



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
X CONVOCATORIA (2009-2010)**



DATOS IDENTIFICATIVOS:

Título de la acción: 094005

Tutorías asistidas por Mapas Conceptuales para la enseñanza de la Termodinámica para la Ingeniería en el contexto metodológico del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Resumen de la acción

En consonancia con el modelo de Convergencia Europea (EEES), el desarrollo de unos Complementos Didácticos, apoyados en gran manera el desarrollo previo de Mapas Conceptuales, aportaría a un nuevo enfoque de la docencia, facilitando, guiando y tutorizando al estudiante en el proceso de aprendizaje en una materia, tal como la Termodinámica, que, por su carácter interdisciplinario, sus aplicaciones en las distintas ramas de la Ciencia y de la Tecnología y su presencia en un extenso diseño curricular, tiene gran relevancia en una variada gama de Titulaciones Científicas y Técnicas.

En este marco de referencia hemos elaborado un conjunto de documentos, incluidos mapas conceptuales, resúmenes y presentaciones multimedia, destinados al apoyo de la docencia presencial en varias asignaturas que tienen la Termodinámica como parte sustancial de su contenido. Para ello, hemos planteado los las ideas y conceptos propios de la Termodinámica de tal modo que, además de rigurosos, resulten atractivos y esclarecedores para los alumnos. Hemos prestado especial atención a aquellos conceptos de más difícil asimilación por el alumno, conceptualizándolos mediante la técnica de Mapas Conceptuales. Además, hemos incluido material práctico y de autoevaluación progresiva. El e-book resultante está a disposición de los alumnos a través de la página WWW del coordinador de este Proyecto, en la dirección URL (<http://www.uco.es/users/mr.ortega/fisica/docencia/>), así como en el Aula Virtual de la UCO, estando disponible, además, en soporte CD-rom y en soporte impreso.

Componentes del grupo

	Nombre y apellidos	Área de Conocimiento	Código del Grupo Docente
Coordinador/a:	Manuel R. Ortega Girón	Física Aplicada	77
Componentes:	Rafael López Luque	Física Aplicada	77
	Antonio López Pinto	Física Aplicada	77

Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de Conocimiento	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería	Física Aplicada	Ingeniero Agrónomo Ingeniero de Montes Ingenierías Técnicas (EPS)
Energías Renovables	Física Aplicada	Ingeniero Agrónomo Ingeniero de Montes Ingenierías Técnicas (EPS)
Control del Medio Ambiente	Física Aplicada	Ingeniero Agrónomo Ingeniero de Montes

MEMORIA DE LA ACCIÓN

1. Introducción

Los conceptos de enseñanza y de aprendizaje han experimentado una revisión profunda y constante en el último decenio. En las modernas teorías educativas no se sigue contemplando la figura del docente como un simple transmisor del conocimiento y, en consecuencia, no cabe considerar al alumno como un mero receptor del mismo. Paulatina, pero inexorablemente, la interacción profesor-alumno se ha ido adaptando a estos cambios de modo que, actualmente, la labor del profesor se ve como la de un facilitador del acceso al conocimiento, una guía y un tutor para la adquisición de destrezas, convirtiéndose el alumno en el actor principal y activo del proceso de aprendizaje.

Los profesores proponentes, entendiendo las ventajas que aporta a este nuevo enfoque de la docencia, y en consonancia con el modelo de Convergencia Europea (EEES), nos hemos empeñado en el desarrollo de unos Complementos Didácticos, en los que hemos incluido Mapas Conceptuales y material multimedia, para facilitar, guiar y tutorizar al estudiante en el proceso de aprendizaje en una materia, tal como la Termodinámica, que, por su carácter interdisciplinario y sus aplicaciones en las distintas ramas de la Ciencia y de la Tecnología, ocupa un lugar destacado en la mayor parte de los temarios de los cursos Universitarios de Física y de Fundamentos Físicos para diversas ramas de la Ingeniería. La presencia de la Termodinámica en un extenso diseño curricular le confiere de gran relevancia en una variada gama de Titulaciones Científicas y Técnicas.

En este proyecto hemos continuado nuestra participación en lo que fue prometedora, y ya es realidad, línea de mejora innovadora del trabajo docente consistente en apoyar la enseñanza de la Termodinámica en las asignaturas de los primeros cursos de ingeniería, aportando un material didáctico que facilitará su aprendizaje y que estará disponible para el alumnado a través de la WWW departamental y del Aula Virtual de la Universidad de Córdoba, así como en formato CD-ROM y en soporte impreso (papel).

2. Objetivos

Hemos entendido el presente proyecto no tan solo como una aproximación a la enseñanza virtual, no presencial, de la Termodinámica, complementaria de la enseñanza presencial en el aula y en el laboratorio, sino también como una adaptación de contenidos y métodos en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Hemos desarrollado los siguientes Complementos Didácticos en el marco de la Termodinámica que forma parte de los Programas de las Asignaturas de Fundamentos Físicos que forman parte del desarrollo curricular de las Titulaciones Científico-Técnicas:

- [T01. Termodinámica. Conceptos previos.](#)
- [T02. Primer Principio de la Termodinámica .](#)
- [T03. Segundo Principio de la Termodinámica.](#)

Con carácter general, la redacción de los temas seleccionados, así como la preparación de las ilustraciones estáticas asociadas a los mismos, ha estado orientada por las siguientes líneas directrices:

- En todos los temas nos proponemos poner de relieve la interconexión de la Termodinámica con las otras ramas de la Física y hemos procurado resaltar que ciertos conceptos clave son comunes a diferentes áreas de la Física. En particular, resaltamos constantemente el concepto de energía como vínculo entre esas ramas, así como las leyes de conservación.
- Pretendemos poner de manifiesto la interrelación existente entre el enfoque microscópico y macroscópico de los fenómenos físicos, enfoques que se revisten de una particular relevancia en el estudio de la Termodinámica. No obstante, y dado que tanto la Teoría Cinética de los Gases como la Física Estadística se posponen para cursos Avanzados de Termodinámica, hemos centrado nuestra atención en el planteamiento macroscópico de la Termodinámica.
- Procuramos evitar la exposición excesivamente axiomática y formal de las leyes de la Termodinámica, a fin de que su comprensión resulte más intuitiva y relacionada con la realidad directamente observable. Aspiramos a que el estudiante entienda la Termodinámica como un intento de comprensión y descripción de los fenómenos naturales y que sus avances informan a la moderna tecnología, todo ello sin menoscabo de un tratamiento formal de las teorías físicas.



The image shows a screenshot of a web browser window titled "MOG PP - DOCENCIA (FR) - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://www.uco.es/~fa1orgin/mogpp/docencia/". The page content is organized into sections:

- MOG Personal Page** (left sidebar): A vertical menu with buttons for "Portada", "Índice General", "Docencia", "Doctorado", "Monografías y Textos", "Descarga de Software", "Enlaces", "Ayuda", and "Buscar".
- Docencia** (main header): A large red heading with the text "Actualizada el 01-Ago-2005" to its right.
- Fundamentos Físicos de la Ingeniería** (main content): A section with two columns of links:
 - Left column: "Horario de Clases y de Tutorías", "Programación de la asignatura", "Calificaciones Exámenes", "Prácticas de Laboratorio".
 - Right column: "Exámenes", "Guías de Estudio", "Complementos al Estudio (nuevo)", "Lecciones de Física (nuevo)".
- Radioprotección** (main content): A section with two columns of links:
 - Left column: "Horario de Clases y de Tutorías", "Programación de la asignatura".
 - Right column: "Prácticas de Laboratorio", "Exámenes".

At the bottom of the browser window, the status bar shows "Listo" and "Internet".

Ilustración 1.- Página de entrada a la oferta de complementos docentes "online" en la WWW.

- Por último, hacemos hincapié en el carácter experimental de la Termodinámica, insistiendo en que, en definitiva, es el experimento quien tiene la última palabra al juzgar la veracidad de una teoría científica; pero valorando lo que tiene de positivo aquella teoría, desde el momento en que se aventura una hipótesis que rompe con los esquemas preestablecidos, aun cuando esas hipótesis (y la teoría en sí) hayan de ser abordadas con posterioridad por no coincidir sus predicciones con nuevos resultados experimentales. En todo momento ponemos especial énfasis en la relación entre teoría y experiencia, en su mutua dependencia y en su mutua fecundación.

Con nuestro trabajo hemos pretendido, y confiamos haberlo conseguido, alcanzar los siguientes objetivos:

1. Facilitar la organización lógica y estructurada de los contenidos de aprendizaje.
2. Suministrar al alumno una herramienta que le permita seleccionar, extraer y separar la información significativa de la accesoria.
3. Integrar la información en un todo, estableciendo relaciones de subordinación e

The screenshot shows a web browser window displaying an online e-book page. The browser title is 'MOG PP - inicio - INDEX to MARCOS - Windows Internet Explorer'. The address bar shows 'http://www.uco.es/users/mr_ortega/fisica/inicio/index.html'. The page content includes a navigation sidebar on the left with buttons for 'Portada', 'Docencia', 'Doctorado', 'Monografías y textos', 'Descarga de Software', 'Enlaces', 'Ayuda', and 'Buscar'. The main content area is titled '§1.12.- Dilatación de los gases' and contains the following text and equations:

Quando cambia la temperatura de un gas, varían simultáneamente su volumen y su presión.

Como tanto el volumen como la presión pueden mantenerse constantes durante un cambio en la temperatura del gas, debemos considerar por separado los efectos que los cambios de temperatura producen en el volumen y en la presión de los gases.

$$(p = \text{cte}) \rightarrow \alpha = \frac{\Delta V/V_0}{\Delta T} \rightarrow V = V_0(1 + \alpha \Delta T)$$

$$(V = \text{cte}) \rightarrow \beta = \frac{\Delta p/p_0}{\Delta T} \rightarrow p = p_0(1 + \beta \Delta T)$$

La experiencia demuestra que los valores de los coeficientes α y β coinciden aproximadamente y que no dependen de la naturaleza del gas, siendo las discrepancias tanto menores cuanto más baja sea la presión del gas.

$$\alpha = \beta = 0.003661 \text{ K}^{-1} = \frac{1}{273.15} \text{ K}^{-1} = \frac{1}{T_0}$$

1.12.a. Leyes de Gay-Lussac y Charles

1ª Ley: $p = \text{cte.} \rightarrow \frac{V}{T} = \frac{V_0}{T_0} \rightarrow \boxed{V \propto T}$

Gases Ideales: 2ª Ley: $V = \text{cte.} \rightarrow \frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0} \rightarrow \boxed{p \propto T}$

The graph shows the dependence of α and β on pressure (Torr) for an ideal gas. The x-axis is labeled 'presión (Torr)' with values 600, 1000, 1500, 2000. The y-axis is labeled ' α , β (K⁻¹)' with a value of 1/273.15. Two lines, labeled α and β , originate from the point (0, 1/273.15) and increase linearly with pressure. The text below the graph says 'Dependencia de α y β con la presión.'

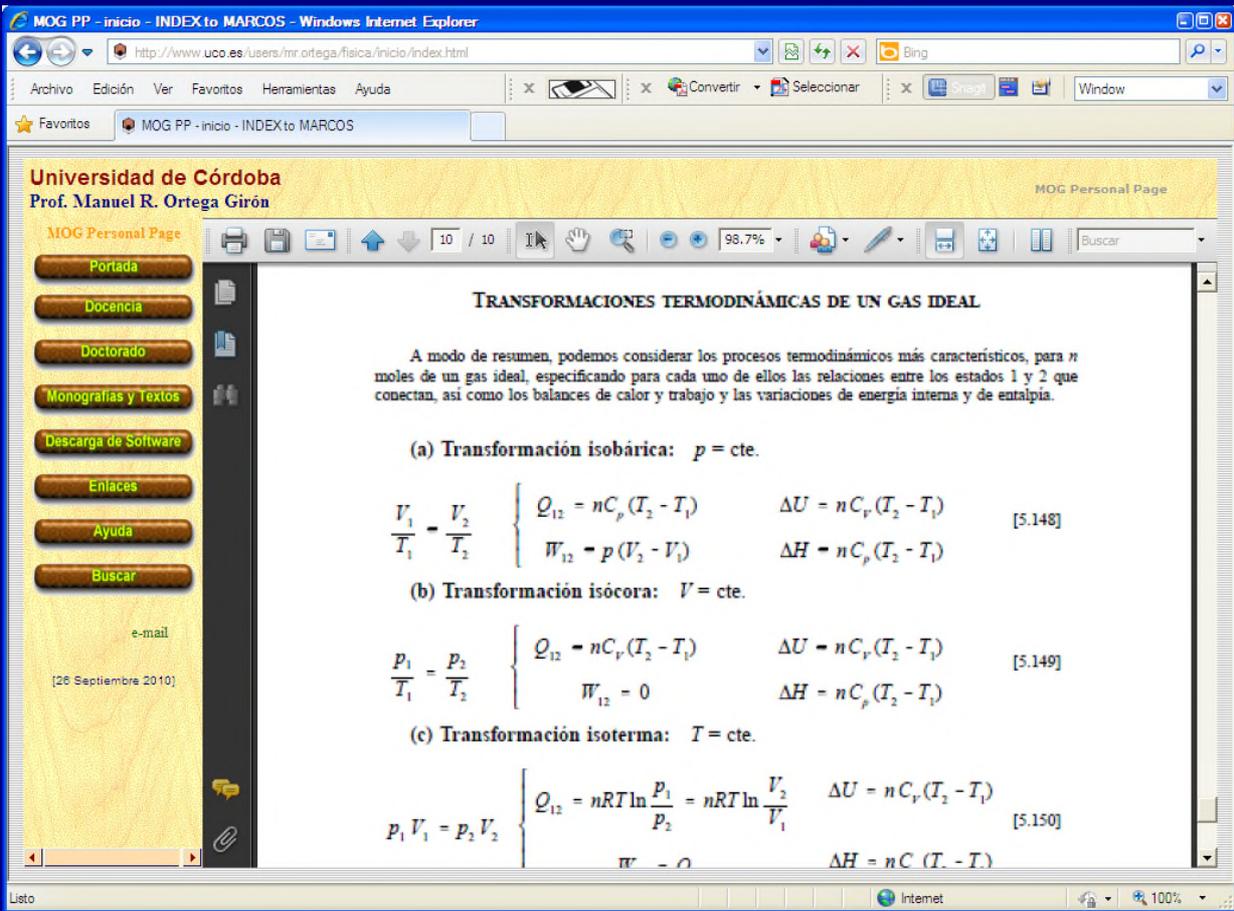
Ilustración 2.- Ejemplo de visualización “online” del contenido del e-book de una Guía de Estudio (**FO1. Termodinámica. Conceptos previos.**) mostrando los marcadores que permiten acceder fácilmente a los apartados de la unidad temática.

interrelación.

4. Desarrollar ideas y conceptos a través de un aprendizaje interrelacionado, pudiendo precisar si un concepto es importante y válido en si y si hacen falta relacionarlo con otros desarrollados en otras unidades docentes; i.e., determinar la necesidad de investigar y profundizar en los contenidos de modo sistémico.
5. Organizar el pensamiento y el conocimiento
6. Insertar nuevos conceptos en la propia estructura de conocimiento.
7. Expresar el propio conocimiento actual acerca de un tópico
8. Emplear imágenes y esquemas (estáticos y animados) para facilitar el proceso de memorización.

3. Contenidos.

La Termodinámica es una disciplina que, como la Mecánica Clásica, está basada en un número



MOG PP - inicio - INDEXto MARCOS - Windows Internet Explorer

http://www.uco.es/users/mr.ortega/fisica/inicio/index.html

Universidad de Córdoba
Prof. Manuel R. Ortega Girón

MOG Personal Page

MOG Personal Page

Portada
Docencia
Doctorado
Monografías y textos
Descarga de Software
Enlaces
Ayuda
Buscar

e-mail
[26 Septiembre 2010]

TRANSFORMACIONES TERMODINÁMICAS DE UN GAS IDEAL

A modo de resumen, podemos considerar los procesos termodinámicos más característicos, para n moles de un gas ideal, especificando para cada uno de ellos las relaciones entre los estados 1 y 2 que conectan, así como los balances de calor y trabajo y las variaciones de energía interna y de entalpía.

(a) Transformación isobárica: $p = \text{cte.}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \left\{ \begin{array}{l} Q_{12} = nC_p(T_2 - T_1) \quad \Delta U = nC_v(T_2 - T_1) \\ W_{12} = p(V_2 - V_1) \quad \Delta H = nC_p(T_2 - T_1) \end{array} \right. \quad [5.148]$$

(b) Transformación isócara: $V = \text{cte.}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \left\{ \begin{array}{l} Q_{12} = nC_v(T_2 - T_1) \quad \Delta U = nC_v(T_2 - T_1) \\ W_{12} = 0 \quad \Delta H = nC_p(T_2 - T_1) \end{array} \right. \quad [5.149]$$

(c) Transformación isoterma: $T = \text{cte.}$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \left\{ \begin{array}{l} Q_{12} = nRT \ln \frac{P_1}{P_2} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \Delta U = nC_v(T_2 - T_1) \\ W_{12} = 0 \quad \Delta H = nC_p(T_2 - T_1) \end{array} \right. \quad [5.150]$$

Ilustración 3.- Ejemplo de visualización “online” del contenido del e-book de una Guía de Estudio ([I02. Primer Principio de la Termodinámica](#)).

reducido de postulados básicos, a partir de los cuales, por razonamientos lógicos, se deducen las leyes que gobiernan los fenómenos caloríficos, objeto principal de esta ciencia. El pensamiento termodinámico clásico se desarrolló con independencia del pensamiento mecánico. El método termodinámico prescinde de la estructura de la materia y considera sólo magnitudes (macroscópicas) que pueden medirse directamente. Es una ciencia experimental y sus resultados vienen expresados por leyes empíricas. De este modo, la Termodinámica obtiene muchas relaciones entre las propiedades observables de la materia.

A continuación hacemos un sucinto comentario acerca de cada una de las unidades temáticas, poniendo énfasis en sus contenidos y en la justificación de los mismos.

Termodinámica. Conceptos previos.- Comenzamos esta programación definiendo el *método termodinámico clásico*, así como lo que entendemos por sistema termodinámico, ecuación de estado y procesos termodinámicos, insistiendo en la diferencia que existe entre los procesos reversibles y los irreversibles. Es decir, definimos los conceptos y elementos que vamos a utilizar en el estudio clásico de esta disciplina.

§3.5.- Segundo Principio de la Termodinámica

El alcance científico del Segundo Principio de la Termodinámica es tan grande que muchos autores han establecido enunciados del mismo.

Enunciado de Carnot: Para que una máquina térmica trabajando cíclicamente produzca trabajo a expensas del calor que toma de una fuente caliente, es preciso que parte de ese calor sea cedido a una fuente más fría; lo que equivale a afirmar la *necesidad de compensación*.

Completado por Kelvin: ... si Q_1 es la cantidad de calor que el sistema activo toma de la fuente caliente y Q_2 es la cantidad de calor cedida al refrigerante (foco frío), entonces

$$|W| = |Q_1| - |Q_2| \quad \text{con la condición de que si } |Q_2| \rightarrow 0 \Rightarrow |W| \rightarrow 0$$

(en caso contrario no habría compensación).

Una transformación cíclica de un sistema que intercambie calor con una sola fuente térmica no puede producir trabajo.

Enunciado de Kelvin-Planck:

Ilustración 4.- Ejemplo de visualización “online” del contenido del e-book de una Guía de Estudio ([T03. Segundo Principio de la Termodinámica](#))

Pasamos a centrar nuestra atención en el *concepto de temperatura*. Introducimos el concepto de temperatura a partir del de equilibrio térmico y del Principio Cero de la Termodinámica, lo que nos permite utilizar la temperatura como una variable de estado. Discutimos el concepto de temperatura y de las dificultades que conlleva su definición operacional. Incluimos en este tema una de las propiedades de los cuerpos relacionada con la temperatura, la dilatación térmica, presentándola como consecuencia de la asimetría de la curva de energía potencial (correspondiente a las interacciones intermoleculares) característica del estado sólido.

Abordamos en este momento un breve estudio acerca de los llamados *Gases ideales* (al los que aplicaremos casi exclusivamente las consideraciones termodinámicas que siguen en el resto de la programación), así como *las ecuaciones térmicas de estado*. Estudiamos las leyes básicas que dan soporte a la Termodinámica Clásica (Ley de Boyle, Ley de Dalton,...) e introducimos el concepto de ecuación térmica de estado y los diagramas termodinámicos.

Tras unas consideraciones de orden histórico sobre la naturaleza del calor (que utilizamos para invitar al alumno a reflexionar sobre los fundamentos del método científico), definimos el calor como *energía en tránsito* y estudiamos los calores específicos de los gases y de los sólidos y los calores de transformación.

En esta misma unidad temática, hemos considerado conveniente hacer una breve y elemental incursión al estudio de las *transiciones de fase*, además de por su interés intrínseco, para poder comparar las propiedades reales de la materia con la de esa sustancia idealizada (el gas ideal o perfecto). Prestamos particular atención a los calores latentes de fusión y de vaporización, al equilibrio entre las fases de una misma sustancia pura.

Primer Principio de la Termodinámica.- El concepto de energía, forjado lentamente en el curso del pensamiento físico, legó a la Termodinámica lo que hoy llamamos Primer Principio de la Termodinámica, que queda enmarcado en el Principio General de Conservación de la Energía de un sistema aislado. Definimos los conceptos de energía interna y de entalpía, enunciamos la ley de Joule para los gases ideales, y establecemos la relación de Mayer. Por último estudiamos los balances energéticos en las transformaciones termodinámicas básicas.

Segundo Principio de la Termodinámica.- Podemos imaginar muchos procesos termodinámicos que no contradicen el Primer Principio pero que nunca ocurren. Ahora nos ocupamos de ese tipo de procesos a la luz del Segundo Principio y del concepto de Entropía.

En primer lugar estudiaremos el ciclo de Carnot, que nos conducirá a la formulación del Segundo Principio (enunciados de Carnot, Kelvin-Planck y Clausius) y demostramos el teorema de Carnot referente al rendimiento de las máquinas térmicas. Dicho teorema nos permite definir la escala de temperaturas termodinámicas y el enunciado de la inaccesibilidad del cero absoluto.

A continuación, a partir del carácter unidireccional de los procesos naturales (espontáneos), hacemos ver que en todos ellos existe una característica común que varía del mismo modo; la entropía, que es una función de estado. Tras demostrar el teorema de Clausius y definir matemáticamente la entropía, analizamos el Segundo Principio a la luz del concepto de entropía y hacemos una breve incursión en la interpretación probabilística de la entropía.

4. Metodología y actividades desarrolladas

4.1.- Preparación básica

Hemos comenzado nuestro trabajo redactando unas **Guías de Estudio**, consistentes en un texto básico asociado con la exposición de los conceptos y magnitudes propias de la Termodinámica, así como de su formulación matemática y de los desarrollos matemáticos asociados con esos conceptos y magnitudes. A tal efecto hemos consultado abundante documentación bibliográfica sobre los temas a desarrollar. Para cada uno de ellos hemos redactado unas Guías Resumen, bien documentadas y con gran profusión de información gráfica. En las figuras 2, 3 y 4 mostramos unas muestras de tales Guías de Estudio.

4.2.- Diseño de Mapas Conceptuales

Los mapas conceptuales constituyen una técnica cada día más utilizada en los diferentes niveles. Son utilizados como técnica de estudio y como herramienta para el aprendizaje. Permiten al docente “construir” el conocimiento con sus alumnos y evaluar los conocimientos previos de estos. Al alumno, le facilita organizar, interrelacionar y fijar el conocimiento del contenido estudiado. El ejercicio de elaboración de mapas conceptuales fomenta la reflexión, el análisis y la creatividad.

Los Mapas Conceptuales constituyen una representación esquemática del conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones y sus relaciones. Ilustran gráficamente las

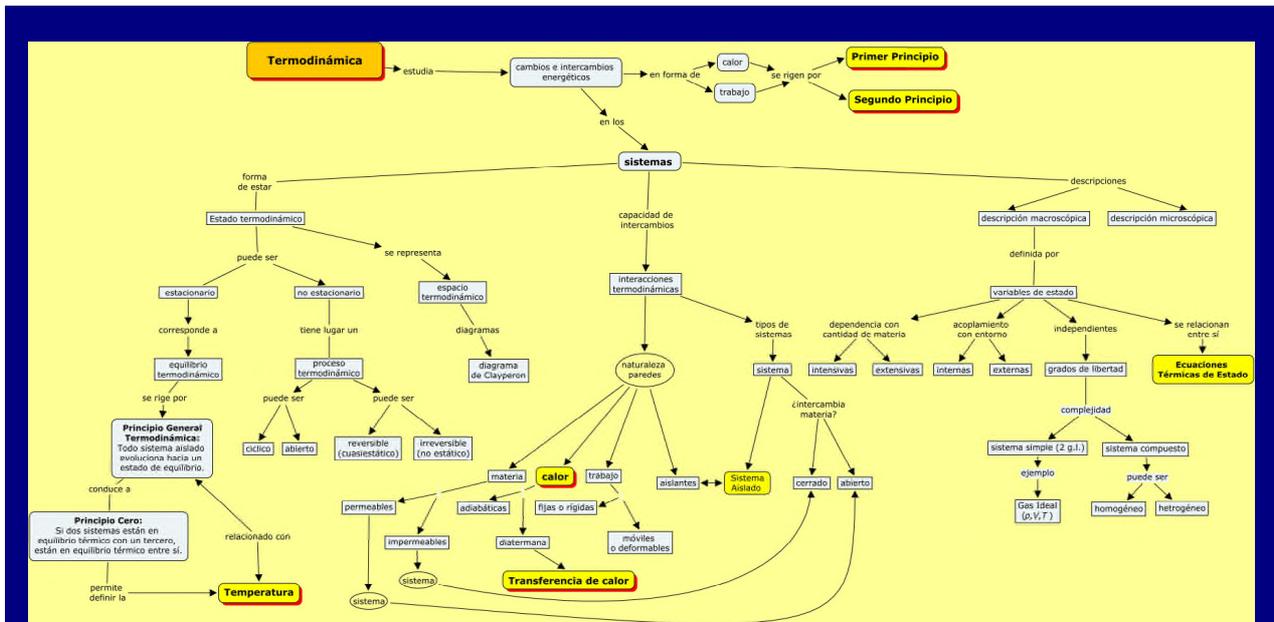


Ilustración 5.- Ejemplo de uno de los Mapas Conceptuales, correspondiente a la Unidad Temática. Las cajas con fondo amarillo representan encabezamientos de otros Mapas Conceptuales.

relaciones entre las ideas. En un mapa conceptual, dos o más conceptos están unidos a través de palabras que describen la relación entre ellos.

Así pues, los Mapas Conceptuales contienen tres elementos fundamentales: concepto, proposición y palabras de enlace. Los conceptos son palabras o signos con los que se expresan regularidades; las proposiciones son dos o más términos conceptuales unidos por palabras de enlace para formar una unidad semántica; y las palabras de enlace, por tanto, sirven para relacionar los conceptos. Se caracterizan por la jerarquización de los conceptos, ya que los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores de la estructura gráfica, por la selección de los términos que van a ser centro de atención y por el impacto visual, ya que permiten observar las relaciones entre las ideas principales de un modo sencillo y rápido. Dadas esas características, esta estrategia didáctica puede ser un instrumento eficaz para el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes, porque en ellos se ponen de manifiesto las características esenciales de este tipo de pensamiento, el carácter jerárquico, el carácter integrador y la multiplicidad de descripciones.

A continuación relacionamos las siguientes fases o etapas implicadas en el desarrollo metodológico del proyecto.

1. Una vez redactadas las Guías de Estudio, hemos identificado y separado claramente las ideas o conceptos principales de los secundarios. Con todos ellos hemos elaborado una lista.
2. Esa lista representa los conceptos que aparecen en la lectura, pero no como están conectadas las ideas, ni el orden de inclusión y derivación que llevan en el mapa. Obviamente, cada profesor puede tomar una idea y expresarla de diversas maneras en su discurso, para aclarar o enfatizar algunos aspectos y en el mapa, por lo que esta fase del trabajo presenta una buena dosis de subjetividad, solo mitigada por la discusión entre los profesores participantes hasta alcanzar un consenso.
3. En la siguiente fase, hemos seleccionado los conceptos que se derivan unos de otros, distinguiéndolos claramente de aquéllos que no se derivan que tan solo presentan una relación cruzada. Los conceptos que tienen el mismo peso o importancia los situamos en la misma línea o altura, es decir al mismo nivel y luego los relacionamos con las ideas principales.
4. Conectamos, mediante líneas, los conceptos plasmados en el mapa, asignando diferentes colores para establecer diferencias entre los que se derivan unos de otros y los simplemente relacionados (conexiones cruzadas) y escribimos sobre cada línea una palabra o breve enunciado (palabra enlace) que aclare porque los conceptos están conectados entre sí,
5. Ubicamos las imágenes que complementen o proporcionen mayor significado a los conceptos o proposiciones.
6. Diseñamos ejemplos que permiten concretar las proposiciones y los conceptos.
7. Seleccionamos las figuras (óvalos, rectángulos, círculos,...) de acuerdo a la información que manejamos.
8. El último paso consistió en la construcción del mapa, ordenando los conceptos en correspondencia al conocimiento organizado y con una secuencia instruccional. Los conceptos están representados desde el más general al más específico en orden descendente y utilizando las líneas cruzadas para los conceptos o proposiciones.

4.3.- Complementos Didácticos (animaciones y material Auxiliar)

Finalizados los Mapa Conceptuales los hemos enlazado (*links*) con animaciones Flash, GIF y Applets Java diseñadas *ex profeso*, así como con fragmentos de texto aclaratorio, formulación y desarrollos matemáticos asociados con los conceptos y magnitudes inherentes de la Termodinámica.

5. Utilidad de la experiencia.

El material que hemos preparado, tanto en la versión e-book como en la versión impresa, será de utilidad para los alumnos que cursan las asignaturas de básicas de Física y de Fundamentos Físico en los primeros cursos universitarios.

La valoración de la utilidad y grado de aceptación de este Proyecto Docente solo será posible cuando, una vez iniciado el próximo Curso Académico, los alumnos dispongan y utilicen las al completo las facilidades que ponemos a su disposición. Sin embargo, puesto que en cierta forma este proyecto forma parte de una estrategia más amplia, que en gran parte ya ha sido desarrollada e implementada durante los cursos anteriores, podemos remitirnos a esos resultados, extrapolándolos al presente trabajo, para confiar en la buena acogida y aceptación de estos recursos docentes por parte del alumnado.

6. Autoevaluación de la experiencia.

Justamente a principios de marzo de 2010 estuvieron disponibles la totalidad de las Guías de Estudio elaboradas en el marco de este proyecto así como los primeros mapas conceptuales, por lo que fue posible su utilización en el aula para los alumnos de la Asignatura de Fundamentos Físicos de la Ingeniería (Primer Curso de la Titulación de Ingenieros de Montes). Coincidiendo con las pruebas de evaluación de “segundo parcial”, realizábamos un test sobre los conceptos básicos de la Termodinámica, el mismo que habíamos pasado en años académicos anteriores a los entonces alumnos de esa misma asignatura, cuando aún no estaba disponible esta herramienta de aprendizaje. Aunque el estudio detallado de los resultados obtenidos con este test y del porcentaje de veces que es escogido cada uno de los distractores de cada ítem no es objeto específico de este proyecto, como valoración global, al comparar los resultados obtenidos en años anteriores por grupos de alumnos que no habían participado en la experiencia con los obtenidos por el grupo de alumnos participantes, se observa que éste último obtuvo unos resultados que superaban en un 17% el porcentaje de aciertos obtenido por el primero. Este resultado podría significar que los alumnos han asimilado mejor los conceptos e ideas que los que habían seguido un método convencional; aunque, como no podemos dejar de reconocer, el margen de significación de este resultado es relativamente bajo, debido a l pequeño tamaño de las muestras y a su variabilidad.

Los profesores participantes en el desarrollo de este Proyecto de Mejora Docente estamos satisfechos con los resultados ya obtenidos en los cursos anteriores y continuaremos trabajando en Proyectos de Mejora Docentes hasta completar los contenidos ordinarios de la asignatura de Física que, bajo diversas denominaciones, se imparte en los primeros cursos de diversas titulaciones universitarias.

7. Bibliografía.

7.1.1.- Libros de Consulta

- ADAIR, R.K.: *Concepts in Physics*. Academic Press. New York (1969).
- ALONSO, M. y FINN, E.J.: *Física*. (3 vol.) Fondo Educativo Interamericano. Méjico (1971).
- ANNEQUIN, R. y BOUTIGNY, J.: *Curso de Ciencias Físicas (obra completa)* Reverté. Barcelona (1978).
- BALKANSKI, M. y SEBBENNE, C.: *Physique*. (2 vol.) Dunod. Paris (1970).
- BLACKWOOD, O.H., KELLY, W.C., BELL, R.M.: *Física General*. C.E.C.S.A. Méjico (1971).
- BRU VILASECA, L.: *Física*. Ed. Romo. (1966).
- BUECHE, F.: *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería*. (2 vol.) McGraw-Hill. Méjico (1972).
- DEVORE y RIVAUD: *Cours de Physique*. Vuibert. París (1969).
- FEYNMAN, R.P. LEIGHTON, R.B. y SANDS, M.: *Lectures on Physics*. (3 vol.). Addison-Wesley (1971)
- FRENCH, A.P.: *Física*. Reverté. Barcelona (1974).
- GAMOW, G. & CLEVELAND, J.M.: *Física*. Aguilar. Madrid (1974).
- GOLDEMBERG, J.: *Física General y Experimental*. (2 vol.). Interamericana. Méjico (1968).
- HABER-SCHAIM, LL., CROSS, J.B., DODGE, J. H. & WALTER, J.A.: *Física*. (PSSC). Ed. Reverté. Barcelona (1973).
- HALLIDAY, D. y RESNICK, R.: *Física*. (2 vol.). C.E.C.S.A. Méjico (1980)
- JOUGUET, H.: *Cours de Physique*. (4 vol.). Eyrolles. Paris (1963).
- KITAIGORODSKI, A.I.: *Introducción a la Física*. MIR. Moscú (1975).
- EISBERG, R.M. & LERNER, L.S.: *Física: Fundamentos y Aplicaciones*. (2 vol.). Ed. McGraw-Hill. Madrid (1983).
- LINSAY, R.B.: *Basics Concepts on Physics*. Van Nostrand Co. New York (1971).
- PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE (PSSC): *Física. Curso Universitario*. Reverté. Barcelona (1970).
- ROSSEL, J.: *Física General*. Alfa Centauro. Madrid (1979).
- SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W. y YOUNG, H. D.: *Física Universitaria*. Fondo Educativo Interamericano. Méjico (1986).
- SHORTEY, G y WILLIAMS, D.: *Física*. Urmo. Bilbao (1976).
- TILLEY, D. E. y THUMM, W.: *Física*. Fondo Educativo Interamericano S.A. Méjico (1976).
- TIPLER, P. A.: *Física*. Reverté. Barcelona (1978).
- WEBER, R. L., MANNING, K. V., y WHITE, M. W.: *Física*. Reverté. Barcelona (1970).
- WEBER, R. L., WHITE, M. W. & MANNING, K. V.: *Física para la Ciencia de Ingeniería*. Castillo. Madrid (1965).

7.1.2.- TERMODINÁMICA

- ANAND, D.K. y CUNNIFF, P.F.: *Termodinámica para ingenieros*. C.E.C.S.A. Méjico (1976).
- ARMSTRONG, R. L. y KING, J. D.: *Termodinámica Ondas y Termofísica*. Urmo. Bilbao (1976).
- BEER, F.P. & JOHNSTON, E.: *Termodinámica vectorial para Ingenieros*. (2 vol.) Castillo (1972).
- FRENCH, A. P.: *Termodinámica Newtoniana*. Reverté. Barcelona (1979).
- GOLDSTEIN, H.: *Termodinámica clásica*. Aguilar. Madrid (1966).
- HAUSER, W.: *Introducción a los principios de la Termodinámica*. Ed. UTEHA. Méjico (1968).
- HUANG, J. B.: *Termodinámica para Ingenieros*. Fondo Educativo Interamericano. Méjico (1975).
- KIBBLE, T. W. B.: *Termodinámica Clásica*. Urmo. Bilbao (1972).
- KITTEL, C. H.; KNIGHT, W. D. y RUDERMAN, M. A.: *Termodinámica (B.P.C.1)*. Reverté. Barcelona (1968).
- LEECH, J. W.: *Termodinámica Clásica*. UTEHA. Méjico (1968).
- NELSON, E. W. & MAC LEAN, W. G.: *Termodinámica Técnica (Estática y Dinámica)*. McGraw-Hill (1969).
- SEARS, F., W.: *Termodinámica, Calor y Sonido*. Aguilar. Madrid (1979).
- SYMON, K. R.: *Termodinámica*. Aguilar. Madrid (1979).

SYNGE & GRIFFITH: *Principios de Termodinámica*. Castillo (1965).

7.1.3.- Mapas Conceptuales

ARELLANO, NORKA.: *Metodología de los Mapas Conceptuales*. Loginow Mcs.
<http://www.monografias.com/trabajos10/mema/mema.shtml>

BRAVO ROMERO, SILVIA & VIDAL CASTAÑO, GONZALO.: *El Mapa Conceptual como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la resolución de problemas*. Universidad de la Habana.
<http://www.educar.org/articulos/usodemapas.asp>

DRUMMOND, TOM.: *College practice in teaching*. North Seattle Community College (2002).
<http://northonline.sccd.ctc.edu/eceprog/bstprac.htm>

GAGNÉ ROBERT, Y BRIGGS, LESLIE. : *La planificación de la Enseñanza (sus principios)*. México (1999). Trillas.

IHMC CMAP TOOLS.: *Software*. <http://cmap.coginst.uwf.edu/>

NOTORIA ANTONIO, ET AL.: *Mapas Conceptuales. Una técnica para aprender*. NARCEA Ediciones, Madrid(2000).

SEGOVIA VÉLIZ, LUIS.: *Estrategias para iniciar la Elaboración de Mapas Conceptuales en el Aula*. EDUTEKA. <http://www.eduteka.org/pdfdir/MapasConceptuales.pdf>

7.1.4.- Revistas de interés didáctico

American Journal of Physics.

European Journal of Physics.

Investigación y Ciencia. (Scientific American).

Physics Education.

Physics Today.