricción entre las partes en contacto.</li> </ul>
<p>3.3 Relación del trabajo (adiabático) con el aumento de temperatura de una masa de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir grupalmente las ideas de los alumnos sobre la temperatura y su relación con el calentamiento de los objetos. Describir el funcionamiento de un termómetro de mercurio.</li> <li>- Verificar experimentalmente que con trabajo mecánico se transfiere energía al agua y se calienta.</li> </ul>
<p>3.4 Otras formas de energía. Energía solar, su medida y su transformación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentar una masa conocida de agua quemando alcohol, gasolina y keroseno y determinar el poder calorífico de estas sustancias.</li> <li>- Introducir el concepto de potencia como la energía transmitida por unidad de tiempo y calcularla cuando se calienta agua con un foco eléctrico.</li> <li>- Previa lectura sobre el tema, discutir en el grupo, la generación de energía por la fusión del sol, y el defecto de masa.</li> </ul>
<p>3.5 Equilibrio térmico.</p>	<p>Poner en contacto dos masas a diferente temperatura y medir el calor cedido por una masa y ganado por la otra. Interpretar la energía transmitida al agua como el incremento de energía interna del agua y explicar la energía interna como la suma de las energías cinética y de las moléculas. Conseguir experimentalmente el cambio de fase de algunas sustancias y explicarlas con base en la energía interna.</p>
<p>3.6 Conductividad calorífica y capacidad térmica específica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar experimentos donde se muestre la conducción y las corrientes de convección.</li> <li>- Hacer la lectura sobre las inversiones térmicas.</li> </ul>
<p>3.7 Transferencia de energía. Ondas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ilustrar la transmisión de energía por medio de ondas sísmica, sonoras y electromagnéticas además de corrientes eléctricas.</li> <li>- Realizar lecturas sobre la energía transferida, y las consecuencias de terremotos de</li> </ul>

<p>3.8 Eficiencia de máquinas mecánicas, térmicas y bioquímicas.</p>	<p>las ondas sísmicas.</p> <p>Relacionar el aumento de eficiencia con la disminución de la fricción de una máquina. Medir la eficiencia de una máquina térmica y una bioquímica. Discutir el impacto ecológico del uso de las máquinas térmicas.</p>
--	--

En el temario de la Unidad III, como se podrá observar, se intenta ligar el conocimiento previo de los estudiantes, con el conocimiento nuevo. Lo que se puede apreciar en el programa tal como esta plasmado, es que caen muy fácilmente en errores conceptuales ya que no toman en cuenta pequeñas diferencias entre los procesos conservativos y no conservativos, como son el caso de la mecánica y la termodinámica.

## II. CRÍTICA A LOS CONTENIDOS DE LA UNIDAD III, DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS FÍSICA III, ENP.

A continuación expondremos una serie de argumentos por los que se piensa que la estructura del temario esta mal enfocada, tanto disciplinar como didácticamente.

### A. Concepto de trabajo mecánico

La experiencia que los estudiantes tienen con la asignatura de física a lo largo de su vida académica se puede resumir en haber “aprendido” mecánica y resolver algunos ejercicios. Para los estudiantes, conceptos como trabajo son relacionados inmediatamente con la mecánica newtoniana. Lo curioso es que ni los libros de texto y ni los educadores hacen una clara diferencia de fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas.

En mecánica el trabajo se produce por fuerzas conservativas, por eso el trabajo mecánico sólo depende de la posición inicial y final del sistema, es decir no importa la trayectoria que se escoja el resultado siempre será el mismo. Es más en mecánica el trabajo realizado en una trayectoria cerrada siempre es igual a cero. Además, en el programa de Física III, el concepto de trabajo no ha sido introducido en la parte del temario correspondiente a mecánica.

En termodinámica el concepto de trabajo termodinámico esta íntimamente relacionado con el proceso por el cuál se elija realizar dicho trabajo, y está por demás decir que el trabajo termodinámico no es conservativo. Bajo estos argumentos se puede vaticinar un conflicto en la apropiación del conocimiento ya que el conocimiento previo y el conocimiento nuevo no logra embonar, ya que las condiciones bajo las cuales sucede cada unos de los conceptos de trabajo son muy distintas.

## **B. Interconversión, transferencia y conservación de la energía mecánica. Procesos disipativos**

El término interconversión quizá quiere hacer referencia a la Primera Ley de la Termodinámica. La Primera Ley, en el estricto sentido, no habla de la como se transforma la energía, sino en realidad, es una ecuación de balance de energía en la que podemos predecir como cambian las energías dependiendo del proceso que se decida realizar y la suma de las mismas siempre es fija, pues tiene que coincidir con la energía interna del sistema.

Cuando hablamos de transferencia de energía, nos encontramos nuevamente fuera del contexto de la termodinámica de equilibrio, ya que la transferencia de energía habla de procesos que están fuera de equilibrio. Si además se quiere relacionar con el tema de conservación de energía mecánica en termodinámica, nos vamos a encontrar con una contradicción, ya que en termodinámica la energía mecánica no se conserva porque ésta necesita de una cantidad de calor para llevar a cabo el proceso que se desea y la suma es fija, y coincide con el cambio de energía interna del sistema. El trabajo y la cantidad de calor son energías intercambiadas con los alrededores del sistema y la energía interna es una variable termodinámica propia del sistema.

La termodinámica es una disciplina de la física que es fenomenológica, por esta razón es importante hacer explícita la diferencia entre la termodinámica de equilibrio y la termodinámica fuera de equilibrio, así como que la transferencia de energía y los procesos disipativos se refieren a fenómenos fuera de equilibrio.

En la termodinámica no existen los “sistemas cíclicos”. Cabe recordar que el conjunto de estados termodinámicos de equilibrio accesibles por los que pasa un sistema para llegar de un estado inicial a un estado final se denomina “proceso termodinámico de equilibrio”. La Primera Ley de la Termodinámica se refiere al balance entre el cambio de la energía interna del sistema y la suma de las energías intercambiadas entre el sistema y sus alrededores. En este sentido, podemos tener un proceso en cierta dirección en el cuál una porción de la energía intercambiada en forma de cantidad de calor se convierta en trabajo útil. Si se quisiera repetir dicho proceso para obtener de nuevo una energía útil, se tendría primero que regresar nuevamente al sistema del estado final hacia el inicial. Esto requeriría que la energía que se utilizaría sería igual a la energía útil que se había conseguido en el primer proceso, por lo que no tendría al final energía utilizable. Para poder tener procesos en los cuáles siempre se pueda obtener un resultado útil, se concibe el concepto de un “proceso cíclico”, de tal manera que el estado de equilibrio termodinámico inicial del sistema es igual al final. Así, el proceso se puede llevar a cabo tantas veces como se quiera y obtener en cualquiera de los casos, dependiendo de la dirección del ciclo, trabajo útil en el caso de una máquina térmica, o una salida de cantidad de calor que provocará el enfriamiento del sistema, mediante el ciclo conocido como refrigerador. Como ejemplo, el motor de un automóvil realiza un proceso cíclico cada vez que recibe una cantidad de calor debido a

la combustión del combustible, y parte de esta energía la convierte en energía mecánica útil para moverlo una distancia dada. Es necesario que repita el proceso tantas veces sea necesario para llevar al automóvil de su posición inicial a la final.

## **C. Relación del trabajo adiabático con el aumento de temperatura para una masa de agua**

No se puede hablar de trabajo adiabático cuando los estudiantes ni siquiera tienen idea de lo que es un proceso adiabático, mucho menos saben cuáles son las condiciones para que se pueda llevar a cabo un proceso adiabático y de este modo poder calcular el trabajo realizado en dicho proceso.

Cuando en el tema se trata de vincular el trabajo adiabático con el calentamiento de una masa de agua encontramos una verdadera inconsistencia. Sucede que en un proceso adiabático existe un cambio de temperatura en el sistema pero no existe intercambio de cantidad de calor. Al poner este tipo de ejemplos, se genera confusión entre los estudiantes para entender que hay un proceso en el que existe un cambio de temperatura, pero en este proceso no se permite ningún intercambio de energía en forma de calor. Debido a los preconceptos que se han gestado a lo largo de la vida académica de los estudiantes, éstos piensan que la temperatura es una medida del calor en los cuerpos. En ningún momento les han indicado que la temperatura de un sistema se mide indirectamente con un termómetro cuando ambos llegan al equilibrio térmico, que tampoco se ha definido.

Si un profesor de la ENP sigue el orden en el cuál se han expuesto los temas nos encontramos con que los estudiantes van a estar confundidos porque la manera en la que está organizada la unidad temática es verdaderamente confusa, no tiene orden y tampoco sentido. Porque en vez de empezar con lo más sencillo, empieza queriendo rescatar el conocimiento previo, lo cuál no es malo, pero el error radica en no contextualizar la nueva rama de la física que se va a enseñar.

## **D. Otras formas de energía. Energía solar y su transformación**

Quizá lo que se busca en este tema es hacer que el estudiante reconozca que la energía en un sistema termodinámico se transforma dentro del sistema y que la energía se transfiere del sistema a los alrededores. Si el profesor se apoya con las estrategias didácticas que aparecen en el programa de la asignatura, nos encontramos una actividad que sirve para que los alumnos determinen y comprendan el “poder calorífico” de sustancias como alcohol, gasolina y keroseno. ¿Que es poder calorífico? ¿Se estarán queriendo referir al calor específico?

Pretenden relacionar las diferentes formas de energía con calentar una masa de agua, queriendo hacer una relación de energía y “calentamiento”. Se refieren a “potencia” y este concepto involucra tiempo transcurrido en realizar un trabajo. Estamos en un marco teórico en

equilibrio y el tiempo no es una variable. Nuestros procesos son cuasi estáticos y tardarían en realidad un tiempo infinito en llevarse a cabo.

### **E. Equilibrio térmico**

El concepto de equilibrio térmico es uno de los temas que se dan al hacer una introducción a la termodinámica. La razón es que al introducir este tema el alumno comenzará a relacionarse con el lenguaje usado en termodinámica. En este tema es muy importante tener un uso cuidadoso del lenguaje ya que los conceptos que se usan en termodinámica no significan lo mismo que en el lenguaje coloquial. El contacto térmico consiste en poner dos sistemas aislados salvo por una pared diatérmica que permite la interacción térmica. Al llegar ambos sistemas a estados que ya no cambia se dice que ambos han llegado al equilibrio térmico. De hecho, la temperatura se define como la variable termodinámica que se iguala cuando los sistemas alcanzan dicho equilibrio. Coloquialmente, no se distingue entre temperatura, cantidad de calor, flujo de calor y otro tipo de conceptos.

Es debido a lo anterior que la Ley Cero debe de ser el primer tema en ser presentado en el curso. A partir de la misma, el alumno generará el concepto de temperatura empírica de un sistema.

Es importante que el estudiante logre apropiarse del concepto de temperatura, de este modo le será más sencillo propiciar el cambio conceptual que se gestará al estar confrontando los conocimientos previos, con la evidencia y los argumentos científicos e históricos que se le presentarán al estudiante.

Existen conceptos termodinámicos que se buscan explicar desde un punto de vista microscópico, como el concepto de temperatura. Profesores y alumnos repiten fervientemente que la temperatura es una medida del promedio de la energía cinética de las partículas en un sistema.

La termodinámica es una rama de la física que describe la fenomenología a nivel macroscópico. Históricamente se desarrolló primero la teoría de la termodinámica fuera de equilibrio. Este desarrollo obedeció a las necesidades de la sociedad en ese momento, pues en medio de la Revolución Industrial, se tenía la necesidad de crear máquinas térmicas eficientes.

Dados estos argumentos vemos que no es pertinente querer explicar conceptos que pertenecen a un nivel macroscópico, con argumentos que corresponden a niveles mesoscópicos o microscópicos. Cuando los alumnos no logran diferenciar los intervalos de validez de cada rama de la física es muy fácil que los alumnos caigan en el vicio de completar la información con conocimientos previos o con aquellos que han adquirido a través de la experiencia, los cuales suelen distar mucho del conocimiento científico.

### **F. Conductividad Calorífica y capacidad térmica específica**

La capacidad calorífica  $C$ , es la cantidad infinitesimal de calor  $dQ$  necesaria para producir el cambio infinitesimal de temperatura  $dT$ . Entonces un sistema exhibirá dos tipos de capacidades térmicas diferentes dependiendo del proceso que se elija para realizar dicho proceso, a presión constante o a volumen constante. El calor específico se refiere a la capacidad calorífica en cada uno de ambos procesos por unidad de masa. Estos procesos son cuasi estáticos, esto es, la cantidad de calor que se introduce al sistema es mediante un proceso reversible.

En cambio, la conducción de calor es un proceso de transporte, irreversible, que se debe a que existe una distribución no homogénea de temperaturas en el sistema. El coeficiente de conductividad térmica es un coeficiente de transporte que relaciona la facilidad o dificultad que tiene el calor de fluir de una región fría a una caliente, y si se alcanza el equilibrio termodinámico, este coeficiente no puede ser medido de un punto a otro debido a una diferencia de temperaturas. Asimismo, la convección es otro proceso de transporte. En el temario queda claro que no se hace una diferencia entre los procesos de equilibrio y aquellos que se realizan fuera de equilibrio.

### **G. Transferencia de energía. Ondas**

Este tema aunque es interesante no tiene nada que ver con la termodinámica, justo como lo menciona el título del contenido, tiene que ver con el tema de Ondas y como lo plantean en programa de estudios también quedaría en la unidad referente a la mecánica.

### **H. Eficiencia de máquinas mecánicas, térmicas y bioquímicas**

Este último tema está relacionado con la resolución de procesos cíclicos y la comprensión de lo que es una máquina térmica. Debe existir la capacidad de calcular trabajo termodinámico y cantidad de calor en cada uno de los procesos del ciclo, lo cual para este nivel se puede realizar en procesos muy simples. Pasar a una máquina bioquímica es realmente complicado. Tendría entonces que discutirse un poco la Segunda Ley de la Termodinámica para ver las consecuencias de operar una máquina y su impacto ecológico, pues se debe entender que la eficiencia nunca es unitaria y que esto produce una cantidad de calor que es aquella que provocará los cambios ecológicos.

## **III.- PROPUESTA DEL ÍNDICE TEMÁTICO PARA LA UNIDAD III, DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA III, DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA, UNAM**

Después de hacer un análisis al índice temático de la Unidad III, se hace la propuesta de un nuevo índice temático, que es más fiel a la disciplina, en el cuál se expone puntualmente los temas a desarrollar. Se sigue este orden ya que es importante desarrollar la Termodinámica

Michele Velázquez de la Rosa Becerra, Patricia Goldstein Menache desde sus principios más básicos para establecer el marco teórico de la misma.

### A. Identificación de la fenomenología

- Fuera de equilibrio.
- En equilibrio.

Es importante que los estudiantes identifiquen cómo ocurren los fenómenos naturales, fuera de equilibrio, y la dificultad que su descripción conlleva. Entonces surge la posibilidad de modelar los fenómenos dentro de un esquema donde se define el equilibrio termodinámico. Este es el objetivo de la termodinámica clásica.

### B. Equilibrio termodinámico y Ley Cero

- Sistema termodinámico, alrededores y universo termodinámico.
- Variables termodinámicas que describen un sistema.
  - Intensivas.
  - Extensivas.
- Estado de equilibrio termodinámico.
- Equilibrio térmico entre dos sistemas.
- La temperatura.
- Termometría.
- Ecuación de estado. El gas ideal.

Una vez que los alumnos ya identificaron la diferencia entre fenómenos en equilibrio y fuera de equilibrio. Es un buen momento para caracterizar a los sistemas. Primero hay que identificar que variables nos describen al sistema, por ejemplo, un globo con aire, el color del globo no nos dice nada del sistema, pero algo que si nos brinda información del sistema es el volumen de éste. Si se apachurra el globo, éste no cambia su volumen pero si cambia la presión en el interior de éste.

En este ejemplo podemos identificar dos variables en un gas, el volumen que es una *variable extensiva* ya que depende del tamaño del sistema y la presión que es una *variable intensiva*.

### C. 1ª Ley de la Termodinámica

- Procesos termodinámicos inducidos reversibles y en equilibrio.
- Trabajo termodinámico.
- Cantidad de Calor.
- Calorimetría.
- Energía Interna. La Primera Ley de la Termodinámica.

Un proceso en la termodinámica de equilibrio es un conjunto de estados de equilibrio termodinámico por los que hay que llevar al sistema para ir de un estado inicial a un estado final, el proceso estará determinado por las condiciones a las que se someta el sistema. Generalmente,

los procesos más simples serán aquellos en los cuales alguna de las variables termodinámicas permanece constante. Se discute la dependencia del trabajo termodinámico y de la cantidad requerida de calor del proceso a realizar.

### D. 2ª Ley de la Termodinámica

- Procesos cíclicos.
- Máquinas térmicas y refrigeradores.
- Eficiencia de máquinas térmicas.
- La segunda Ley de la Termodinámica: Dirección de los procesos inducidos y de los procesos naturales

Este tema es básico para la comprensión de los procesos naturales y su dirección y para entender lo que es un modelo y lo que es la realidad. En este caso se puede discutir el impacto de los procesos cíclicos en la naturaleza.

## IV. CONCLUSIONES

Este temario se reduce de 8 temas a 4. Esto beneficia al estudiante, pues se presentarán los temas con una lógica conceptual que facilitará el entendimiento de una introducción a la física térmica.

Se encontrará que la construcción del conocimiento será más clara, en principio porque lo que aprenderán será “más puro”, en el sentido que no se va a ligar con ningún tema anterior, ya que es un tema nuevo y no tiene relación con lo que se haya aprendido en Mecánica.

Si empezamos de lo más simple y esto queda claro para los estudiantes, la construcción del conocimiento se dará naturalmente.

Resulta entonces muy importante que el profesor tenga un buen dominio del tema, ya que puede estar bien estructurado el temario, pero si el profesor sigue enseñando lo que él entiende se tiene un retroceso nuevamente.

## REFERENCIAS

- [1] Martín, E., Pozo, J.I., Mateos, M., Martín, A., Pérez, M. del P., *Infant, primary and secondary teachers' conceptions of learning and teaching and their relation to educational variables*, Revista Latinoamericana de Psicología **46**, 211-221 (2014).
- [2] Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., Pérez, M., *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*, 1ª Edición. (Editorial Grao, España, 2006).
- [3] Escuela Nacional Preparatoria, UNAM. <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/cuarto/1401.pdf> , Consultado el 28 de Junio, 2016.
- [4] Young, H., Freedman, R., *Física Universitaria, Volumen 1*. 12ª Edición. (Pearson Educación, México, 2009).
- [5] Alonso, M., Finn, E. J., *Física, Volumen 1: Mecánica*. 1ª Edición, (Fondo Educativo Interamericano. México, 1971).

- [6] Serway, R. A., Jewett, J. W., *Física para ciencias e ingeniería, Vol. 1.* 7ª Edición, (Cengage Learning Editores, 2008).
- [7] Resnick, R., Halliday, D., Krane, K., *Física, Volumen 1.* 5ª Edición, (CECSA, México, 2000).

- [8] García-Colín, L., *Introducción a la Termodinámica Clásica.* 4ª Edición, (Editorial Trillas, México, 2012).
- [9] Zemansky, M. W., Dittman, R. H., *Calor y Termodinámica.* 6ª Edición, (McGraw Hill, España, 1990).
- [10] Carmona, G., *Termodinámica Clásica.* 2ª Edición, (Ed. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, 2010).