



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA DE FISICA I DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE BACHILLERATO DEL C.C.H."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

F I S I C A

P R E S E N T A :

MARIA DE LA CRUZ MEDINA RAMOS

279051



DIRECTOR DE TESIS DE ESTUDIOS PROFESIONALES
JUAN AMERICO GONZALEZ MENENDEZ



MEXICO, D. F.

ENERO DEL 2000

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

" PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA DE FISICA I DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE BACHILLERATO DEL C.C.H. "

realizado por MARIA DE LA CRUZ MEDINA RAMOS

con número de cuenta 8053224-8 , pasante de la carrera de FISICA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario FIS. JUAN AMERICO GONZALEZ MENENDEZ

Propietario DR. JUAN MANUEL LOZANO MEJIA

Propietario M. EN C. BERTHA ODA NODA

Suplente DR. MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETE

Suplente FIS. EDUARDO VEGA MURGUIA

Juan Americo Gonzalez Menendez
Bertha Oda Noda
Marco Antonio Martinez Negrete
Eduardo Vega Murguia

Bertha Oda Noda

Consejo Departamental de FISICA

A mi madre:

Teresa Ramos Ramírez.

A mi esposo e hijo:

Germán Meza Olea
y
Eduardo Meza Medina.

Agradecimientos.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi director de tesis **Fís. Juan Américo González Menéndez** por su apoyo, comprensión y paciencia durante el desarrollo de este trabajo y además por constituir una brújula no sólo para mí, también para otros profesores en enseñanza de la Física, al compartir su multitud de ideas y su enorme entusiasmo en este rubro.

A los investigadores y profesores:

Dr. Juan Manuel Lozano Mejía.

M. en C. Berta Oda Noda.

Dr. Marco Antonio Martínez Negrete.

Fís. Eduardo Vega Murguía.

Por la revisión y las sesiones que me brindaron para hacer preguntas y atinadas observaciones sobre el presente trabajo.

Fís. Zoilo Ramírez Maldonado.

Por invitarme a participar en actividades docentes que me fueron de utilidad para la realización de este trabajo.

Dr. Jorge Barojas Weber.

Fís. Edgar Méndez Pedrero.

Por las entrevistas que me concedieron para discutir los antecedentes y propósitos de los cambios de programas de Física.

ÍNDICE

Contenido	Número de página.
Introducción.	1
Antecedentes.	3
Capítulo I. Interpretación y análisis del programa.	4
Capítulo II.	12
Diagrama conceptual.	11
Campo de estudio de la Física.	13
Fenómenos Mecánicos.	26
Fenómenos Termodinámicos.	36
Estructura de la materia y energía en el Universo.	51
Comentarios Finales.	57
Apéndice A. Alternativas en medición de tiempo.	58
Apéndice B. ¿Cómo transforma el organismo humano la energía a partir de alimentos?	59
Apéndice C. El Sol como fuente primaria de energía.	69
Apéndice D. Solución al problema: "Un globo infla al otro"	76
Bibliografía.	78
Programa oficial de Física I.	81

INTRODUCCIÓN.

El objetivo con este trabajo es contribuir con una alternativa en el desarrollo operativo de los programas vigentes del C.C.H. específicamente para Física I.

En los antecedentes se presenta la exposición de motivos para la realización de este trabajo.

A continuación se describe la estructura y una idea general sobre el contenido de los diferentes bloques de la tesis, la cual, consta básicamente de dos capítulos y cuatro apéndices.

En el Capítulo I se presenta una interpretación y análisis del programa de la asignatura de Física I, basado en la discusión de la selección y articulación de contenidos, además se identifican nociones básicas consideradas para el desarrollo de cada unidad y se describe el seguimiento que se hace de ellas.

Se plantean algunas ventajas y riesgos del carácter cultural del programa. Por último se describe una relación vertical y horizontal de Física I con otras asignaturas del plan de estudios.

En el Capítulo II, se presenta una propuesta para el desarrollo operativo del curso, el cual contiene: actividades experimentales, un diagrama conceptual que muestra las nociones básicas del curso, propuesta de cuestionamientos sobre observaciones cotidianas relacionadas con Física, analogías, propuesta y elaboración de lecturas para temas que se sugiere se desarrollen con un nivel de divulgación y el desarrollo de una situación problematizadora.

En la propuesta se destacan actividades experimentales como apoyo básico en el desarrollo del programa. La mayoría las he realizado, lo que permite dar sugerencias para llevarlas a cabo tomando en cuenta, control de variables, características de los dispositivos, objetivos que se pretenden lograr con los alumnos...; en la elección de algunas, se ha tomado en cuenta que puedan ser retomadas en más de un contenido temático o permitan mostrar la conexión de un contenido a otro.

En su mayoría las actividades experimentales son cualitativas, en cuya interpretación se utilizan nociones básicas sugeridas antes del planteamiento de la actividad experimental. En algunas actividades experimentales, se introduce el dibujo de caricatura como un recurso de motivación.

La presentación de un diagrama conceptual tiene como objetivo mostrar nociones básicas que se destacan en la propuesta y mostrar algunos conceptos que permiten articular diferentes contenidos del programa.

Las analogías se describen resaltando ventajas y riesgos en su uso.

En las lecturas propuestas se describen las ideas centrales y la ubicación de los contenidos en donde pueden discutirse.

Los apéndices son complementos en unidades temáticas, para la propuesta de desarrollo en el Capítulo II.

El apéndice A, muestra una reflexión sobre dispositivos experimentales y el argumento del uso de mecanismos que implican unidades arbitrarias de tiempo, planteadas en algunas actividades experimentales del capítulo II.

El apéndice B, contiene el planteamiento y desarrollo de una situación problematizadora. Se presentan resultados de un experimento en el cual se cuantifican valores energéticos asociados a alimentos empleando la bomba calorimétrica y la combustión directa de alimentos, mostrando la utilidad de la actividad experimental simple. Se plantea una comparación en la transformación de energía a partir de alimentos dentro y fuera del organismo y se discuten ventajas y riesgos de una analogía involucrada en el tema.

En el apéndice C, para la unidad IV, se presenta una lectura del tema, el Sol como fuente primaria de energía, bajo una interpretación particular en el desarrollo de este tema.

El apéndice D contiene una solución para el problema "un globo infla a otro" planteado al inicio de la unidad I.

Se aclara que del capítulo II en adelante se emplean dos tipos de letra en la redacción con el objetivo de separar las diversas actividades propuestas del resto de la información que las enmarcan. Con el mismo objetivo de resaltar actividades propuestas se usa el asterisco,(*).

ANTECEDENTES.

El cambio del plan de estudios del C.C.H. implicó cambios en los programas de física, así como cursos adicionales de ésta. Este hecho y considerando las dificultades que pueden surgir en el proceso de implantación de un nuevo programa, me generó la inquietud de desarrollar una propuesta que sea una alternativa en la parte operativa de los contenidos temáticos planteados para el curso de Física I, que evidentemente me sea de utilidad en el desarrollo de mis labores docentes.

Además en mi calidad de profesor de escuela incorporada a la U.N.A.M. tenemos la responsabilidad de operativizar los programas siguiendo muy de cerca los documentos oficiales que indican el desarrollo de estos cursos.

En mi institución, el primer curso de Física I con el plan vigente se inicia en agosto de 1999.

Cabe mencionar que para iniciar el desarrollo de esta propuesta hice dos entrevistas a personas responsables de los cambios de programas con la intención de obtener una visión clara sobre la filosofía de los nuevos programas. Realicé un diplomado impartido en la facultad de ciencias, "Diplomado en enseñanza de la Física en el C.C.H." cuyo objetivo fue trabajar en elaboración de materiales para desarrollar los programas actuales de Física I y Física II. Además asistí a ciclos de conferencias, cuyo objetivo fue apoyar temas de programas vigentes de C.C.H., como, "La Física Moderna y su enseñanza, un Desafío", y conferencias de termodinámica para los temas de entropía y complejidad.

CAPÍTULO I

Este capítulo, contiene una interpretación y análisis del programa de Física I. Los criterios para esta actividad, que a continuación se mencionan implícitamente, están considerados en los textos. (Arias F. y Pantoja M.T., 1990, p.143) y (Hierro G., p.38).

Se describe la ubicación de la asignatura en el plan de estudios, así como las características generales del programa tomando en cuenta los contenidos del mismo.

Se identifican nociones básicas consideradas para el desarrollo de cada unidad y se describe el seguimiento que se hace de ellas.

Se discute la selección y articulación de contenidos, además de, la articulación entre los contenidos, los objetivos formulados y la propuesta de actividades de aprendizaje.

Por último, se describe una relación vertical y horizontal de Física I con otras asignaturas del mismo plan.

La asignatura de Física I, se ubica en el tercer semestre del plan de estudios 1996, del modelo educativo C.C.H., (ahora, Escuela Nacional de Ciencias y Humanidades).

El programa de Física I consta de cuatro unidades:

Campo de estudio de la Física.

Fenómenos mecánicos.

Fenómenos termodinámicos.

Estructura de la materia y energía en el universo.

Unidad I. Campo de estudio de la Física. (15 horas).

Tiene un carácter introductorio en el cual se pretende:

a) Caracterizar la Física como una ciencia, además de identificar y asociar la importancia y las repercusiones de ésta en nuestra vida diaria.

b) Introducir el concepto de cambio, considerándolo sinónimo de fenómeno físico, destacando la importancia de medir lo que cambia en un sistema y caracterizar con gráficas que describan la relación funcional entre magnitudes que cambian.

La noción básica que se resalta es la de **cambio físico**. Cuando preguntamos ¿Qué es lo que cambia? y ¿Cómo cambia? se asocian nociones de **magnitud física, medición, razón de cambio y rapidez de cambio**.

Los aspectos que llamaron mi atención en la elección y organización de contenidos son:

-Se indican temas muy diversos, difíciles de articular en el orden propuesto con las siguientes unidades.

-La elección del tema "complejidad de fenómenos físicos".

El concepto de complejidad en física tiene una variedad de interpretaciones. Para unos significa el aumento en los componentes del sistema ya que aumentan los cambios que se observan y por tanto las variables que hay que medir. Para otros el no tener un modelo que explique satisfactoriamente un problema, por ejemplo los cambios en la espuma de la cerveza. Esta interpretación implicaría que ¿cuando exista un modelo satisfactorio, deja de ser complejo?

Al parecer cuando se habla de complejidad hay que establecer respecto a qué, un sistema físico es más complejo que otro.

Dada la interpretación tan variada que se tiene de este concepto y por considerar que se anexa una complejidad en el desarrollo de los temas sugiero excluirlo.

La unidad II. Fenómenos mecánicos. (20 horas).

- a) En esta unidad se propone la descripción y cuantificación de movimientos simples de traslación, de objetos considerados como partículas que se mueven en línea recta en términos de: posición, desplazamiento y velocidad media.
- b) Se introduce el concepto de masa como un cuantificador de movimiento y el uso alternativo de esquemas de ímpetu y energía cinética, con sus respectivos principios de conservación.

En el seguimiento de nociones básicas, se destaca nuevamente el de **cambio**, asociado de manera implícita a la noción de **interacción mecánica**.

Cuando preguntamos ¿Dónde está un objeto? Cómo lo localizamos? asociamos nociones básicas de **posición, punto de referencia y desplazamiento**.

¿De qué depende la interacción de un objeto en movimiento? para su respuesta, se destacan nociones básicas de **velocidad y masa**, éstas a su vez se asocian a **ímpetu y energía cinética**. En el uso del esquema de energía para el análisis de movimiento se destaca también **energía potencial y energía mecánica**. Por último principios de **conservación de ímpetu y conservación de energía mecánica**.

Los aspectos que llamaron mi atención en la elección y organización de contenidos son:

-De los diferentes tipos y formas de movimiento, se elige un modelo, el más simple, movimiento de traslación de un objeto en línea recta.

Se sugiere para su descripción y cuantificación un enfoque cinemático con el uso de nociones básicas de posición, desplazamiento lineal y velocidad media.

-Por considerar el concepto de aceleración de difícil comprensión para el alumno, el movimiento uniformemente acelerado, así como el enfoque dinámico no se consideran en los contenidos de este curso, por lo que el desarrollo formal

de estos temas, así como la presentación de los conceptos de aceleración y fuerza quedan para el curso de Física II.

En este programa se propone también un esquema de ímpetu y energía. Algunos textos consideran este análisis de movimiento como un enfoque cinético. Las nociones básicas de impulso y trabajo tampoco son considerados en los contenidos del programa. Sin embargo, en la unidad III se presenta como contenido "máquinas térmicas", por lo que creo necesario considerar el concepto de trabajo como un concepto de soporte. Para eludir el formalismo en el concepto de trabajo, ya que tampoco se desarrolla el concepto de fuerza, se sugiere una alternativa en la definición de la unidad de medida de trabajo, el joule, mencionada en la página 26 y descrita en la página 31 en la actividad experimental de calentador mecánico.

-La unidad inicia con, "Factores que cambian la estructura o el estado de movimiento de objetos", este contenido es vago dado que lo primero que se ocurre con esta expresión es asociar el concepto de fuerza, sin embargo es un concepto que no se abarca con los contenidos propuestos para la unidad, de manera que lo interpreto de forma implícita con la noción básica de interacción. Además ¿qué significa estado de movimiento?.

Unidad III. Fenómenos termodinámicos. (35 horas).

a) Particularmente en esta unidad se proponen nociones básicas de termodinámica sugiriendo un doble enfoque en la interpretación de los cambios físicos, el fenomenológico y el microscópico con la introducción de teoría cinética molecular.

b) Se plantea como objetivo distinguir entre calor y temperatura. Se sugiere caracterizar cualitativa y cuantitativamente ambos conceptos.

Para el caso de temperatura se indica su cuantificación mediante termómetros y escalas termométricas y para calor se indican formas de trasmisión, (conducción convección y radiación). Se sigue un planteamiento sobre estructura de la materia y la interpretación que se hace de la temperatura por medio de teoría cinética molecular.

c) Se propone analizar los mecanismos de transformación de energía con sus implicaciones de disipación, analizando sistemas físicos específicos de máquinas térmicas.

Las nociones básicas que se sugiere resaltar son:

Calor asociado a **convección, radiación y conducción**, que a la vez están relacionadas a la noción de **potencia térmica**; **temperatura** para su cuantificación con **termómetros y escalas termométricas** y en su interpretación microscópica con **estructura de la materia**; **energía interna**, (para aclarar que el calor no es algo que contenga un cuerpo); **máquina térmica** asociado a las nociones de **eficiencia térmica y entropía**.

Los aspectos que llamaron mi atención en la elección y organización de contenidos son:

-La imprecisión del lenguaje en la noción básica de calor, donde, al describir un objetivo se le confunde con la noción básica de energía interna.

"Reconocerá al calor como una forma de energía de agitación molecular".

La concepción Física del concepto de calor ha evolucionado en el tiempo, de manera que a nivel bachillerato, se sugiere que al hablar de él se haga como un mecanismo de transferencia de energía, no como la energía que contiene un cuerpo. Al referirse al objeto, se asocia el concepto de energía interna.

-El doble enfoque, fenomenológico y por medio de estructura de la materia, en el análisis de fenómenos termodinámicos.

El indicar el desarrollo de un enfoque generalmente deja implícitos temas y conceptos a desarrollar para el logro de objetivos, el indicar dos enfoques, aumenta el problema en la interpretación y operativización del programa.

Por ejemplo al querer la interpretación de temperatura según la teoría cinética debe hacerse el cálculo cinético de la presión y la interpretación de acuerdo a esta teoría, lo cual está implícito. Se introducen conceptos de entropía y eficiencia energética en donde el desarrollo de la primera y segunda ley de la termodinámica quedan implícitos.

Unidad IV. Estructura de la materia y energía en el Universo. (10 horas).

a) Se propone describir la estructura de la materia a nivel microscópico en átomos y núcleos para comprender el comportamiento de las interacciones de las partículas elementales, así como la relación materia-energía.

b) Con el objetivo de mostrar un programa más actualizado, se propone el desarrollo de temas de Física moderna, (Fenómenos cósmicos.), tomando como eje de desarrollo el concepto de energía.

Las nociones básicas que se sugieren son:

Estructura de la materia asociada a **átomos** y en un primer acercamiento con **núcleos** y **electrones**.

Estructura de núcleos asociada a **protones** y **neutrones**.

Partículas elementales con **quarks**, **leptones** y partículas portadoras de fuerza, (**fotón**, **bosón débil**, **gluón** y **gravitón**).

Energía nuclear asociada a **radiactividad**, **fisión** y **fusión** y a la noción de **fuerza primaria de energía**.

Los aspectos que llamaron mi atención en la elección y organización de contenidos son.

Se indica un carácter de divulgación en el desarrollo de los temas pero creo que es en esta unidad donde se pierde perspectiva al plantear una gran cantidad de información con pocos antecedentes y muy poco tiempo para desarrollarla.

Algunas ventajas y riesgos del carácter cultural del curso.

La manera en que se seleccionan los temas de fenómenos mecánicos y fenómenos termodinámicos, sugiere que se toma en cuenta a Física I como primer contacto del alumno con esta asignatura en el bachillerato, evitando la abstracción y la excesiva formalidad, procurando un carácter más cultural. Esto es comprensible si recordamos el gran fracaso que se ha tenido en la enseñanza de esta asignatura, haciéndola ver como un conocimiento que solo se vive en el salón de clases.

Por otro lado el tiempo que se le asigna a fenómenos mecánicos y termodinámicos no es el tradicional, lo que sugiere cambios de actitud en el profesor al desarrollar estos contenidos, es decir que el profesor se vea obligado a tocar otros temas que no sean de mecánica.

La elección de los temas de la unidad IV refleja la inquietud de transmitir ideas de Física Moderna, así como una idea moderna de la Física.

Sin embargo, en términos de un carácter cultural y considerar la poca madurez que el alumno puede tener al llevar este curso, puede caerse en excesos, en este caso restándole la característica de formalidad que tiene la Física. Por lo que es conveniente, en la operatividad del programa, no sólo revisar antecedentes, también tomarlos en cuenta, por ejemplo, los alumnos llevan dos cursos previos de matemáticas. No es el caso del programa de Física I del antiguo plan, cuyos estudiantes la llevaban en el primer semestre.

Se sugiere tener cuidado con las nociones básicas ya que también existe tendencia en perder precisión en este tipo de cursos, por ejemplo el concepto de calor, mencionado anteriormente.

Por otro lado, uno de los objetivos del C.C.H. es que los cursos de ciencias tengan enfoque experimental.

Al querer materializar esta inquietud se encuentra difícil conciliar un enfoque cultural en este nivel, con uno experimental, ya que no hay un desarrollo de contenidos que soporte simultáneamente ambos enfoques, por ejemplo en el caso de plantear una actividad experimental para transformaciones de energía cinética y/o potencial, en diferentes propuestas conocidas para este nivel, se requiere, el concepto de trabajo y/o nociones involucrados en movimiento uniformemente acelerado, mismos que se omiten en el desarrollo de contenidos propuestos.

Alguna vez escuché que una manera de proponer el desarrollo de contenidos, podría ser en función de lo que se va a preguntar, de la misma manera puede tomarse en cuenta, que una alternativa en el planteamiento de contenidos puede depender de los experimentos que se deseen realizar.

Objetivos y estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Los objetivos propuestos indican lo que se desea concretar con el desarrollo de contenidos y en algunos casos sugieren de manera implícita cubrir temas que no quedaron por escrito en la columna de contenidos temáticos.

La propuesta de situaciones problematizadoras, en estrategias de enseñanza-aprendizaje me parece muy interesante, ya que corresponde a un principio específico de la enseñanza constructivista, y representa una manera de que el

alumno obtenga un aprendizaje significativo, (con el desarrollo de una investigación paralela al desarrollo de contenidos, relacionada con su entorno cotidiano); " La esencia del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto o una proposición)..." (Ausubel, 1976, p.59). 31, p-6.

Ahora bien, los planteamientos de situaciones propuestas en el programa en algunos casos se ven forzadas a encajar con la unidad temática, por lo que sugieren vaguedad en las características de tales situaciones, es decir, al interpretar ¿Qué es una situación problematizadora?

Por ejemplo: En la primera unidad se plantea, Cambios que se producen en un fenómeno físico

En la tercera unidad se plantea, Discutir algunas formas de suministro de energía en la ciudad de México al generar y distribuir los diferentes tipos de energía que explican su funcionamiento.

En el apéndice B se describe brevemente una interpretación sobre características de situaciones problematizadoras.

Relación con otras asignaturas de Física.

La asignatura de Física I, es un antecedente básicamente para el curso de Física II, ubicada en el cuarto semestre.

En Física II, la unidad de "Interacciones", con algunos contenidos propuestos, (clasificación de interacciones, cambios en el ímpetu, cambios en la energía cinética...) tiene antecedentes en relación a nociones básicas en "Fenómenos Mecánicos" de Física I. También temas como estructura discreta de la materia a nivel microscópico, propuestos en Física II, en la unidad de "Física y tecnología contemporáneas", tiene su antecedente en la unidad de "Estructura de la materia y energía en el Universo" de Física I.

Relación con otras asignaturas, de (Química, Matemáticas y Biología).

En los casos de Matemáticas y Química, la relación es al revés, estas establecen antecedentes por su ubicación en el plan de estudios, por ejemplo:

Matemáticas I, contiene una unidad con el nombre de "Variación proporcional y funciones lineales", en donde se desarrollan las ideas de proporción directa, inversa y relación lineal, así como la forma de las gráficas de estas relaciones. Tema relacionado con la unidad I del programa de Física I, en el contenido de "Representación cuantitativa de cambios físicos".

En Química I, se desarrolla el contenido de estructura de la materia con el modelo atómico de Bohr, lo que representa un antecedente a los temas desarrollados en la unidad IV del programa de Física I, en los temas de estructura de la materia.

Paralelamente al curso de Física I, en el tercer semestre, se lleva la asignatura de Biología I, con temas como, "Procesos de conservación en los seres vivos", (fotosíntesis y respiración), por lo que el alumno puede desarrollar

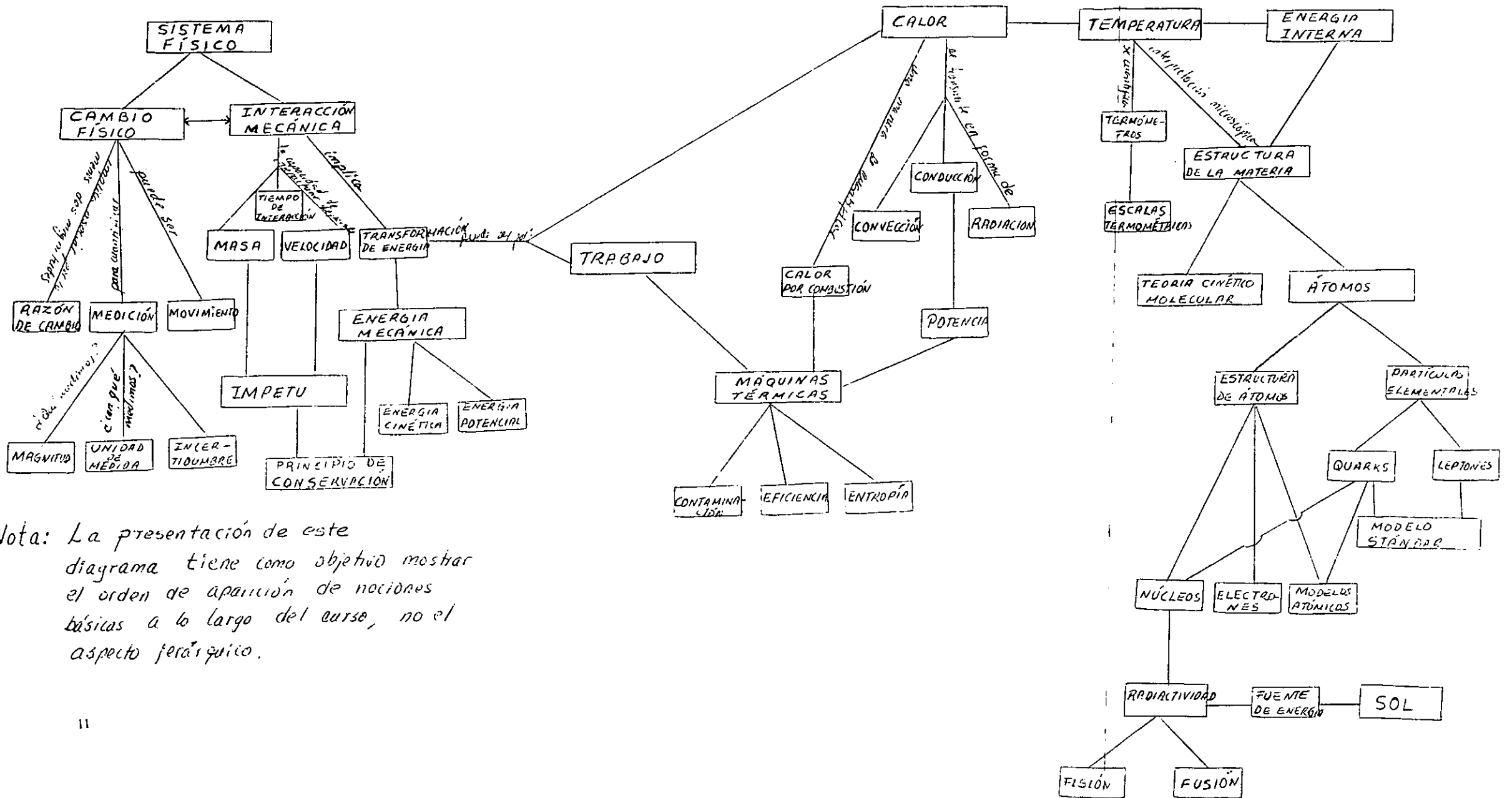
investigaciones de situaciones problematizadoras planteando la conexión de Física con Química y Biología, por ejemplo:

¿Cómo transforma el organismo la energía a partir de alimentos? ver una interpretación en el desarrollo de este planteamiento en el apéndice B.

Conclusiones.

La presentación de éste programa tiene la característica de ser más específico respecto al programa de Física I de plan de estudios anterior, sin rayar en una presentación enciclopédica. Presenta un carácter cultural y una presentación moderna de la Física, como curso de primer contacto del alumno con la asignatura de Física. Sin embargo, en la elección de contenidos no es explícita la articulación para desarrollar los temas y, aunque un programa de esta naturaleza se sobreentiende que es un indicador, creo que se confió en una gran visión y experiencia del profesor para interpretar la secuencia de éste, lo que considero, en general está fuera de la realidad de las características del perfil, (especificados en los documentos oficiales de programas de Física), del profesor de física de bachillerato.

FISICA I C.C.H.



Nota: La presentación de este diagrama tiene como objetivo mostrar el orden de aparición de nociones básicas a lo largo del curso, no el aspecto jerárquico.

CAPITULO II.

En este capítulo, primero se sugieren nociones básicas centrales que hay que introducir y discutir con el alumno en los diferentes contenidos de cada unidad del programa. Después se mencionan y describen diferentes actividades para la operatividad del programa: actividades experimentales, analogías, discusión de lecturas, investigaciones y evaluación, indicando lo que se intenta concretar con cada una.

En el caso de actividades experimentales, se resaltan aspectos del desarrollo en términos del control de variables o del dispositivo empleado para la obtención de mejores resultados. En algunos casos, se sugiere una serie de preguntas como una orientación en el seguimiento de la actividad experimental y/o preguntas que induzcan a ser contestadas variando condiciones del experimento o realizando otras actividades experimentales.

Para las lecturas propuestas, se mencionan los conceptos e ideas centrales y se ubican los contenidos en que pueden discutirse.

Las analogías se describen mencionando la relación que guardan los elementos de la misma, con los conceptos físicos que se desea comprender y caracterizar, así como las ventajas y riesgos en el uso de la analogía.

Se proponen investigaciones describiendo un seguimiento metodológico. En general son proyectos sencillos cuyo objetivo es motivar el aprendizaje de la física.

En evaluación, para algunos contenidos, se plantean como muestra preguntas que permiten fijar ideas y discernir las partes esenciales de las actividades propuestas. Las preguntas tienen énfasis en el razonamiento, no en la retención de la información, se pide la comprensión de conceptos, principios y relaciones que se desarrollan en los contenidos del programa.

PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA DE FÍSICA I.

2.1 CAMPO DE ESTUDIO DE LA FÍSICA.

2.1.1 Introducción general.

Importancia de la Física en la vida cotidiana.

Para dar una introducción general al curso, se pretende identificar y asociar la importancia de la Física y sus repercusiones en nuestra vida diaria, cuidando de no dejar de lado el aspecto formal de esta ciencia.

Para ello sugiero algunas formas a las que les he llamado:

A. FÍSICA ¿en mi vida diaria?

B. ¿Magia o FÍSICA?

A. FÍSICA ¿en mi vida diaria?

Se hace referencia a una serie de observaciones cotidianas en forma de preguntas, planteadas de manera que puedan ayudar a iniciar un proceso de reflexión y el alumno pueda entender la importancia de la Física en nuestra vida diaria.

Esta actividad la he llevado a cabo durante varios semestres, inducida al escuchar una ocasión a un profesor dar una sugerencia de dejar como tarea al alumno, formular preguntas, y decir, enséñenle física al alumno, sugiriendo actividades como observar el cielo. De manera que, combinando ambas sugerencias, la primera vez que lo hice, les pedí a los alumnos observar el cielo durante tres horas tomando un conjunto de estrellas respecto a una posición fija, (una antena por ejemplo), y realizar las preguntas que se les ocurriesen. La actividad tuvo muy buenos resultados, ya que este grupo solo tenía la experiencia de contestar cuestionarios, como tareas, en sus diferentes asignaturas y el invertirles la actividad, preguntar por contestar, les hizo sentir "fuera el yugo". Para algunos significó dar rienda suelta a su curiosidad, además pocos habían observado el movimiento relativo de las estrellas por lo que, para la mayoría resultó una actividad interesante. Con el tiempo fui variando la actividad, hasta dejar como tarea diaria el planteamiento de una pregunta sobre su entorno cotidiano, lo cual en general les entusiasma al sentir la libertad de cuestionar. Aún cuando difícilmente puede responderse a todas las preguntas planteadas, ya que se hace en términos del desarrollo de contenidos y de la relación de las preguntas con estos, se fomenta el hábito de observar y preguntar.

A manera de ejemplo presento algunas preguntas, combinando las de elaboración personal y algunas propuestas por alumnos:

*Al caminar en la noche podemos observar algunas veces que nuestras sombras proyectadas en el suelo cambian de tamaño, ¿ En qué condiciones ocurren estos cambios?. Si hay más de una lámpara, de alumbrado público cercanas, ¿seguimos viendo una sombra?

*¿En qué momentos del día, un color rojizo invade el horizonte?

*Cuando vamos a algún lugar de la república con diferente altitud a nuestro lugar de origen y sintiéndonos excelentes cocineros ¿Por qué fallamos en la elaboración de nuestra especialidad?

*Al escuchar tu estación de radio favorita y pasar cerca del aparato, a veces no se escucha bien, ¿Tendrá relación esta observación con el hecho de que cuando se va en un coche, al pasar por un túnel se pueda escuchar F.M., y A.M. no?

*¿ Por qué al poner una bolsa de té en una taza de agua, ésta asciende por el hilo?

*En los estados de Sonora y Tabasco hace mucho calor. Considerando un día que están a la misma temperatura, ¿A qué se debe que se queme más la piel en Tabasco?

*¿ Por qué al mirarte frente a los espejos que ponen en las ferias, te miras gordo, flaco, alto o chaparro?

*Al saludar o besar a una persona, sentimos toques ¿Por qué?

*¿ Por qué estando igualmente electrizados y tocar una pared y un metal sentimos más fuerte el toque en el metal?

Al terminar esta actividad, es conveniente concluir que es una pequeñísima muestra de lo que la Física nos permite describir y explicar, de manera que, está muy lejos, (o debería de estarlo), de ser un conocimiento que solo se viva en el aula de clases.

B. ¿ Magia o FÍSICA ?

Se presentan actividades experimentales con resultados inesperados, para motivar al alumno en el estudio de esta asignatura. En algunos casos se implementa una actividad experimental que ayude al alumno a inferir la explicación del efecto observado en la actividad experimental anterior.

Antes de realizar cada actividad preguntar qué se espera observar.

1. Un globo infla a otro.

Elasticidad y tensión superficial, (Walker, 1990, p.72).

Para esta actividad experimental que se puede realizar en casa se requiere de dos globos idénticos y un cilindro (puede ser el tubo de una jeringa cortado adecuadamente).

Se inflan los dos globos, uno más que otro. Luego se unen al tubo cuidando que no se escape el aire de cada uno. Vea fig. 1.

Al dejar que el aire fluya libremente, ¿El globo más pequeño se inflará a costa del mayor? ¿Quedarán del mismo tamaño?

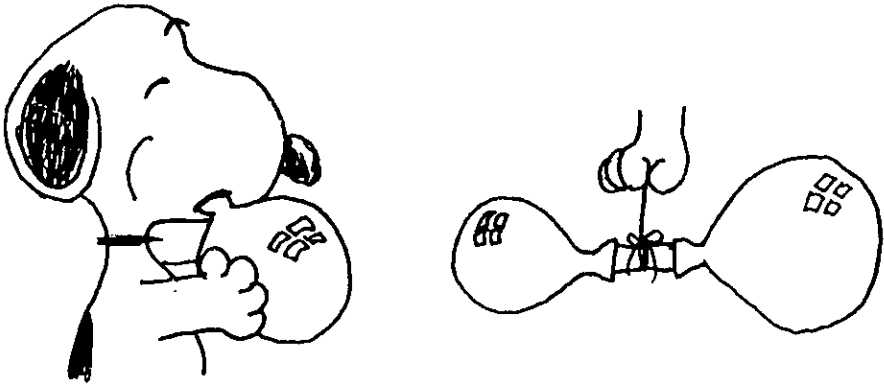


FIGURA 1.

Nota: Para que sea evidente el cambio, se sugiere inflar el globo más grande y luego sacarle un poco de aire antes de conectarlo al tubo.

Lo que se observa es que el globo más pequeño se encoge y el más grande se infla más, vea fig. 2.

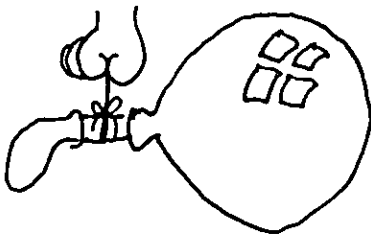


FIGURA 2.



Esto implica que la presión interna del gas en el globo más pequeño es mayor que la presión interna del globo más grande.

Lo que sucede es que el globo más pequeño tiene un radio de curvatura menor y por lo tanto, las fuerzas elásticas tangentes a la superficie, en cualquier área superficial pequeña, tiene una componente neta mayor hacia al centro del globo que la del globo grande, por lo que con una fuerza dirigida hacia el centro, habrá una presión interna mayor. (Walker J., 1990, p.297). Consulte la solución en el apéndice D.

Para reforzar experimentalmente el hecho de que la presión interna en el globo más pequeño es mayor que en el globo más grande, se sugiere la siguiente actividad experimental:

A una manguera de plástico transparente, ponerla en forma de U e introducir agua o café de manera que queden al mismo nivel, dejando un espacio para que el agua pueda desplazarse en la manguera, vea fig. 3 en la siguiente página. Luego se adaptan los globos inflados uno más que otro y ya que estén debidamente colocados soltar al mismo tiempo el aire de ambos.

¿ Hacia dónde tenderá a subir el nivel de agua?

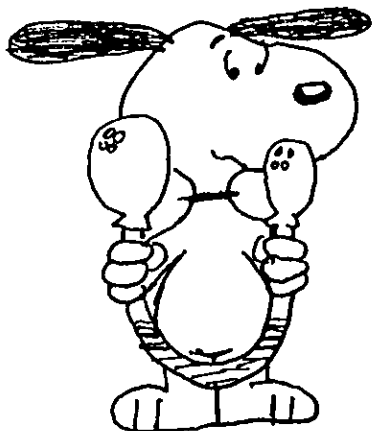


FIGURA 3.

Aquí lo que se observa al soltar el aire de los globos, es que el nivel de agua queda más arriba donde está el globo más grande, lo que implica que el globo más pequeño presionó más la columna de agua, vea fig. 4.

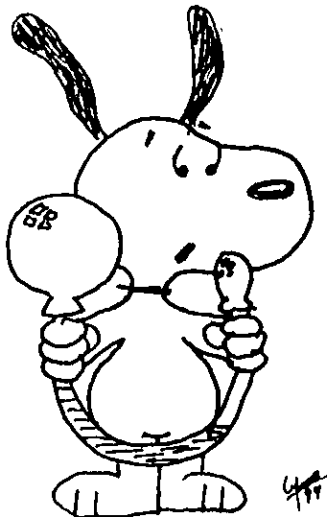


FIGURA 4.

2. Un globo inflado que al pincharlo no explota.

*Hacer pasar una aguja de tejer por un globo inflado. Se sugiere lijar la punta de la aguja para que entre con facilidad al globo y al introducirla hacerlo por las partes menos deformadas del globo, ver fig. 5.

¿ Explotará el globo al introducir la aguja?

¿Habrà diferencia en los efectos, si la aguja se introduce por las partes más deformadas del globo?

Si se logra introducir la aguja sin que reviente el globo, ¿Qué sucede cuando se saca la aguja?

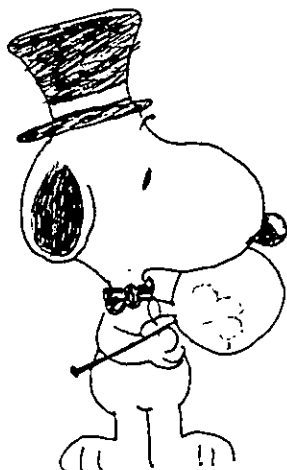


FIGURA 5.

Cuando se introduce la aguja por las partes menos deformadas del globo, se observa que el globo no explota, fig. 6

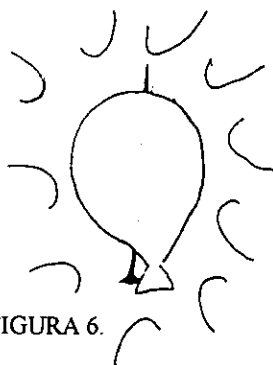


FIGURA 6.



Cuando se infla el globo empiezan a aparecer fuerzas de tensión superficial que se oponen a las fuerzas elásticas del globo, (fuerzas de cohesión), sin embargo las tensiones son diferentes en distintas superficies del globo, hay zonas donde prácticamente las tensiones son cero y es donde se observa que el material del globo no se ha deformado, en éstas zonas se introduce la aguja y ésta misma va tapando el orificio que genera al introducirse, por lo tanto el globo no explota. Al sacar la aguja, el aire sale muy lentamente del globo dando la apariencia de quedarse igual y puede aprovecharse este momento, para pincharlo por las partes más deformadas y hacerlo explotar.

3. Efectos de presión atmosférica.

*Emplear un frasco de vidrio con tapa. En la tapa hacer dos orificios de manera que se puedan adaptar dos popotes, dejando aproximadamente 1/3 de cada popote dentro del frasco y cuidando que no haya entrada o salida de aire por los orificios, (se sugiere rodear con plastiloca el área entre el popote y la tapa), fig. 7a.

En uno de los popotes adaptar un globo. Se le puede pedir al alumno que infle el globo, la mayoría tenderá a quererlo inflar como si estuviera fuera del frasco, después de algunos esfuerzos desistirá. Posteriormente se les pide que succionen el popote libre como cuando se toma un refresco ver figura 7b.



FIGURA 7a.



FIGURA 7b.

Para asombro de algunos, se observa que se infla el globo al succionar el popote libre, fig. 8. Aquí simplemente habría que reflexionar que al succionar por el popote se extrae aire haciendo una especie de "vacío" de manera que actúa la presión del aire que se tiene fuera, (presión atmosférica), entrando al globo y por lo tanto inflándose.

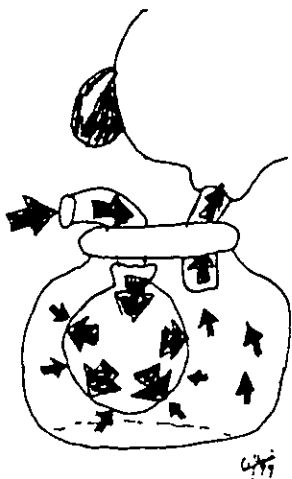


FIGURA 8.

4. Conductividad térmica.

Efectos de rapidez con que se transfiere el calor.

*Envolver una moneda de cobre con un pañuelo y acercarle un encendedor durante un intervalo de tiempo pequeño, (2 ó 3 segundos).

Se observa que la moneda se calienta pero el pañuelo no se quema.

Esto se debe a que la conductividad térmica de la moneda es mayor que la del pañuelo, por lo tanto la moneda se calienta tan rápidamente que no da tiempo a que el pañuelo se quemé.

Con las actividades propuestas en A y B, se tiene la intención de despertar el interés del alumno por la asignatura, no es relevante a esta altura del curso las explicaciones para cada caso, simplemente el alumno debe comprender que mediante el conocimiento de Física puede explicar estos comportamientos.

Las explicaciones asociadas a las actividades propuestas se pueden dar en función de la relación que tengan al desarrollo de los contenidos.

Física en nuestras actividades diarias, (alimentación, salud, transporte,...).

Para informar sobre la importancia del conocimiento de la Física en nuestras actividades diarias, (alimentación, salud, vivienda, vestido, comunicación transporte,...), se sugiere la discusión de lecturas sobre avances y/o aplicaciones científicas y tecnológicas. Por ejemplo el texto, Física: Una ciencia para todos de, (Murphy J. et.al. , 1990) contiene al final de algunos capítulos, lecturas que en conjunto se les ha llamado, "Física al día", de las cuales se sugieren:

* La cirugía mediante el ultrasonido, (p.282).

* Los trenes magnéticos, (p.486).

* La conservación de alimentos por medio de la radiación, (p.546).

La cirugía mediante el ultrasonido.

Se mencionan las técnicas en las que el ultrasonido es empleado en la identificación y desintegración de cálculos en los riñones.

Los trenes magnéticos.

Se mencionan las ventajas de un campo magnético en el transporte por tren y el empleo de la superconductividad en la producción de campos electromagnéticos poderosos.

La conservación de alimentos por medio de la radiación.

Se mencionan algunos métodos de irradiación de alimentos por medio de rayos gamma o electrones de alta energía para su conservación.

Evaluación:

Se sugiere dejar como tarea diaria la primera semana, que el alumno elabore una pregunta sobre cualquier observación en sus actividades diarias, que les genere curiosidad o inquietud, considerando que está relacionada con Física. Esta actividad nos permite despertar el interés por dicha ciencia. Las respuestas se pueden ir dando en función del desarrollo de los contenidos y de la relación que las preguntas tengan con ellos.

2.1.2 Representación cuantitativa de cambios físicos.

Ya que se tiene un panorama general sobre la Física, se pretende identificar los objetos de estudio de esta ciencia y, qué es lo que se estudia. Por lo que es conveniente, hablar de sistema físico, como concepto de partida en la descripción y explicación de cambios físicos. Informar a los alumnos que un sistema físico, (objeto de estudio), se describe por sus propiedades generales o características, (masa, volumen, temperatura, elasticidad, densidad,...), y que cuando interacciona con sus alrededores generalmente experimenta un CAMBIO, en las magnitudes que lo describen, es justamente este concepto, el de cambio, el que se desea resaltar, considerando que a través de este se da a conocer la materia.

Se sugiere realizar actividades experimentales cualitativas en las que el alumno identifique la propiedad del sistema que cambia y, cuantitativas en las que puedan medirse los cambios. De éstas últimas, pedir que se elaboren gráficas y ecuaciones para caracterizar relaciones entre cambios, como son, proporción directa, proporción inversa, etc.

Sugerencia de actividades experimentales:

- a. Relación entre la carga que soporta un resorte y su alargamiento.
- b. Evaporación de una cantidad de alcohol.
- c. Una regla en equilibrio.
- d. Movimiento horizontal de un disco de baja fricción.

Cabe mencionar que algunas actividades experimentales serán retomadas en los siguientes capítulos.

Para las actividades seleccionadas, se describen las características de los dispositivos y el procedimiento experimental.

En cada actividad pedir al alumno que:

Identifique las magnitudes con las que se describe el sistema.

Realice las gráficas que muestren la relación entre las magnitudes que cambian e interpreten y analicen dichas gráficas.

- a. Relación entre la carga que soporta un resorte y su alargamiento. (Proporción directa, relación directa y relación lineal).

Para realizar esta experiencia, colocar en un soporte con aro,

a') un resorte helicoidal, (para proporción directa)

a") una liga, (para relación directa)

en ambos casos medir los largos iniciales y luego deformar el resorte y la liga colocando diferentes objetos con igual masa, (medida en balanza), luego, medir los alargamientos para cada objeto colocado.

Se puede elaborar una tabla múltiple, fijando el valor de las masas del objeto empleado, (clips, botellas con agua...).

En el caso del resorte se realizan gráficas de :

a') alargamiento vs masa del objeto

a'') largo del resorte vs masa del objeto, es decir, tomando en cuenta el largo inicial del resorte, (para una relación lineal).

Para el caso de la liga realizar la gráfica:

a'') alargamiento vs masa del objeto.

Nota: Antes de iniciar las mediciones, observar las deformaciones empleando objetos pequeños, hasta lograr que las deformaciones sean adecuadas para la medición.

Se sugieren realizar las siguientes preguntas a los alumnos:

Al duplicar, triplicar y cuadruplicar el valor de la masa del objeto, ¿Cómo aumenta el alargamiento en el resorte? ¿Y en la liga?

¿ Los alargamientos del resorte y la liga tienen las mismas relaciones entre si?

¿Cuáles son la características de una gráfica de proporción directa?

¿Es posible deducir de la gráfica que si se duplica el valor de la masa del objeto se duplica el alargamiento del resorte?

¿Cuáles son las características de una gráfica de relación lineal?

¿Cómo se caracteriza la gráfica de una relación directa?

¿Qué le sucede al resorte si se le coloca un objeto de masa muy grande?

Esta actividad experimental muestra tres formas de relacionar los cambios entre magnitudes. Proporción directa al deformar el resorte; relación directa al deformar la liga y relación lineal al tomar en cuenta los alargamientos del resorte sumando el largo inicial.

Nota: a' y a'' constituyen una actividad de ejemplo y contra-ejemplo.

El objetivo en esta actividad es que el alumno establezca la relación entre dos magnitudes mediante una gráfica y una relación matemática sencilla, a partir de medidas obtenidas por él mismo. Si las medidas las hace con cuidado, verificará, en el caso del resorte, que al duplicar la masa del objeto, el alargamiento también se duplica y que al triplicar la masa del objeto, lo mismo sucede con el alargamiento. Es conveniente comentar con los alumnos, que los resultados no son exactos, pues siempre hay errores e imprecisiones en todas las medidas, (por ejemplo: si el alargamiento Δl varía de 1.5 cm a 3.2 cm, es razonable considerar que esta magnitud se duplicó).

Con ello el alumno podrá concluir que el alargamiento del resorte es directamente proporcional a la masa del objeto, y que la gráfica Δl vs m es una recta que pasa por el origen.

Seleccionando dos puntos cualesquiera de la gráfica trazada, calculará la pendiente, por tanto la relación matemática será $\Delta l = km$, donde k es el valor de la pendiente.

b. Evaporación de una cantidad de alcohol. (Proporción directa).

Se vierte una cantidad de alcohol en una caja de petri la cual se coloca sobre una balanza granataria. Para obtener la rapidez de cambio, se selecciona previamente los valores de las masas de alcohol en la balanza y se miden los tiempos que tardan las cantidades correspondientes en evaporarse. El proceso de evaporación inicia desde el momento en que el alcohol entra en contacto con el aire, por lo que es conveniente tomar la lectura de tiempo sobre una masa elegida, este procedimiento proporciona medidas más precisas del tiempo, a que se elija el tiempo como variable independiente y buscar la masa que se haya evaporado ya que este proceso es más largo y provocaría mayor error en nuestras mediciones. Esta actividad, además de cubrir los objetivos inicialmente mencionados, permite mostrar el control de variables en un experimento.

¿Qué tipo de relación existe entre el cambio de magnitudes?

¿La evaporación depende del tamaño o forma del recipiente que contiene el alcohol?

Si se acerca un ventilador al recipiente que contiene el alcohol que se evapora, ¿Qué sucede?

Se tiene agua, alcohol y acetona en la misma cantidad y en recipientes similares, ¿Se evaporarán por completo al mismo tiempo?

Considérese dos cantidades iguales de agua en recipientes similares expuestas al medio ambiente, en días con temperatura diferente, es decir, una se expone en un día frío y otra en un día caliente, suponiendo que no hay vientos, ¿Se evaporarán las mismas cantidades de agua en un mismo intervalo de tiempo?

¿De qué otro factor depende la evaporación?

¿Qué diferencia hay entre razón de cambio y rapidez de cambio?

c. Una regla en equilibrio. (Proporción inversa).

Para ilustrar las diferentes relaciones entre variables, para el caso de proporción inversa se le pide al alumno realice la siguiente actividad:

Empleando una regla de 30 cm, colocarla sobre un objeto de manera que pueda moverse libremente. La actividad consiste en mantener la regla equilibrada. Con 12 monedas iguales tratar de lograr el equilibrio formando dos pilas, una fija y una móvil, cambiando el número de monedas de ésta última y su posición. Es conveniente que el alumno se de cuenta que al ir quitando monedas de la pila, se requiere alejar esta para mantener el equilibrio.

Nota: Usar la regla con su graduación en pulgadas.

Si se coloca la pila de seis monedas en el primer valor de la distancia a partir de la marca de equilibrio ¿En dónde se colocará la otra pila? ¿Con cuántas monedas?

Cuando se duplica el valor de la distancia ¿ Entre cuánto queda dividido el número de monedas?

Y cuando se triplica la distancia, ¿Qué sucede con el valor de el número de monedas?

¿Qué magnitudes cambian para lograr el equilibrio de la regla?

¿Qué características tiene la relación entre las variables observadas?

¿ Cómo es la gráfica para una proporción inversa?

¿Cuál es la relación matemática entre las variables observadas?

¿ Si cambiamos la posición del soporte, se conserva dicha relación?

La actividad experimental anterior, ¿Cómo se relaciona con el juego del sube y baja practicado en los parques de diversión infantil?

d. Movimiento horizontal de un disco de baja fricción. (Proporción directa).

Para realizar esta actividad hay que pedirle a los alumnos que elaboren un disco de baja fricción de la siguiente manera:

Emplear una tapa de metal en cuyo centro se hace un orificio cuidando que la parte de la tapa que se va a deslizar no tenga ninguna protuberancia. Se fija una boquilla a la entrada del orificio usando un tubito para facilitar la conexión de un globo. Al dejar escapar lentamente el aire entre la tapa y la superficie sobre la cual se apoya, se forma un colchón de aire, lo que permite al disco deslizarse libremente una cierta distancia prácticamente sin fricción.

Estando el globo lleno de aire, darle un empujón a la tapa y observar el movimiento. Para registrar el movimiento, puede grabarse en cámara de video que tenga la capacidad de pasar cuadro por cuadro, éste es un recurso para analizar experimentos donde hay que medir tiempos pequeños.

Otro recurso, para evitar el uso del ticómetro, es el uso de una medida arbitraria de tiempo. Ésta se logra al golpear con la mano la mesa de trabajo de manera sistemática, marcando la posición que coincida con cada golpe para medir distancias, o bien, se marcan distancias iguales y al pasar el disco, se golpea la mesa con la mano cada vez que pasa por una marca y se verifica si el oído aprecia uniformemente los golpes. Para graficar distancia contra tiempo, se elige una unidad arbitraria de tiempo, (entre golpe y golpe puede ser de 1 segundo).
Nota: El empleo de este método en la medición de tiempo se justifica en el apéndice A.

Esta actividad puede hacerse al final siguiendo el mismo objetivo de observar los cambios pero además, se le puede dar seguimiento con ciertas preguntas, para introducir la siguiente unidad y caracterizar el concepto de interacción.

2.2 FENÓMENOS MECÁNICOS.

2.2.1 Características de los fenómenos mecánicos.

Esta unidad se refiere específicamente a los cambios asociados al movimiento de objetos. Se pretende que el alumno asocie el concepto de cambio, al de interacción aunque de manera no formal, posteriormente que identifique magnitudes que permiten describir y cuantificar movimientos simples de traslación, como son posición, velocidad y masa. Por último se sugiere analizar el movimiento por medio de los conceptos de momentum y energía.

Se sugiere iniciar la discusión de conceptos con el de **interacción mecánica** resaltando dos aspectos de ella: primero, que cuando un sistema mecánico interacciona generalmente cambia el movimiento de este. Cambio que se muestra con la modificación de la trayectoria y/o velocidad del sistema; segundo, que una interacción es simétrica, es decir, los cambios producidos en los sistemas en interacción son del mismo tipo, de la misma magnitud y de sentido contrario, sin embargo entre mayor es la diferencia en el tamaño y masa de los cuerpos en interacción, son menos perceptibles las características de acción recíproca.

Para evidenciar lo anterior, se recomienda un bloque de actividades experimentales cualitativas, en las que se observen cambios de trayectoria y/o velocidad, acción recíproca y actividades donde no es posible observar la acción recíproca.

¿Cómo puede cambiar la trayectoria y/o velocidad de un cuerpo en movimiento?

*Empleando el disco de baja fricción se hace deslizar por un plano inclinado,

¿Qué sucede si se acerca un imán al disco?

Si se coloca el imán debajo de la superficie por la cual se desliza el disco, ¿Qué se observa?

Para observar la acción mutua:

*A un imán que pende de un hilo, acercar un pequeño clip, ¿Qué se observa?

¿En qué condiciones es menos evidente la acción mutua?

*Colocar dos carros de baja fricción, uno con mecanismo de resorte, producir una explosión varias veces, pero en cada caso aumentar la masa de uno de los carros y observar la acción entre ambos.

Para observar casos en que no es evidente la acción mutua.

*Tierra, ¡Qué atractiva eres!

Con una pistola de dardos hacer un disparo horizontal y observar la trayectoria.

*Dejar caer libremente un cuerpo.

¿Qué es lo que atrae al cuerpo?

En cada caso discutir las características de la interacción

Es evidente que uno de los fenómenos físicos de mayor incidencia en su estudio es el de movimiento, debido a que es una característica de todos los objetos que se encuentran en

el Universo. Movimientos tan complicados como el vuelo de una mosca o simples como el paso de un avión cruzando el cielo, por ello, se sugiere dar un panorama general sobre las diferentes formas y tipos de movimiento.

Informar al alumno que, el movimiento de un objeto rígido puede describirse mediante una combinación de dos movimientos simples: traslación y rotación.

Uno de los conceptos que permite caracterizar el movimiento es el de trayectoria, la cual se define como la línea que une las diferentes posiciones del objeto en movimiento, que a medida que pasa el tiempo, va ocupando un punto en el espacio.

En el movimiento de rotación alrededor de un eje fijo, se describen trayectorias circulares.

En el caso del movimiento de traslación, las trayectorias descritas, pueden ser: en línea recta, como en el caso de un avión en su vuelo; circular, como el descrito por una persona en el juego de la rueda de la fortuna; parabólica, como se muestra en el movimiento de proyectiles; elíptica como las que describen los planetas alrededor del sol; hiperbólica característica de las partículas en una fisión nuclear.

Otro concepto, la velocidad y sus cambios también permiten clasificar el movimiento en: uniforme, acelerado y uniformemente acelerado.

Combinando los conceptos de trayectoria y velocidad, el movimiento puede clasificarse en movimiento uniforme y rectilíneo, circular uniforme, uniformemente acelerado, ...

Aún cuando son múltiples las formas de movimiento, en esta unidad, solo se tratan movimientos simples de traslación, de objetos que son considerados como partículas y que se mueven en línea recta.

Descripción y cuantificación de movimientos simples de traslación.
(conceptos de posición y desplazamiento).

Para iniciar la descripción de un objeto en movimiento se pregunta, ¿Dónde está el objeto?, ¿Cómo se localiza?, es decir dar la **posición** del objeto, lo que implica decir, dónde se encuentra con respecto a otros.

Mencionar la noción básica de punto de referencia, con respecto al cual se refiere la posición de un objeto.

Es conveniente resaltar que el **movimiento** es el cambio de posición de un objeto con respecto a otros al transcurrir el tiempo y que el cambio de posición junto con la dirección es lo que identificamos como **desplazamiento** del cuerpo. Dado que aquí sólo se analizan movimientos en una dimensión, se hablará de desplazamiento lineal, en donde la dirección está dada por los signos (+ o -) asociada al cambio de posición.

Se sugiere hacer ejercicios de localización de puntos en una recta.

Ejemplificar un movimiento de un objeto para diferenciar los conceptos de posición desplazamiento y distancia total recorrida.

Por ejemplo:

Supongamos un automóvil que entra a una carretera plana y recta, en el km 20 e inicia su recorrido hasta el km 80, luego regresa quedándose en el km 35. Las referencias que se dan corresponden a las diferentes posiciones del auto respecto al inicio de la carretera. Si se suman las distancias del km 20 al 80 y luego del km 80 al 35 nos da la distancia total recorrida que es 105 km, pero el

desplazamiento es la diferencia entre la posición final e inicial del auto, por lo tanto el desplazamiento es de 15 km.

¿Cómo cuantificamos el movimiento?

¿De qué depende la capacidad de interactuar de un objeto en movimiento?

Imaginemos que lanzamos un gis a que lo cachen y otro gis lanzado mediante un cañón, (una pistola de dardos, en la que se sustituya el gis por el dardo), evidentemente los efectos de la interacción son diferentes, debido a una característica del movimiento, la **velocidad**, la cual es diferente en cada caso.

Pero, ¿Cómo cuantificamos la velocidad de un cuerpo en movimiento?

Al analizar el movimiento de un cuerpo, es necesario determinar la velocidad del mismo en distintos instantes. En un laboratorio no se dispone de un dispositivo que mida la velocidad en cada instante, (como en el caso de los automóviles), por lo que se recurre a un concepto fácilmente de determinar, el de **velocidad media**, el cual se calcula al tener mediciones de distancia e intervalos de tiempo asociado.

Es importante que el alumno identifique el concepto de velocidad como un cuantificador del movimiento y, como un parámetro para clasificar tipos de movimiento.

Nuevamente, al igual que en el desplazamiento, la velocidad también es una magnitud vectorial pero dado el tipo de movimientos analizados, únicamente se considera la magnitud de la velocidad y el sentido en que se mueve el objeto, (velocidad escalar).

Se sugieren algunas actividades experimentales para analizar los movimientos, con velocidad constante y con cambios de velocidad constante, empleando métodos gráficos.

Velocidad en el movimiento rectilíneo uniforme, (m.r.u.) y movimiento rectilíneo con cambios de velocidad constante.

* Retomar la actividad experimental de movimiento horizontal de un disco de baja fricción. De acuerdo a los resultados obtenidos de la gráfica, caracterizar el movimiento.

Es decir, el movimiento de un objeto en línea recta con velocidad constante, recorre distancias iguales en intervalos de tiempo iguales, esto implica que existe una proporción directa entre las magnitudes que cambian, (distancia y tiempo), por lo tanto la gráfica $d \times t$ para un m.r.u., es una línea recta que pasa por el origen y para cualesquier par de valores de d y t , la razón de cambio es una constante, cuyo significado físico es la velocidad del objeto.

*Empleando el mismo disco de baja fricción, hacer que se deslice por un plano inclinado. Para medir el tiempo, poner marcas en la posición que coincida el disco cuando se escuchan los golpes, (producidos por la mano de manera sistemática), sobre la mesa de trabajo.

Este método requiere de varios ensayos por parte de los alumnos, para lograr una buena sincronización.

Se pide elaborar e interpretar gráficas de: distancia en función del tiempo, d vs t y velocidad en función del tiempo v vs t , para caracterizar el movimiento.

La ventaja de emplear el disco de baja fricción, es su versatilidad para mostrar ideas en diferentes contenidos del programa, además de ser una mejor opción respecto a otros dispositivos, véase apéndice B.

* Actividad fuera del aula: Calcular la velocidad media al caminar.

Caminar en una calle de una esquina a otra. Medir el tiempo en recorrer esa distancia. Calcular la distancia recorrida, estimando la distancia que avanza en cada paso y contando el número de pasos.

Masa en la descripción y cuantificación del movimiento de un cuerpo.

Discutir con el alumno las siguientes ideas:

¿Cómo influye la masa en la descripción y cuantificación del movimiento de un cuerpo?

¿Cómo depende de la masa la capacidad de interactuar de un cuerpo en movimiento?

De manera análoga al introducir el concepto de velocidad, imaginarse un triciclo que va a 2 m/s y un automóvil que lleva la misma velocidad, ¿Cuál será más fácil de detener?

Como podrá deducirse, la interacción dependerá de la masa del cuerpo ya que las velocidades son las mismas.

Se sugiere realizar experimentos que muestren efectos de inercia, explicando que ésta es una propiedad inherente a los cuerpos que se manifiesta como la oposición de los mismos, a cambiar su movimiento o salir del reposo y la manera de cuantificarla es mediante la masa del cuerpo.

Para la definición operacional de masa, se sugiere una actividad experimental de interacción explosiva:

La explosión

Realizar una actividad experimental de interacción explosiva para interpretar la masa como medida cuantitativa de inercia.

*Dos carros de baja fricción A, B, unidos por una cuerda, se colocan sobre una superficie horizontal, entre los dos carros hay un resorte comprimido, ver la figura, La explosión. Al quemar la cuerda, los carros se mueven en sentidos opuestos, por acción del resorte, (a este fenómeno se le llama generalmente, interacción explosiva).

Se sugiere adaptar unos topes de madera para que detengan los carros después de haberse desplazado cierta distancia. Se elige la posición de partida de los carros cuidando que choquen al mismo tiempo contra los topes. Se mide distancia y tiempo; la velocidad de cada carro se calcula con la suposición de que la velocidad es constante a partir de que cesa la interacción.

La definición de masa se hace mediante una magnitud medible en el experimento y aunque la velocidad no se mide directamente, puede calcularse en función de valores medidos, por lo que la masa se define en términos de la velocidad escalar.

De manera que, el cociente de las masas se define como: $m_B/m_A = - V_A/V_B$

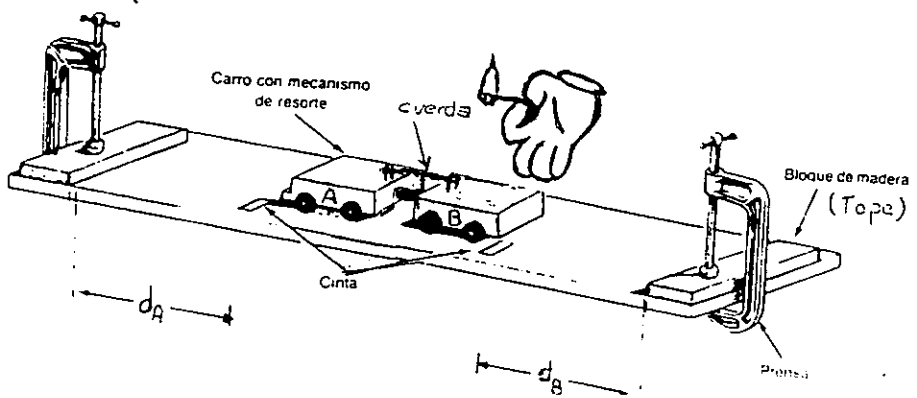


Figura. La explosión.

Con esta actividad se verifica la definición de que la razón de las masas de los carros es inversa a la razón de sus velocidades y se deduce que la masa es una medida de la inercia de un cuerpo.

De manera que, un objeto con mayor inercia que otro se moverá menos rápido que este último.

Cabe mencionar que las velocidades se consideran pensando en que el sistema de referencia está anclado al objeto que se mueve.

Nota: Se considera la velocidad escalar para tomar en cuenta el sentido de los movimientos de los objetos .

Se sugiere implementar la interacción explosiva de la siguiente manera:

A los carros de igual masa, adaptarles una caja de tamaño diferente. Antes de realizar la explosión y observar el resultado preguntar a los alumnos:

¿Cuál tiene mayor masa?

¿Cuál saldrá con mayor velocidad?

Nota: La caja más pequeña hacerla más masiva para hacer más interesante el experimento.

2.2.2 Ímpetu y energía mecánica.

¿Qué cantidades físicas se mantienen constantes durante el movimiento?

Tanto el ímpetu y la energía cinética, son propiedades que poseen los cuerpos por el sólo hecho de moverse. Para definir estas propiedades se requieren la masa y la velocidad del cuerpo que se mueve, los cuales han sido caracterizados en el contenido anterior.

Los conceptos de ímpetu y energía son esquemas alternativos para describir el movimiento en términos de un enfoque cinético.

Ímpetu.

De la actividad experimental de interacción explosiva para definir operacionalmente la masa, retomar los resultados y calcular el producto mv , el cual se define como ímpetu, realizar variaciones de masa y caracterizar ímpetu como una cantidad que se conserva, es decir, $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

El análisis de colisiones mediante el esquema de ímpetu, es un antecedente para deducir la relación que hay entre la presión de un gas ideal y el movimiento de sus moléculas, y por lo tanto interpretar microscópicamente el concepto de temperatura con el de energía cinética.

Energía mecánica.

Para iniciar el tema de energía, sugiero sean discutidas algunas implicaciones y el alcance de este concepto, en el sentido de que es uno de los más importantes de la Física y en nuestra vida diaria, pero abstracto y muy general. Sin embargo es un concepto muy empleado en el lenguaje cotidiano y científico.

Se sugiere discutir con el alumno las siguientes ideas respecto a Energía:

Una es cómo se construye cotidianamente el concepto de energía, por lo que la discusión es en torno a combustibles (o energéticos).

Segundo, que entre las diferentes manifestaciones de energía existe la energía mecánica asociada al desarrollo de los contenidos de esta unidad y entre sus componentes están la energía cinética traslacional y la energía potencial gravitacional.

Tercero, presentar el aspecto cuantitativo de energía, que es el de **conservación** y hacer ver que este esquema, (conservación de energía), constituye una alternativa en el análisis del movimiento que simplifica la resolución de algunos problemas en relación a otra manera, (esquema cinemático), la cual presenta mayor dificultad al resolverlos.

Por ejemplo al lanzar una moneda hacia arriba, si se quiere conocer la altura a la que llega, con el esquema de conservación de energía mecánica es suficiente conocer la velocidad inicial con la que es lanzada y la suposición de que la resistencia del aire no es considerable. Mediante un enfoque cinemático, de

acuerdo a los modelos matemáticos empleados, se requiere de más información para resolverlo.

Cuarto, discutir un aspecto conceptual de energía, haciendo referencia al concepto de exergía el cual se ha dado a conocer recientemente en enseñanza de la Física.

Al respecto puede platicarse sobre la inercia literaria que aparece en los libros de texto, al definir la Energía como " la capacidad para realizar trabajo", definición aceptada sólo en el ámbito de la Mecánica. Ahora bien, la parte de la energía que puede convertirse en trabajo, y se le llamó trabajo disponible es lo que hoy se identifica como exergía, dicho concepto se caracteriza como la medida cuantitativa de la máxima cantidad de trabajo que puede obtenerse de un desequilibrio entre un sistema físico y el ambiente que lo rodea. Por lo tanto, se entiende que al decir "capacidad de realizar trabajo" se refiere uno a la exergía y no a la energía, (Martínez M. A., 1998, p.122).

Después de platicar estas ideas generales se sigue con caracterizar la energía cinética, como la energía de un cuerpo en virtud de su movimiento y mostrar que cuando se transfiere energía cinética, es necesario considerar la energía potencial, (cuyo cero es arbitrario), para tomar en cuenta la conservación de energía mecánica en colisiones elásticas y movimientos en el campo gravitatorio.

Para contextualizar el concepto de energía es conveniente introducir nociones básicas muy ligados a esta, como combustible (o energético) y potencia mecánica.

El concepto de combustible, como partida en la construcción cotidiana del concepto de energía, es decir, dicho concepto se concibe al satisfacer necesidades en nuestras tareas mediante el uso de combustibles, como carbón para calentar agua, producir vapor y mover turbogeneradores, gasolina para motores, comida para el hombre, etc.

Introducir el joule como unidad de medida del S.I. para medir energía. Sin más complicaciones, definir el joule como la energía necesaria para levantar un cuerpo de 1 kg una altura de 10.2 cm al nivel del mar, (Garriz A. & Chamizo J. A., 1994, p.565).

Se recomienda introducir la noción básica de trabajo como mecanismo para transferir energía.

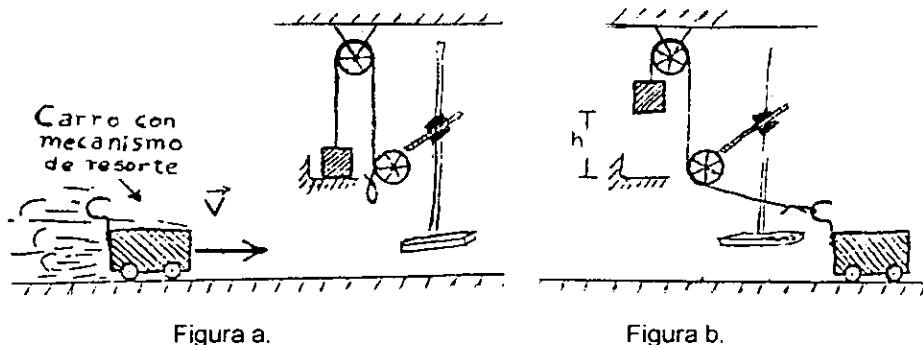
La potencia mecánica se introduce como la rapidez con que se transfiere energía por medio de trabajo.

Se sugiere realizar una serie de experimentos que muestren formas de energía mecánica su transformación y conservación, así como actividades que relacionen conceptos muy ligados al de energía, como combustible y potencia.

Actividades experimentales.

***Transferencia de energía cinética a energía potencial gravitacional.**

Se usa un carro de baja fricción con mecanismo de resorte, al cual se le adapta un gancho. Se ajusta la posición para que al desplazarse el carro levante una pesa que pende por medio de un hilo en un sistema de poleas. Ver las figuras a) y b).



Este experimento permite al estudiante caracterizar la energía cinética de traslación y la energía potencial gravitacional. No le será difícil deducir, que un cuerpo por el solo hecho de moverse tiene energía cinética y, que cuando se para de alguna manera ha transferido esta energía que puede ser en energía potencial o en trabajo al levantar un objeto a cierta altura.

*Cuesta abajo.

Comparar la energía cinética y potencial de un carro que se desliza por un plano inclinado.

Para calcular la energía potencial del carro, se mide la altura del plano inclinado y usando una balanza de resorte, se mide el peso del carro.

Para calcular la energía cinética, se mide la masa del carro y la velocidad. Para medir esta última, se hacen las siguientes consideraciones: la energía cinética máxima está asociada a la velocidad máxima que adquiere el carro, lo cual sucede justo cuando deja la rampa, en este momento el carro se desliza por un plano horizontal de manera que se puede considerar que la velocidad es constante, para calcularla, se mide el tiempo empleado en recorrer una cierta distancia.

*Determinar la potencia máxima que una persona puede desarrollar al ascender por una escalera.

Se le pide al alumno subir corriendo por una escalera entre dos o tres pisos de una casa o edificio. Se mide el tiempo que tarda en subir y la altura h a la que subió. Con el supuesto de que el trabajo realizado por el estudiante es igual a la energía potencial que adquirió, se calcula la energía potencial, conociendo la masa del estudiante, la altura de la escalera y el valor de la constante g . Por último se calcula la potencia desarrollada, (en watts), con el valor de la energía potencial en joules y el tiempo obtenido para subir la escalera.

Investigar la potencia de aparatos electrodomésticos y electrónicos que se tienen en casa.

¿Cuáles y cuántos aparatos se podrían encender empleando la potencia desarrollada al subir la escalera?

El hecho de que el alumno calcule su propia potencia es, generalmente, motivador para realizar el experimento.

*Analizar el uso de energía eléctrica en casa y asociar el costo de dicha energía, realizando las siguientes actividades:

Examinar el último recibo de pago de energía eléctrica en casa, y anotar el consumo en kWh y del importe total del recibo. Expresar la cantidad de energía eléctrica usada en joules.

Identificar la potencia de algún aparato electrodoméstico, una licuadora por ejemplo.

Verificar cuánto tiempo permanece activa durante las actividades culinarias.

Verificar el pago por kWh de energía eléctrica en la cd. de México.

Expresar en kWh y en joules el valor aproximado de la energía eléctrica que se emplea en un día con el uso de la licuadora.

¿Cuál es el costo aproximado de realizar esta actividad?

Realizar la misma investigación para otros aparatos eléctricos del hogar.

Evaluación:

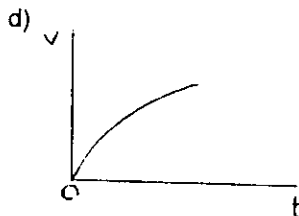
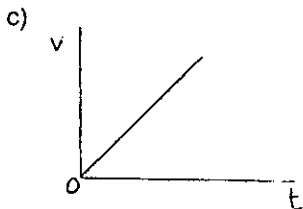
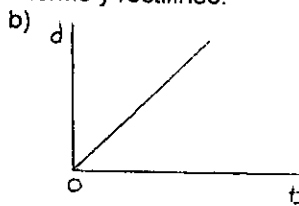
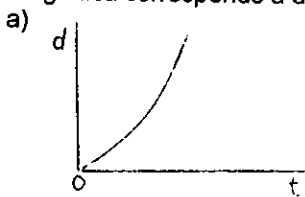
La distancia recorrida por un objeto que se mueve en movimiento rectilíneo y uniforme siempre es:

- a) Igual a la magnitud del desplazamiento correspondiente.
- b) Menor o igual a la magnitud del desplazamiento correspondiente.
- c) Mayor o igual a la magnitud del desplazamiento correspondiente.

Dos personas escogen puntos de referencia diferentes para especificar la posición de un objeto, ¿Afecta esto su descripción de la coordenadas del objeto?. Explique.

Se le dice que una persona camina 500 m. Puede decir con seguridad la posición final de esa persona en relación con el punto de partida?

La gráfica corresponde a un movimiento uniforme y rectilíneo.



La energía cinética de un objeto en movimiento se calcula por $E = \frac{1}{2} mv^2$. A partir de un valor inicial, si su velocidad se incrementa tres veces, entonces su energía cinética:

- a) Se incrementa al triple.
- b) Disminuye a un tercio.
- c) Se incrementa nueve veces.

Considérese una moneda que es lanzada verticalmente al aire. Su velocidad es mayor :

- a) Antes de llegar a su máxima altura.
- b) Cuando su energía potencial es la menor.
- c) Cuando su energía cinética es la mínima.

2.3 FENÓMENOS TERMODINÁMICOS.

2.3.1 Calor y temperatura.

En esta unidad se desarrollan nociones básicas de termodinámica sugiriendo un doble enfoque en el tratamiento de los cambios físicos, el fenomenológico y el microscópico con la introducción de teoría cinética de gases.

Procesos disipativos.

Para dar continuidad a los contenidos, se sugiere discutir sobre los cambios de energía y su disipación en actividades concretas en las que el alumno identifique y concluya que en transformación de energía mecánica, aparecen otras formas de energía, principalmente transferencias por calor.

*Deformar mecánicamente (golpeando o doblando) objetos metálicos (alambres) y observar los cambios, particularmente los de temperatura.

*En una frenada de bicicleta, observar el calentamiento de llantas.

* Emplear una pelota de goma y determinar su masa en una balanza, luego soltarla desde una cierta altura h_1 conocida y medir la altura h_2 a la cual regresa después de chocar con el suelo. Con los valores de la masa de la pelota y las alturas, se calcula la energía potencial que poseía la pelota en el instante que se dejó caer y la energía potencial de la misma cuando regresó a la altura h_2 , por lo tanto se puede calcular la energía mecánica transformada por la pelota al chocar con el suelo.

¿Qué sucede con la energía mecánica que transforma la pelota?

En este experimento, el alumno podrá efectuar cálculos de energías en situaciones concretas y aplicar el principio general de conservación de energía para determinar la cantidad de energía interna transformada en la colisión de la pelota con el suelo.

A estas alturas del curso, es conveniente mencionar el concepto de energía interna como una propiedad inherente a un objeto, la cual se modifica al calentar o enfriar el objeto por medios mecánicos y/o térmicos.

Para formalizar estas ideas, se sugiere calentar agua por medios mecánicos para mostrar cómo se transforma el trabajo mecánico en energía interna.

Para ello se propone una variante del aparato de Joule, el cual consiste en un tubo de aluminio, (tubo de vitamina C), con tapa y se adapta con pinzas de sujeción a dos soportes universales. En la tapa del tubo se adapta un termómetro para registrar el aumento de temperatura del agua. ver la figura del calentador mecánico.

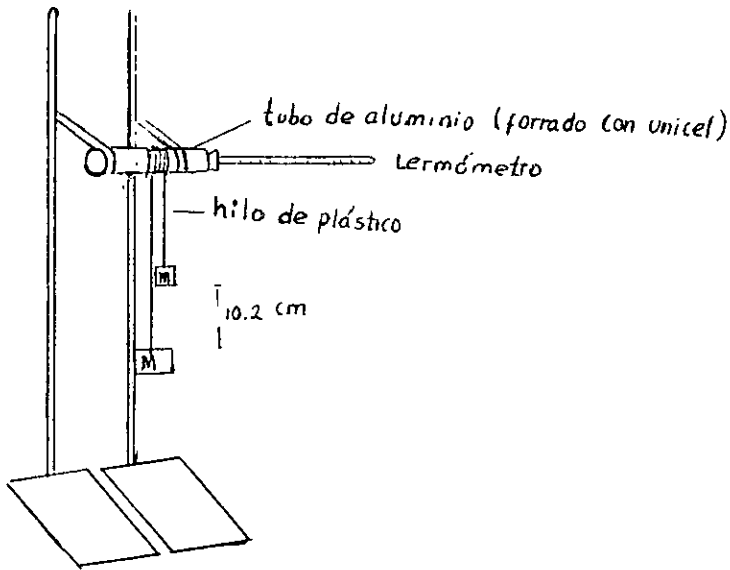


FIGURA. Calentador Mecánico.

Enrollar el hilo en el tubo dándole de 3 a 4 vueltas y colocar un objeto de un kg en uno de los extremos y en el otro el peso suficiente para elevar dicho objeto.

Nota: usar un hilo plástico que no se deforme y forrar con unicel el tubo de aluminio para evitar calentarlo con las manos o, una vez que se calienta por fricción se enfríe, solo dejar una ranura para que se deslice el hilo.

El objetivo con esta actividad experimental es que el alumno verifique la relación:

$$\Delta U(\text{kJ}) = 4.2 \text{ m}(\text{kg}) \Delta T (\text{°C}) \quad (\text{a})$$

Fórmula que permite calcular los cambios de energía interna en el agua al transferir energía por trabajo mecánico.

Ahora bien, para verificar la definición (a), se sugiere realizar trabajo tomando en cuenta la relación de Garritz para el joule, como la energía necesaria para levantar un cuerpo de un kg a una altura de 10.2 cm, (Garritz A. & Chamizo J. A., 1994, p.565)

¿Cuál es el trabajo que se requiere para elevar la temperatura en 1°C a 50 g de agua?

Sustituyendo los valores en la relación se obtiene, $E(\text{J}) = 4.2 (50\text{g})(1 \text{°C}) = 210\text{J}$, que de acuerdo con la definición del joule implica levantar la pesa de 1 kg a 10.2 cm de altura, aproximadamente 21 veces.

La ecuación (a) está fundamentada en que al aumentar la temperatura del agua aumenta su energía interna U y se deduce por conservación de energía que este incremento se debe a la energía transferida por trabajo mecánico, W , realizado sobre el sistema, por lo que si no hubo otra forma de transferencia de energía, $W = \Delta U$.

Hablando con precisión, $W = \Delta U + p\Delta V$ donde, $\Delta U + p\Delta V$ se define como la entalpía del sistema, pero en este caso se considera $\Delta V = 0$ y por tanto el trabajo realizado por el sistema $p\Delta V = 0$.

¿ Por qué se considera el trabajo que el sistema hace sobre sus alrededores, $p\Delta V$, igual a cero?

Supóngase que un cubo con agua cuya arista tiene una longitud de 1 dm, se quiere elevar en 1°C , (para temperatura inicial mayor a 4°C).

Por cada grado centígrado que se incrementa, el volumen aumenta 0.0001 unidades de volumen, es decir, $\Delta V/V = 0.0001 = 10^{-4}$. Para calcular ΔV se tiene que $1\text{dm} = 10^{-1}\text{m}$, de manera que, $\Delta V = (10^{-2}\text{m}^2)(10^{-5}\text{m}) = 10^{-7}\text{m}^3$.

El volumen inicial del agua es de $1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3 = 1$ litro, lo que equivale a un kg de agua.

Por lo tanto, el trabajo $p\Delta V = (100\text{kpa})(10^{-7}\text{m}^3) = (10^5\text{N/m}^2)(10^{-7}\text{m}^3) = 10^{-2}\text{J}$.

De la ecuación --a--, se obtiene que la energía transferida es de 4.2 kJ, Esto implica que entre la energía que se le transfiere y el trabajo que realiza existe una diferencia de 10^5 en orden de magnitud, o bien, el sistema emplea 0.001% de la energía que se le transfiere para realizar trabajo.

De aquí que el cambio en la energía interna se considere igual al cambio en la entalpía del sistema, es decir, $C_p/C_v = 1.00001$ para el agua.

En el caso de gases esta consideración ya no es posible, ya que, por ejemplo para el aire $C_p/C_v = 1.4$.

Ahora bien, en los cambios de energía interna en un sistema tienen participación las transferencias de energía por calor concepto, que caracteriza otra rama de la Física, la Termodinámica, que es el estudio del calor y su transferencias en energía mecánica. Mencionar que los fundamentos de la termodinámica son la conservación de la energía y el hecho de que el calor se transfiere de objetos calientes a objetos fríos y no en sentido inverso. Estos fundamentos proporcionan la teoría básica de las máquinas térmicas.

Las leyes de la termodinámica son completamente macroscópicas, es decir, no interviene la estructura de la materia en la interpretación de los fenómenos termodinámicos; en ellas se asocian tres propiedades inherentes a cualquier sistema macroscópico, La temperatura, energía interna y entropía, conceptos que se desarrollarán en este contenido.

Para el estudio de fenómenos termodinámicos se sugiere caracterizar la tema de conceptos **Temperatura, Calor y Energía interna** con una discusión sobre ideas centrales asociadas a estos conceptos y posteriormente formalizarlas.

Por ejemplo de la temperatura, se tiene la idea de que es una medida de que tan caliente o frío está un objeto, de tal manera que un horno caliente tiene una temperatura alta y una bandeja de hielo tiene una temperatura baja.

Puede decirse que la **temperatura** de un sistema es una medida de su grado relativo de calentamiento con respecto a un cuerpo de referencia llamado "termómetro". (Definición escrita en notas dadas por García Colín).

El concepto de temperatura se asocia a otro concepto, el de equilibrio térmico, es decir, si se tienen dos cuerpos uno más caliente que el otro y se ponen en contacto, sin influencias externas, se comprueba que después de un tiempo, no hay diferencia en su grado de

calentamiento, (llegan a un equilibrio), a este atributo del sistema que es igual, se le llama **temperatura**.

Por lo tanto se dice que dos sistemas están en equilibrio térmico si tienen la misma temperatura.

Para el concepto de calor pueden discutirse las siguientes ideas. Si se toca un sartén caliente, se transfiere energía a la mano porque el sartén está más caliente que la mano, pero, si se toca un trozo de hielo, la energía se transfiere de la mano al hielo que está más frío. La dirección de transferencia de energía es del cuerpo más caliente al cuerpo más frío, de manera que, la energía que se transfiere de un objeto a otro debido a una diferencia de temperatura se llama **calor**, pero el objeto no contiene calor, una vez que se ha efectuado la transferencia, los cambios en el objeto se asocian a una propiedad inherente del sistema, la **energía interna**.

Cuando se transfiere energía por calor a un objeto, aumenta la energía interna del mismo lo cual generalmente produce una elevación de su temperatura.

¿Cómo podemos caracterizar y diferenciar estos conceptos?

Analogía hidráulica para diferenciar los conceptos de temperatura, calor y energía interna.

Imaginemos un lago con cierto nivel, el cual puede aumentar por medio de agua de lluvia. Ésta al llegar a la superficie, deja de serlo para convertirse en parte del lago.

Se puede observar, que el agua de lluvia aumenta el nivel y la cantidad total de agua del lago.

En un sistema termodinámico, el volumen total del lago representaría la energía interna; el nivel, a la temperatura y el agua de lluvia, el calor.

La transferencia de energía por calor a un cuerpo origina generalmente un aumento en la temperatura y un aumento en su energía interna.

De la misma manera que el agua de lluvia, la energía al entrar al cuerpo deja de ser calor para convertirse en energía interna, en este sentido es erróneo pensar que un objeto o sistema contiene calor.

La energía interna de un cuerpo también puede aumentar aún cuando no exista transferencia de energía por calor, siempre que reciba energía por un medio de transferencia diferente, (trabajo). En la analogía bastaría implementar el caudal de un río que desemboque en el lago.

Ventajas y riesgos de la analogía.

La analogía hidráulica ofrece como ventaja, que sus elementos, (volumen total de agua del lago, nivel y agua de lluvia), guardan las mismas relaciones entre sí cuando uno de ellos cambia, de igual manera que calor, temperatura y energía interna. El riesgo, es que el alumno puede asociar características de fluido al calor, reforzando la teoría del calórico, que es lo que se desea superar.

Actividades experimentales para diferenciar los conceptos de calor y temperatura.

* 1° Comparar los cambios de temperatura al calentar diferentes masas de agua usando mecheros de Bunsen, durante el mismo tiempo.

2° Comparar cambios de temperatura al calentar una cantidad de agua por múltiplos enteros de un intervalo de tiempo.

Aquí la cantidad de energía que se transfiere por calor está en función del intervalo de tiempo, considerando la misma para intervalos de tiempos iguales. En términos de los resultados caracterizar calor y temperatura.

Se sugiere realizarlo también con otro combustible, alcohol en este caso. En esta actividad, la cantidad de calor transferido está en función de la cantidad de alcohol que se quema..

*De manera análoga a la actividad anterior, se calientan:

1° Diferentes masas de agua quemando mismas cantidades de combustible.

2° Iguales masas de agua, con diferentes cantidades de combustible.

Se sugiere en el empleo de cantidades diferentes de agua y combustible, emplear múltiplos enteros de la cantidad usada como referencia.

Se observa que la magnitud que cambia en el sistema y es medible es la temperatura, por lo que se deduce que es una propiedad que poseen los cuerpos y quien origina este cambio es la transferencia de energía por calor en términos de la diferencia de temperatura entre la flama del combustible en combustión y el sistema en observación que es el agua.

Para darle un sentido más cotidiano a este tipo de actividades experimentales se sugiere:

¿Cómo se obtienen los valores energéticos de los alimentos?

Los valores energéticos asociados a alimentos se obtienen mediante un proceso análogo al de un combustible fósil, quemándolos.

En libros de texto se hacen analogías sobre el alimento para el organismo como el combustible para máquinas, pero para el alumno no es tan simple imaginar la combustión de alimentos, es decir que con un pedazo de pan o tortilla puede calentarse agua.

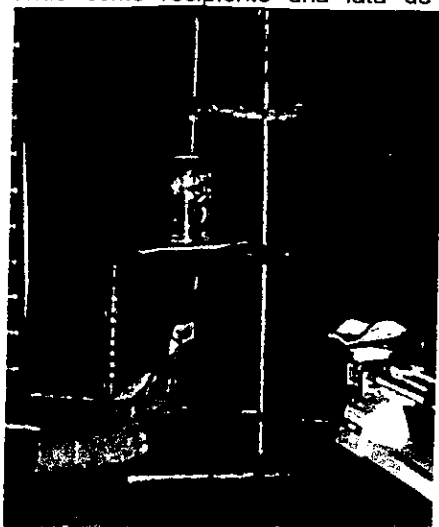
Se sugiere una actividad experimental cuyo objetivo es mostrar que los alimentos pueden considerarse como combustibles.

Determinación de **calores por combustión**, (valores energéticos asociados), de algunos alimentos y combustibles fósiles.

*Se eligen algunos alimentos, se sugieren: tortilla y algún tipo de fritura, (cheetos), por la facilidad de mantener la combustión.

Las muestras (cantidades de alimento que van a quemarse) deben secarse previamente, de preferencia en horno a 60 °C unas 2 horas, o bien, expuestas a la radiación solar un día.

Se quema las muestras de los alimentos y con la flama se calienta una cantidad de agua, usando como recipiente una lata de refresco, ver la siguiente fotografia.



Fotografía. Combustión de un trozo de tortilla.

Se mide: la masa de la muestra quemada, la cantidad de agua, así como las temperaturas inicial y final de la cantidad de agua.

Como suposición fundamental se tiene que la cantidad de energía química transformada en la combustión, se transfiere íntegramente por calor Q , a otro sistema, a presión constante, de acuerdo a la ecuación:

$$Q_{\text{transferido}} = m_{\text{sistema}} c_p \text{ sistema } \Delta T$$

Como el sistema que recibe la energía es agua, entonces:

$$Q_{\text{transferido}} = m_{\text{H}_2\text{O}} c_p \text{ H}_2\text{O } \Delta T$$

c_p capacidad térmica específica del agua es un valor conocido encontrado en tablas en libros de texto. Se sugiere que la cantidad de energía transferida por calor en la combustión del alimento, $Q_{\text{transferido}}$, sea expresado en kilojoules, (kJ).

El valor energético asociado a un alimento, se expresa en términos de calor por combustión (H), que es la cantidad de energía transferida por calor, por unidad de masa en una combustión, $H=Q/m$, por lo tanto, el cálculo de H se obtiene con el valor obtenido de $Q_{\text{transferido}}$ y el valor de la masa del alimento quemado.

¿ Por qué c_p y no c_v ?, ¿ Por qué calor por combustión y no calor de combustión? Ver el apéndice B.

Aunque los valores obtenidos son mucho menores a los presentados en tablas de textos, la experiencia es útil para demostrar que el alimento es un combustible, y el procedimiento muestra en esencia el método para obtener los valores energéticos de alimentos.

Es conveniente mencionar, que las tablas de contenidos energéticos que conocemos en nuestras actividades de nutrición se obtienen mediante la combustión de alimentos en una bomba calorimétrica y la transferencia de energía por calor en la combustión del alimento, se determina con el método descrito en la actividad anterior.

Para el caso de combustibles fósiles se repite la misma actividad experimental.

Se elige algunos combustibles fósiles (alcohol, gasolina, tiner, madera, ...), y se determina el calor por combustión de manera análoga a la obtención de calores por combustión de alimentos.

¿Qué combustible es más caro? ¿En qué proporción?

*Calentar iguales cantidades de agua, quemando diferentes combustibles, de manera que se obtenga el mismo cambio de temperatura. Con estos datos y el precio del combustible por unidad de masa o volumen se hace una relación de costo en términos del calentamiento que originan.

Termómetros.

Ahora bien, para tener un concepto cuantitativo de temperatura es necesario medirla y la medición de esta propiedad de la materia es mediante los termómetros.

Por tanto se sugiere, describir la construcción de termómetros resaltando que se utiliza una propiedad termométrica, (variación de una propiedad de la materia producida por un cambio de temperatura), y la elección de cambios físicos especiales, así como algunas convenciones, para la construcción de escalas termométricas.

Formas en que se transmite el calor.

Si se colocan aislados del exterior objetos juntos con diferentes temperatura, estos tenderán a tener la misma temperatura después de un cierto tiempo, es decir los cuerpos más calientes se enfrían y los más fríos se calientan. Evidentemente esta igualación de temperatura, se logra por transferencia de calor de los objetos más calientes a los más fríos y se realiza de tres formas: por conducción, convección y radiación.

Conducción.

En el caso de conducción el calor se conduce más rápido en unos materiales que en otros, lo que implica asociar la conducción al concepto de potencia, (rapidez con que se transfiere el calor), además de las características geométricas del conductor como área transversal en el caso de alambres metálicos.

Se sugiere realizar actividades experimentales cualitativas para mostrar que la conducción depende del material y que la percepción de la temperatura a través del tacto, depende de la rapidez con que el calor se transfiere.

*A dos alambres de igual diámetro y longitud pero de distinto material, (cobre y hierro), enrollarlos por uno de sus extremos y en los opuestos colocar cera,

calentar en la flama la parte enrollada y observar los cambios (particularmente el tiempo en que se dan los cambios en cada caso).

El alumno percibirá rápidamente que la cera adherida al alambre de cobre se funde en primer lugar, por lo que se espera que concluya que el cobre es mejor conductor del calor que el hierro.

Nota: Los alambres metálicos deben tener el mismo diámetro porque el área de la sección recta del alambre influye en la cantidad de calor que se transfiere por él.

No usar hilos metálicos, debido a que se queman antes que pueda observarse la conducción.

Sujetar el extremo de un clavo de hierro y acercarlo a una flama.

Colocar un cubo de hielo en una base de unicel y otro en una base de metal ¿En cuál base se derretirá primero?

Convección.

En la convección cuyos efectos pueden observarse en líquidos y gases, resaltar que la transferencia de energía por diferencia de temperaturas es mediante el movimiento de traslación del fluido con una circulación continua de masas del fluido más caliente hacia arriba y de masas del fluido más frías hacia abajo.

Comentar que la única excepción es el congelamiento del agua de un lago, debido al comportamiento anómalo del agua, es decir, su densidad máxima la tiene a 4 °C y la mínima cerca del punto de fusión por lo tanto las masas de agua a 4°C se hunden mientras que las que están cercanas a 0 °C están cerca de la superficie, congelándose el agua de un lago de arriba hacia abajo, y el movimiento de traslación de el agua es opuesto al descrito anteriormente.

Se sugieren realizar actividades experimentales cualitativas, en las que se observen las corrientes de convección y pueda mostrarse que durante el calentamiento de un fluido, (agua), la parte superior del líquido se encuentra a mayor temperatura que la parte inferior.

*Calentar agua en un recipiente agregándole un poco de aserrín.

Se sugiere que sea un recipiente no muy pequeño para poder observar lo que sucede en el interior.

Las corrientes de convección se pueden apreciar por medio del movimiento del aserrín, el cual sigue muy aproximadamente el movimiento del líquido.

Se sugiere que se agregue poco aserrín y que la flama esté cerca de la pared lateral del recipiente para hacer más evidentes las corrientes de convección.

Radiación.

Explicar que la transferencia de calor por radiación es por medio de ondas electromagnéticas y que todo cuerpo emite radiación. Se sugiere caracterizar el

calentamiento de un cuerpo por radiación, mediante actividades experimentales que muestren que dicho calentamiento depende del color del recipiente y del área expuesta a la fuente que calienta. Se usa como fuente el Sol y también se sugiere realizar un experimento para calcular la intensidad de radiación solar.

Calentar agua expuesta directamente a los rayos del sol usando recipientes iguales pero de diferente color (negro, plateado, blanco, rojo...), pueden usarse latas de refresco. Cambiar el área de exposición e inclinación y deducir de qué depende el calentamiento por radiación.

Esta actividad se implementa con la del calentador solar.

Medición de la intensidad de radiación solar.

Se expone un recipiente de metal ennegrecido perpendicularmente a la incidencia de la radiación solar. En el recipiente se introduce una cantidad conocida de agua. Se mide el cambio de temperatura del agua, el tiempo en que se lleva a cabo este cambio y el área sobre la cual incide la radiación solar.

Considerando que el cambio de energía interna de el agua es "igual" a la energía transferida por calor al recipiente, (explicado en la página 37), se calcula la cantidad de energía por segundo y por metro cuadrado que se recibe.

El valor obtenido con este método es aproximadamente 1 kJ/s por m², o bien 1kW por m², resultado aceptable al medido fuera de la atmósfera de 1.35 kJ/s por m², valor que recibe el nombre de constante solar. La diferencia se interpreta al valor de la radiación que se refleja y/o absorbe al pasar a través de la atmósfera terrestre.

Para asegurar que el recipiente está perpendicular a la radiación solar, observar la sombra.

Nota: Usar pintura negra mate.

2.3.2 Movimiento molecular y energía.

Introducir con una discusión sobre la estructura de la materia en términos de los supuestos de la teoría cinético molecular. Resaltar que los fenómenos termodinámicos son independientes de la estructura de la materia, sin embargo para obtener una visión más profunda de los conceptos y principios de la termodinámica se implementa la aplicación de la teoría cinética para interpretar, fenómenos como el de **evaporación** y variables termodinámicas como **temperatura**.

Se retoma la actividad experimental de evaporación, realizada en cambios, para explicarla desde el punto de vista molecular.

EVAPORACIÓN.

De acuerdo con la teoría cinético molecular de la materia, las moléculas de un líquido, a cualquier temperatura, se encuentran en constante movimiento en todas direcciones con velocidades diferentes. Algunas moléculas con velocidades suficientemente elevadas, al llegar a la superficie consiguen escapar del líquido, Al escapar las moléculas, logran estar

muy separadas unas de otras de manera que la fuerza entre ellas es prácticamente nula alcanzando así el estado gaseoso, constituyendo esto, el proceso de evaporación de un líquido.

Las observaciones realizadas en la actividad experimental de, evaporación de una masa de alcohol, propuesta en este trabajo p-23, pueden interpretarse de la siguiente manera:

La evaporación depende del área de la superficie libre del líquido. Se interpreta que entre mayor es el área, mayor es la cantidad de moléculas que pueden llegar a la superficie y escapar.

La rapidez de evaporación aumenta si colocamos un ventilador cerca de la masa que se evapora.

El viento del ventilador quita el vapor del líquido que se va formando cerca de la superficie, evitando que las más cercanas vuelvan a incorporarse al líquido y dejando espacio libre para otras moléculas.

Entre más alta es la temperatura de un líquido se evapora más rápidamente, esto se debe a que al aumentar la temperatura, aumenta la energía cinética media de las moléculas y con ello aumenta el número de moléculas que pueden escapar a través de la superficie libre del líquido.

Interpretación de la temperatura mediante teoría cinética molecular.

Es conveniente realizar con el alumno, el cálculo cinético de la presión de un gas ideal monoatómico, empleando el esquema de impetu en la colisión de una partícula, (molécula), sobre una pared de un recipiente moviéndose en una dirección preferencial, (x), generalizando luego para un total de partículas N y en cualquiera de las direcciones, (x,y,z).

Llegando a la expresión, $p = 1/3 \rho v^2$.

La interpretación es que la presión que un gas ejerce sobre las paredes del recipiente que lo contiene, se debe a los incesantes y continuos choques de las moléculas del gas contra las paredes del recipiente, y depende del promedio de los cuadrados de las velocidades de las moléculas, del número de moléculas en el recipiente, de la masa de cada molécula y del volumen del recipiente, $p = (N/V)m$.

Ahora bien, de la ecuación obtenida en el cálculo cinético de la presión de un gas ideal y la consideración de que la presión se debe a un volumen de gas V,

se obtiene $pV = 1/3 \rho V v^2$, $\rho V = m$, por lo tanto, $pV = 1/3 mv^2$ Si relacionamos esta última ecuación, con la ecuación de estado de un gas ideal $pV = nRT$, se llega a la ecuación:

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} k T$$

Lo que indica que la energía cinética promedio de las moléculas de un gas monoatómico clásico es directamente proporcional a su temperatura absoluta, por lo que se interpreta que la temperatura es una medida de la energía cinética traslacional promedio de sus moléculas.

2.3.3 Máquinas térmicas.

En la unidad de fenómenos mecánicos se mencionó aunque no se formalizó el concepto de trabajo, como un mecanismo de transferencia de energía. Esta idea quedó reforzada con la actividad experimental del calentador mecánico en donde se transforma trabajo mecánico en energía interna.

Para analizar el proceso inverso, transformación de energía interna en trabajo mecánico se analizarán algunos aspectos de las máquinas térmicas.

Discutir que una máquina térmica es un dispositivo que transforma energía interna (U) en trabajo mecánico. Este dispositivo funciona entre dos depósitos a diferente temperatura y el trabajo mecánico se obtiene si la energía se transfiere por calor del depósito de mayor temperatura T_c , al depósito de menor temperatura T_f .

Discutir con el alumno que la transformación de energía interna en trabajo, es un proceso que implica que una parte de la energía se degrada y la porción degradada no está disponible para convertirse en trabajo y se pierde.

Una manera de medir la energía que es aprovechada en la realización de trabajo es mediante el concepto de eficiencia térmica, la cual se define como el cociente del trabajo obtenido y el calor que se le suministra, $N=W/Q_c$, o bien, $N= (Q_c-Q_f) / Q_c = 1-Q_f/Q_c$, donde

$W = Q_c - Q_f$, Q_c y Q_f son la energía transferida por calor al depósito de alta y baja temperatura respectivamente.

Sin embargo, Sadi Carnot mostró que el límite superior de calor que puede transformarse en trabajo útil depende de la diferencia de temperatura (en °K) entre el depósito caliente y el depósito frío. De manera que propone la eficiencia ideal para una máquina de Carnot, como $N=(T_c-T_f) / T_c= 1-T_f/ T_c$.

Para el cálculo de eficiencia térmica, se sugiere la construcción de una bazuca empleando 3 latas para el cañón (latas de crema cambells), una pelota de beisball como proyectil y alcohol como combustible ver la figura, la bazuca.

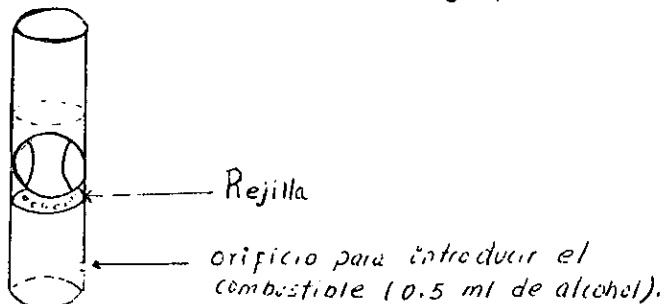


FIGURA. La bazuca.

La energía que se transfiere en la combustión se obtiene multiplicando el valor de calor por combustión del alcohol y la masa de la cantidad de alcohol que se quema. Se mide la masa de la pelota y la altura a la que se eleva y bajo la

suposición de que el cambio de energía potencial de el proyectil, (pelota), es igual al trabajo realizado, se calcula la eficiencia.

El cálculo de la eficiencia dará una idea clara a los alumnos sobre los efectos del empleo de máquinas térmicas, es decir, que su uso tiene un irreversible impacto ambiental, identificado como contaminación atmosférica y contaminación térmica.

Entropía.

Otro concepto inherente a un sistema termodinámico, propiedad de un sistema macroscópico, es el de entropía.

Para discutir este concepto se sugieren algunas alternativas:

-Obtención de la definición de entropía tomando en cuenta la definición de eficiencia de máquinas térmicas.

De las ecuaciones propuestas de eficiencia térmica y eficiencia de Carnot en la página anterior, si se igualan, obtenemos, $1 - Q_f / Q_c = 1 - T_f / T_c$, o bien $Q_f / Q_c = T_f / T_c$, de donde, para un ciclo reversible, $Q_f / T_f = Q_c / T_c$, el cociente Q / T se define como un atributo del sistema, el cambio de la **entropía** (ΔS). Para ciclos no reversibles Q_f / T_f es mayor Q_c / T_c , la entropía del sistema en su estado inicial es menor que la entropía en su estado final.

De manera que, en todo proceso natural de transformación de energía, la entropía de un sistema se incrementa, mientras que en un ciclo reversible la entropía se conserva.

Relación de entropía de un sistema con la pérdida de capacidad de éste de realizar trabajo útil.

Cuando se pone en contacto un objeto caliente con uno frío, hay algo más que una transferencia de energía por calor. Cuando existe una diferencia en la temperatura, puede realizarse un trabajo útil como en una máquina térmica. Sin diferencia en la temperatura no hay capacidad para realizar trabajo. (Wilson, 1996, p.402).

En analogía puede pensarse en diferentes niveles de energía potencial gravitacional representados por alturas diferentes. Un torrente de agua que fluye montaña abajo, puede hacer un trabajo útil como girar la rueda de un molino o mover la turbina de una hidroeléctrica, una vez que el agua llega a nivel del mar, ya no puede descender y por lo tanto no puede realizar más trabajo, excepto por gradiente térmico entre la superficie y el fondo.

De igual manera la diferencia de temperatura entre los objetos es necesaria para la transferencia de energía por calor, de manera que cuando los objetos alcanzan el equilibrio térmico las temperaturas son iguales y la transferencia de energía cesa. Pero algo se pierde o se reduce al transferirse energía por calor, la capacidad de un sistema para realizar trabajo.

Esta pérdida en un sistema que es la exergía del mismo, se asocia a la entropía en el sentido de que a medida que un sistema pierde su capacidad para realizar trabajo útil aumenta su entropía.

Es conveniente resaltar que la capacidad de un sistema de realizar trabajo, está asociado a un desequilibrio entre el sistema y su entorno determinado por la diferencia entre alguna

magnitud que lo caracteriza, por ejemplo la diferencia de temperatura en una máquina térmica y el medio ambiente, la diferencia de alturas entre una caída de agua y el nivel del mar, (Martinez M. A., 1998, p.122).

Entropía como una medida de desorganización.

Otra alternativa para presentar el concepto de entropía expuesta en la mayoría de los libros de texto de bachillerato, es relacionar dicho concepto con orden y desorden de un sistema, (organización y desorganización de acuerdo a lo expuesto en una conferencia de Garcia Colín).

Por ejemplo, considérese un dispositivo conformado por dos cámaras unidas por una pared que puede quitarse, fig. 1a. En uno de ellos hay una cantidad de aire. Al retirar la pared el aire se expande libremente ocupando el volumen de ambas cámaras, fig. 1b. Este sistema está más organizado cuando todo el aire está en una cámara, ya que cuando se expande, las moléculas de aire se distribuyen en forma aleatoria en todo el recipiente, de modo que la desorganización aumenta y por lo tanto también la entropía.

Esto es consistente con el aspecto de entropía antes mencionado. Por lo general el trabajo útil se puede obtener de los sistemas altamente organizados y en la medida que decrece el grado de organización, decrece la capacidad del sistema para realizar trabajo, (exergía del sistema).

Considérese el mismo recipiente mencionado, pero en vez de una pared, se adapta un pistón que pueda moverse libremente y esté conectado con el exterior del recipiente, fig 2a.

Al expandirse el aire, el pistón se mueve de manera que puede comprimir un resorte o incrustar el dardo de una pistola de juguete y realizar trabajo, 2b. Al llegar el pistón al tope, el sistema ha perdido su capacidad de realizar trabajo y la entropía del sistema ha aumentado.

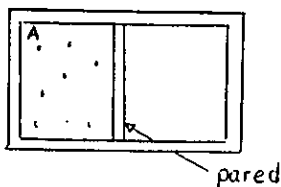


Figura 1a.

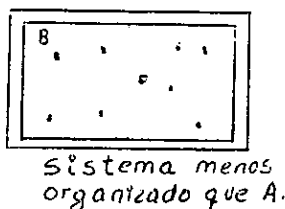


Figura 1b.

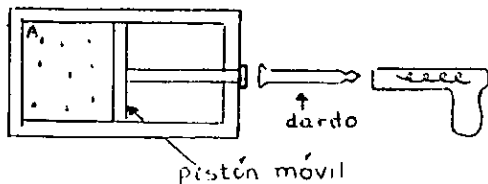


Figura 2a.

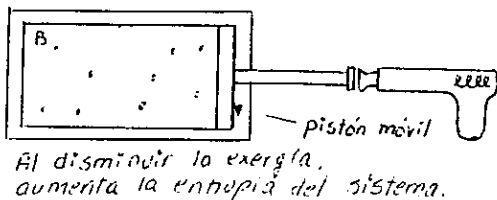


Figura 2b.

Otra alternativa para introducir el concepto de entropía, (escuchado en una conferencia de García Colín), es asociar de manera cualitativa dicho concepto al de restricciones de un sistema, que aparecen desde el momento en que se construye un recipiente para observar el sistema termodinámico y se considera si va a tener interacciones térmicas y/o mecánicas, lo cual, tiene relación con las variables termodinámicas porque son las que cambian. Un sistema aislado, (mantiene el desequilibrio térmico y/o mecánico entre el sistema y sus alrededores.), tiene un gran grado de restricciones y se identifica como un sistema organizado. Si se logra una interacción térmica y/o mecánica con el sistema, esto implica pérdida de restricciones al sistema, aparte de inducirse un proceso, implica una pérdida de organización del sistema

Por ejemplo, Un cubo de hielo puede mantenerse como tal dentro de un recipiente de unicel con tapa, pero al quitarle la tapa se quita una restricción y se realiza una interacción térmica, (lo que tiende a equilibrar la temperatura del sistema con el medio ambiente), el hielo se derretirá pasando de un estado sólido a uno líquido, alcanzando después de un tiempo la temperatura ambiente, lo que implica mayor grado de desorganización en su estructura molecular, (si la temperatura ambiente es mayor a 4°C).

*Se sugiere la lectura: Aspectos de la entropía, del texto de Física (Wilson, 1996 p.402).

En esta lectura se caracteriza el concepto de entropía mediante una analogía hidráulica y se asocia dicho concepto con el de exergía del sistema, (entendiendo por esta la capacidad de realizar trabajo), en forma que a medida que un sistema va perdiendo su exergía aumenta su entropía, además se habla de una interpretación que se hace de la entropía como la flecha del tiempo.

Se sugiere investigaciones de situaciones problematizadoras por ejemplo,

¿Cómo se transforma la energía en el organismo a partir de alimentos?

Esta pregunta se plantea por la analogía que se hace del organismo con una máquina térmica, por lo que es conveniente analizar, ventajas y riesgos en el uso de la analogía desde el punto de vista termodinámico.

En el apéndice B se muestra una interpretación en el desarrollo de esta situación problematizadora.

¿Qué significa tener luz en nuestras casas?

Esta pregunta se puede plantear en este contenido por la relación de una termoelectrica con una máquina térmica.

Evaluación. Se sugiere evaluar con problemas semejantes a los siguientes:

Se aplica una flama para transferir una cierta cantidad de energía por calor a 1 litro de agua, de manera que su temperatura se eleva 2 °C.

¿Cuánto aumentará la temperatura de 2 litros de agua si se transfiere la misma cantidad de energía por calor?.

¿ A través de nuestro sentido del tacto percibimos el calor o la temperatura?.

La unidad de calor en el SI es:

- a) la caloría
- b) la kilocaloría
- c) el Btu.
- d) el joule.

Una persona lleva una dieta de 1800 Cal para perder su peso. ¿Cuál es el equivalente que tiene permitido diariamente en joules?

Dibuja una taza de café caliente y un iceberg. ¿Cuál de los dos tiene mayor cantidad de energía interna?.

¿Por qué al tocar una banca con base de metal y paleta de madera se siente más frío el metal?.

¿A qué temperatura común un bloque de madera y un trozo de metal no parecerán ni fríos ni calientes?

Si se sostiene una barra de hierro de manera que uno de los extremos esté en contacto con un trozo de hielo, el otro extremo pronto se enfría.

¿Significa esto que hay un flujo de frío del hielo hacia la mano?.

¿Por qué se puede colocar los dedos junto a la llama de una vela sin quemarse, pero no sobre la llama?.

Si un buen absorbente de energía radiante fuese un mal conductor, ¿Cómo sería su temperatura respecto a la de su entorno?

¿Por qué el café se enfría más rápido si se vierte en un plato a si se vierte en una taza?

El calentamiento de la atmósfera comprende:

- a) conducción
- b) convección
- c) radiación
- d) todas éstas.

Cuál de las siguientes situaciones comprende una "disminución" de entropía:

- a) Un helado cubierto de chocolate que se deja mucho tiempo sobre una mesa.
- b) El perfume de un frasco abierto que se evapora y llena la habitación con su olor.
- c) Una planta verde combina moléculas de agua y bióxido de carbono en la fotosíntesis para formar una molécula más grande y compleja de glucosa.

2.4 ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y ENERGÍA EN EL UNIVERSO.

2.4.1 Estructura de la materia.

Se sugiere iniciar con una discusión sobre **materia**, (que cambia), y **energía**, (quien induce los cambios), como constituyentes del universo.

Dadas las características de los contenidos de esta unidad, se sugiere, desarrollar los temas mediante un enfoque cultural por medio de la discusión de lecturas, videos y analogías.

Además la parte experimental en bachillerato, es restringida debido a los dispositivos requeridos para realizar experimentos de Física Moderna. Sin embargo, una de las alternativas encontradas, es la realización de actividades experimentales, que pueden usarse como analogías para mostrar los modelos matemáticos empleados en tales experimentos.

En su curso de Química I, los alumnos adquieren el antecedente de estructura de la materia, mediante el modelo atómico de Bohr y la distribución electrónica, misma que se emplea en el curso de Química II para explicar la generación de iones en procesos de oxidación y la reducción.

Se sugiere en esta unidad, introducir la idea de estructura de la materia con el concepto de átomo, con una discusión sobre evidencias experimentales que permitieron fundamentar los primeros modelos que explican la estructura atómica de la materia, (Thomson, Rutherford y Bohr), apoyándose en lecturas:

Del texto, Física General, (Alvarenga B y Máximo A, 1993),

*El descubrimiento del electrón.

De Los creadores de la nueva Física, (Lovett B., 1973), los capítulos:

* Ernest Rutherford: descubrimiento del núcleo, (p.11).

* Niels Bohr: la primera teoría cuántica del átomo, (p.120).

Además de un video,

*Nuestro amigo el átomo.

*El descubrimiento del electrón

Descripción de cómo J.J. Thomson llega a descubrir el electrón al investigar la naturaleza y propiedades de radiaciones conocidas en esa época, los rayos catódicos, concluyendo que éstos, están constituidos por partículas con carga negativa, al comprobar que, además de ser desviados por un campo magnético, también eran desviados por un campo eléctrico. Se muestra un método de cómo se logra medir la relación entre la carga y la masa del electrón.

Implementar que en base a el descubrimiento del electrón es planteado un modelo para la estructura atómica de la materia, por J.J. Thomson, 1898, donde postula a los átomos como esferas de materia con una distribución de carga

eléctrica positiva en la cual se encontraban incrustados los electrones, suficientes para obtener el comportamiento electricamente neutro de la materia.

Ernest Rutherford: el descubrimiento del núcleo.

Se describe el experimento de Rutherford de exploración de átomos mediante partículas alfa, además de las hipótesis en base al modelo atómico de Thomson, (que las partículas alfa pasarían transparentes a través de los átomos en exploración), y cómo los resultados reales, (rebote de partículas alfa), obligan a Rutherford, a introducir al modelo de estructura atómica, el concepto de núcleo. Rutherford postula un modelo en donde la carga positiva se encuentra concentrada en una pequeña región (núcleo) y los electrones se encuentran a cierta distancia girando alrededor del núcleo en analogía a un sistema solar.

***Niels Bohr: la primera teoría cuántica del átomo.**

¿Por qué el electrón, la unidad de electricidad, cuando está dentro del átomo, deja de obedecer las leyes de la electricidad?

Se describe las objeciones sobre el modelo atómico de Rutherford, es decir, al considerar la estructura del átomo como un sistema planetario, los electrones al girar en movimiento acelerado deberían radiar energía electromagnética a costa de una disminución en su energía cinética, lo que provocaría que los electrones fueran cayendo por la atracción eléctrica del núcleo atómico y los cuerpos serían inestables en su constitución, lo cual no sucede en la realidad. Por otra parte, con este modelo se predice una trayectoria de los electrones en forma de espiral al acercarse al núcleo, lo que implica un cambio constante en la frecuencia de la radiación electromagnética, por lo tanto debería producirse espectros continuos y no espectros formados por líneas brillantes que se observan cuando un átomo está excitado.

Se describe como Niels Bohr encuentra datos que existían de décadas atrás sobre análisis espectral y da con una fórmula, la de Balmer, que describe el espectro de líneas del hidrógeno, lo que constituye una clave en la interpretación de la estructura atómica.

Se describe como Bohr reconoce que la fórmula de Balmer podía ser escrita de manera distinta empleando h , la constante de Planck, y obtener una fórmula que describía el espectro real del hidrógeno tal como lo determinaban los experimentos, pero también explicaba dicho espectro en términos de cuantos de energía, es decir, cada línea del espectro se debía al salto de un electrón de un nivel de energía mayor a uno menor.

Es conveniente discutir con el alumno que en general cuando se piensa en la estructura atómica, generalmente nos imaginamos la estructura propuesta en el modelo de Bohr, a pesar de que este modelo ha sido sustituido por otros, (Schroedinger, Heisenberg, Pauli, Born...), que permiten obtener resultados cada vez mejores pero también son más abstractos. De hecho los modelos contemporáneos del átomo han dado lugar a teorías matemáticas imposibles de representar por medio de imágenes.

Pese a éstas restricciones se puede hablar de un modelo contemporáneo, el **modelo estándar**. Informar que este modelo describe la materia en términos de partículas elementales: 6 leptones, 6 quarks y 4 partículas portadoras de fuerza, (ver la tabla), y hablar sobre las características de los elementos de dicha teoría.

Tabla. Modelo estándar de partículas elementales. Información obtenida del material de apoyo, (Freyre A. y Flores y Bermúdez R, 1997, p.9, 12 y 24).

	Nombre	Símbolo	Masa (GeV/c ²)	Carga
Quarks	up	u	0.005	+ 2/3
	down	d	0.01	- 1/3
	charm	c	1.5	+ 2/3
	strange	s	0.2	- 1/3
	top	t	180	+ 2/3
	bottom	b	4.7	- 1/3
Leptones	electrón	e ⁻	0.000511	- 3/3
	neutrino e	ν_e	< 7 x 10 ⁻⁹	0
	muón	μ^-	0.106	- 3/3
	neutrino μ	ν_μ	< 0.0003	0
	tau	τ^-	1.7771	- 3/3
	neutrino τ	ν_τ	< 0.03	0
Portadores de fuerza				
Fuerte	gluones	g	0	0
Débil	bosones débiles	W ⁺ , W ⁻ , Z ⁰	81, 81, 93	+ 3/3, - 3/3, 0
Electro magnética	fotones	γ^0	0	0
Gravitatoria	gravitones	G	0	0

Se sugiere la lectura, Una aventura con las partículas elementales, (Freyre A. y Flores y Bermúdez R., 1997, p.1-44).

Ahora bien, cuando hablamos de átomos asociamos sus componentes núcleo y electrones. La configuración de electrones, determina la química del átomo, (si el átomo puede unirse a otros y formar compuestos), las temperaturas de fusión y congelación, la conductividad térmica, la conductividad eléctrica, etc.

Se sugiere discutir con los alumnos sobre la intervención del núcleo en el comportamiento de la materia por lo que es conveniente hablar de sus componentes, los nucleones, (protones y neutrones).

En este caso describir de manera general las características y funciones tanto del protón como del neutrón y la manera en que un núcleo atómico se vuelve inestable dando lugar a la radiactividad.

Los protones de un núcleo, mantienen en órbita a los electrones de carga negativa y el número de protones que contiene el núcleo determina las propiedades químicas del átomo, ya que la carga nuclear determina la estructura de la órbitas electrónicas posibles.

La función principal de los neutrones consiste en hacer las veces de pegamento nuclear que evita que el núcleo se desintegre. Sin embargo, entre mayor es el número de protones en el núcleo requiere mayor número de neutrones para evitar desintegrarse, en el caso de más de 83 protones no es posible estabilizar el núcleo ni aún aumentando más neutrones.

Uno de los factores que limitan el tamaño del núcleo atómico es el hecho de que los neutrones por sí solos son inestables. Un neutrón solitario se descompone espontáneamente en un protón más un electrón y un antineutrino.

De manera que una vez que el núcleo ha alcanzado un cierto tamaño, el número de neutrones es tan superior al de protones que no se puede impedir que los neutrones se empiecen a desintegrar, de manera que un núcleo que se desintegra así o de manera similar es **radiactivo**.

La razón de desintegración radiactiva de una sustancia, llamada vida media, es el tiempo necesario para que se desintegre la mitad de los átomos activos de la muestra, esta razón es constante y no depende de condición externa alguna.

Las reacciones radiactivas liberan energía pero en cantidades pequeñas, sin embargo, existen procesos en los que se liberan inmensas cantidades de energía, tales son los procesos de fisión y fusión nuclear que aunque son procesos diferentes operan con el mismo principio, la equivalencia de masa-energía. Véase proceso de fusión nuclear, en transformaciones energéticas en el Sol en el apéndice D.

Nota: aún cuando se habla de radiación en la desintegración nuclear de un átomo pesado, y procesos de fisión y fusión nuclear, aparte de las diferencias en las cantidades de energía generada, caracterizar bajo qué condiciones se llevan a cabo, es decir, en el caso de materiales pesados como el uranio, no todos los isótopos son inestables. En los casos de fisión se requiere de masas críticas para lograr la fisión en cadena.

Se sugieren las siguientes actividades experimentales:

* Analogía al modelo matemático de Rutherford, para la deducción del valor del radio del núcleo atómico, (42, p-319).

* En una hoja blanca de papel dibujar círculos y adaptarle una hoja de papel carbón, (para registrar los impactos), se coloca ambas a distancia sobre el suelo y se le arroja 100 veces con una canica sin ver. Los lanzamientos cuentan si la canica pega en el papel. Ahora bien, la probabilidad P de que los proyectiles den en los círculos trazados es igual al número de disparos en los círculos entre el número total de disparos en la hoja. La probabilidad de atinarle a los círculos depende del área de éstos comparado con en área de la hoja, por lo que la probabilidad del suceso es directamente proporcional al cociente del área de los círculos entre el área de la hoja.

$$P = \frac{\# \text{ de aciertos}}{\text{total de lanzamientos}} = \frac{\text{área del blanco}}{\text{área total}}$$

Con esta expresión puede calcularse el radio de uno de los círculos.

* Analogía del comportamiento en un proceso de desintegración nuclear, (vida media de un material radiactivo).

Actividad con datos:

Empleando 100 datos, se elige cualquier número del 1 al 6.

Se hacen 10 tiradas, retirando en cada una aquéllos que coincidan con el número elegido previamente y contando en cada caso el número de datos restantes. Se hace una gráfica de No. de datos restantes vs No. de tirada lo cual ilustrará un comportamiento similar al detectado en el proceso de fisión.

2.4.2 Energía en el Universo.

* Una plática para ilustrar por qué el Sol constituye la fuente primaria de energía para la Tierra.

En el apéndice C, se presenta una lectura que puede apoyar la plática propuesta, basada en:

Discusión sobre las características físicas del Sol.

Transformaciones energéticas en el Sol.

Intensidad de radiación solar.

Caminos de la energía solar.

*Actividad experimental: Calentador Solar, medición de la intensidad de radiación solar. Usar el valor de la constante solar para calcular la energía total emitida por el Sol, hacer referencia a la actividad experimental realizada de calentador solar, propuesta en la unidad de fenómenos termodinámicos.

Discusión sobre las diferentes teorías del origen del universo,

La gran explosión

Teoría del estado constante,

Teoría del universo pulsante,

enfatisando en el común denominador de estas teorías.

Apoyarse en lecturas del fondo de cultura económica.

*El origen del universo.

*Los primeros tres minutos del universo.

Discusión sobre las diferentes teorías del origen del universo,

La gran explosión de George Gamow.

Postula:

- Toda la materia y la energía del Universo estuvieron en un tiempo concentradas en una esfera enormemente densa, (Ylem), la cual estalló hace aproximadamente 15 000 millones de años.

- Todos los elementos que conocemos, fueron producidos en la primera media hora siguiente a la gran explosión.

Teoría del estado constante de Fred Hoyle, Hermann Bondi y Thomas Gold.

Postula:

- El Universo no tiene principio ni fin, es el mismo, no sólo en todas partes, sino en todo el tiempo.
- Para mantener esta constancia del Universo, se requiere que se cree continuamente materia a razón de la masa de un átomo de hidrógeno por cada litro de espacio cada 500 millones de años. La nueva materia obliga al Universo a expandirse de continuo.
- Los elementos más pesados que el hidrógeno y el helio, se forman dentro de las estrellas.

El común denominador en estas teorías basadas en las deducciones sobre las observaciones, (espectros con líneas corridas hacia el rojo), son:

El Universo está en expansión.

El Universo es isotrópico y homogéneo, lo que implica que nosotros no estamos en un lugar privilegiado del Universo.

Se sugiere realizar una actividad experimental, cuyo objetivo es reconocer un principio cosmológico de que el universo debe ser el mismo en todas direcciones, es decir, un universo isotrópico, empleando un modelo unidimensional del universo. Se hacen observaciones respecto a los riesgos de la analogía empleada en esta actividad.

*En un modelo unidimensional del universo, representado por un trozo de manguera, se hacen marcas o se adaptan clips que representan galaxias. Se selecciona una galaxia hogar, (20, p-115).

Se hacen mediciones de posiciones de las galaxias vecinas respecto a la galaxia hogar. Luego se estira la manguera haciendo nuevamente mediciones de posiciones respecto a la galaxia hogar.

Para facilitar los cálculos, considérese que la expansión ocurrió en 1 segundo. Se calcula la velocidad con que se alejaron las galaxias vecinas, calculando el desplazamiento lineal con la diferencia de posiciones de cada galaxia vecina y el tiempo de expansión.

Se realiza una gráfica de velocidad vs posición inicial, obteniéndose una línea recta. Lo que se interpreta como una relación de proporción directa, por lo que se puede construir un modelo matemático que ayude a explicar el comportamiento observado.

Hacer notar que entre más lejos esté una galaxia mayor será su velocidad de alejamiento.

La actividad puede repetirse tomando como galaxia hogar cualquiera de las otras marcas. El resultado de las gráficas es el mismo, de donde se deduce que no estamos en un lugar privilegiado del Universo.

Se hacen observaciones respecto a los riesgos de la analogía.

Para mostrar que el espacio es dinámico emplear un globo pegándole estrellas e inflarlo.

Comentarios finales.

Uno de los principales problemas que se me presentó al desarrollar una propuesta para operativizar el programa, fue identificar los diferentes enfoques que se les quiso dar tanto de manera global, (experimental, conceptual y cultural), como particular, (cinético en fenómenos mecánicos; fenomenológico y microscópico en fenómenos termodinámicos), en el desarrollo de contenidos de unidades. Para hacer más eficiente la interpretación de un documento de esta naturaleza, se sugiere interpretar sin anteponer la visión propia que se tiene de cómo desarrollar un tema en Física, esto por supuesto no implica dejar de lado una actitud crítica.

Otro problema que se me presentó, fue el planteamiento de preguntas tanto en la propuesta de observación de nuestro entorno cotidiano "Física ¿en mi vida diaria?", como en las preguntas que acompañan algunas actividades experimentales procurando mostrar un proceso escalonado en su desarrollo.

Al respecto cabe mencionar que inicialmente pedía a los alumnos observar su entorno cotidiano y que plantearan preguntas que ellos consideraran que estaban relacionadas con Física. El día de entrega aún cuando la mayoría comentaba que era una experiencia interesante encontraba que sólo unos cuantos entendían cuales eran las características de las preguntas y otros para cumplir consultaban libros de física para elegir preguntas.

Me di cuenta, hace poco, que en enseñanza, aparte de observar y preguntar, los cuestionamientos tienen que tener una forma que induzca a los alumnos a organizar sus observaciones, por ejemplo una observación de nuestro entorno cotidiano es la formación de sombras y la pregunta inmediata es ¿Por qué se forman las sombras?

Para que el alumno pueda asociar elementos con formación de sombras puede plantearse lo siguiente,

Al caminar en la noche podemos observar algunas veces que nuestras sombras proyectadas en el suelo cambia de tamaño, ¿En qué condiciones ocurren estos cambios? Si hay más de una lámpara, de alumbrado público cercana, ¿seguimos viendo una sombra?

Hace poco, al iniciar uno de los cursos de Física, presenté y discutí algunas de las preguntas que planteo al inicio del capítulo II, dándole así a los alumnos una idea de lo que se pretende cuando se les pide preguntar.

En la primera ocasión que pedí la tarea de plantea una pregunta, de un grupo de estudiantes de 40 alumnos, 24 llevaron preguntas que consideré adecuadas. Después de discutir las preguntas de los propios alumnos, en la siguiente tarea de plantea una pregunta, 36 alumnos hicieron sus planteamientos generales pero adecuados.

Lo que concluyo de esta experiencia es que se debe trabajar más en la elaboración de preguntas articulando instrumentos de evaluación con técnicas de enseñanza-aprendizaje en los que el alumno induzca y organice sus observaciones de manera graduada y fomentar un constante cuestionamiento sobre nuestro entorno que logre despertar el interés del alumno en esta asignatura.

Apéndice A. Alternativas en medición de tiempo.

El empleo de dispositivos simples, como el disco de baja fricción en el análisis de movimiento, tiene ventajas respecto a otro, considerando que en laboratorios de bachillerato generalmente no se cuenta con rieles de aire y/o carros de baja fricción.

Por ejemplo para movimiento uniforme y rectilíneo, en varios libros de bachillerato describen una actividad en donde un carrito es jalado por acción de un motor con velocidad constante, el problema que aquí se observa es que se está aplicando una fuerza al jalarlo y se obtiene un movimiento con velocidad constante, lo cual reforzaría de manera indirecta un esquema aristotélico de movimiento que el alumno adquiere también a través de su experiencia, (Un objeto al jalarlo o empujarlo, se mueve con velocidad constante), pero que se desea cambiar cuando se analiza el movimiento con las leyes de Newton.

En el caso del disco de baja fricción, aunque es un dispositivo de masa variable, es decir, la masa disminuye ya que el globo va perdiendo masa al desinflarse, es tan pequeña esta variación, que puede no tomarse en cuenta considerando los objetivos de la actividad experimental.

De alguna manera, las actividades realizadas en este nivel tienen riesgos que deben de tomarse en cuenta o estar conciente de ellos y elegir actividades con riesgos menores siempre y cuando con ellas se cumplan los objetivos propuestos.

La medición de tiempos en los experimentos de movimiento generalmente presentan problemas en laboratorios de bachillerato. Difícilmente en éstos se encuentra equipo que permita hacer mediciones precisas, (fotoceldas), normalmente lo que se localiza son cronómetros y ticómetros, éstos últimos representan un procedimiento elaborado para la obtención de los tiempos y es poco práctico, ya que se tiende a perder los objetivos de la actividad experimental, cuando se distrae la atención en procedimientos de medición engorrosos. En el caso de los cronómetros existe la desventaja de que el tiempo de respuesta para accionar el aparato, es comparable con el tiempo de duración del experimento, sin embargo puede emplearse si el experimento no tiene por objetivo los valores reales de magnitudes; en el caso de usarse se sugiere que se hagan varias mediciones del evento reproducido en las mismas circunstancias y que las mediciones la realice la misma persona para que el error sistemático sea el mismo.

Con la idea de tomar en cuenta otras alternativas, en las actividades experimentales en que se requiere medir tiempos, se muestra una manera muy simple que solo requiere de un poco de ensayo por parte de uno y de los alumnos, que es usar la mano para marcar una unidad de tiempo, golpeando de manera sistemática la mesa de trabajo, siempre y cuando no sea relevante conocer las magnitudes reales, como velocidad y cambios de velocidad, por ejemplo, y sólo haya que caracterizar el movimiento.

Otra alternativa es, cuando los alumnos disponen de una video cámara, que reproduzca cuadro por cuadro, puede usarse como recurso en el análisis de movimiento.

Apéndice B.

¿Cómo transforma el organismo humano la energía a partir de alimentos?

Paralelo al desarrollo de contenidos, se sugiere la investigación de situaciones problematizadoras, propuestas en los programas en la columna de estrategias de enseñanza-aprendizaje. Dicha sugerencia tiene como fin motivar al alumno en la investigación en esta asignatura, planteando preguntas, relacionadas con el contexto del alumno, es decir, de interés cotidiano, de repercusión social etc., bajo la suposición de que el contexto es elemento de motivación. La respuesta a una pregunta tal, no es inmediata, sino que requiere de un proceso de investigación. Para ejemplo de ésta, se describe la investigación a realizar al plantearse las preguntas,

¿Cómo transforma el organismo humano la energía a partir de alimentos?

¿Puede el organismo humano considerarse una máquina térmica?

Para el desarrollo de esta propuesta se tomó en cuenta que el alumno tiene dos cursos previos de Química al de Física I en los cuales adquieren las nociones básicas de el proceso de combustión como ejemplo de los cambios energéticos en los procesos químicos. En el mismo semestre en que llevan Física I, cursan Biología I, en el que se les da a conocer el proceso de respiración como un proceso de conservación.

Lectura basada en:

- Introducción.
- Procedimientos para obtener calores por combustión de alimentos en bomba calorimétrica y por combustión directa.
- ¿Por qué calor por combustión y no calor de combustión?
- ¡Tiempo de expresar los valores energéticos asociados a alimentos en kilojoules!
- ¿Por qué los químicos al referirse a los valores energéticos asociados a alimentos hablan de entalpía de combustión.
- Resultados experimentales de calores por combustión de la tortilla, obtenidos en bomba calorimétrica y por combustión directa.
- Oxidación de alimentos en el organismo.
- El organismo humano, ¿una máquina térmica? similitudes, diferencias y riesgos en el uso de la analogía.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Introducción

Se tiene por experiencia que al quemar un combustible se interpreta que se transforma energía. El hombre utiliza la energía procedente de combustibles para realizar sus trabajos. Mediante la combustión de estos productos se realiza una transferencia de calor, utilizándolo para calentar agua, producir vapor y

mover un turbogenerador para obtener electricidad o simplemente mueva una aspa que levante objetos.

En general las personas edifican el concepto de energía al satisfacer necesidades mediante el uso de combustibles, carbón para calentar agua y producir vapor, aceite para motores, **comida para el hombre**,... por lo que es válido asociar el alimento como combustible del organismo y como base de energía para el cuerpo humano, es decir, tanto combustibles fósiles, (gasolina, petróleo...), como alimentos nos proveen de energía.

En libros de texto se hacen analogías sobre el alimento para el organismo, como el combustible para máquinas, sin embargo, para el alumno no es tan evidente asociar las características conocidas de combustibles fósiles a los alimentos, como la combustión de éstos. En esta misma analogía queda implícita la asociación de organismo como máquina, particularmente en algunos libros de texto se hace la analogía de organismo con una máquina térmica.

Procedimientos para obtener calores por combustión de alimentos en bomba calorimétrica y por combustión directa.

Los valores energéticos de alimentos se obtienen mediante un proceso análogo al de un combustible fósil, quemándolos.

La combustión de un alimento se lleva a cabo en una bomba calorimétrica, (fig. 1 y fig. 2), la cual es un cilindro de acero provisto de una tapa con tornillo ajustado por gas.

En su interior posee una taza en la cual se coloca 1 g de alimento en una atmósfera de oxígeno puro con una presión de 25 atm. La ignición se realiza por medio de una corriente eléctrica, la cual permite que se lleve a cabo la combustión en forma de explosión.

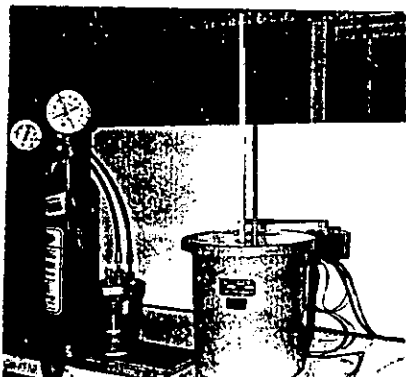


Figura 1. Bomba calorimétrica.

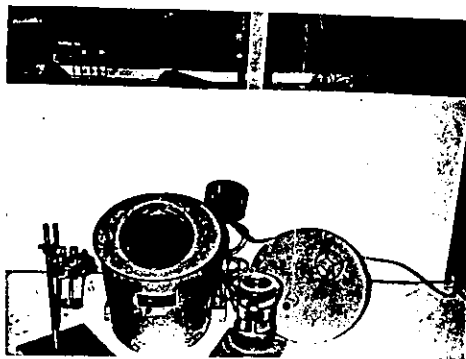


Figura 2. Componentes de la bomba calorimétrica.

También pueden realizarse actividades simples en el laboratorio de clases quemando directamente el alimento, fig.3, aunque los valores obtenidos están muy por debajo de los presentados en tablas de textos, la actividad experimental es muy útil para ilustrar que el alimento es un combustible, es decir, quemando un trozo de tortilla seca se puede calentar agua.

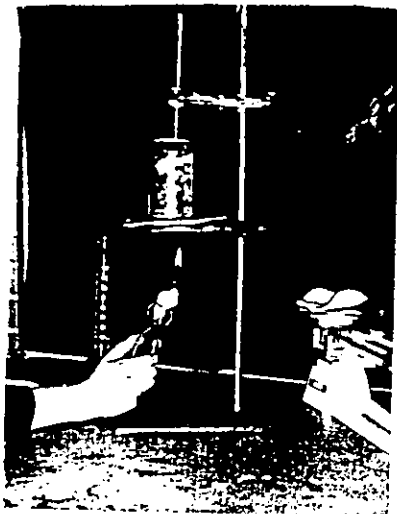


Figura 3. Combustión de un trozo de tortilla.

¿ Por qué calor por combustión y no calor de combustión?

Los valores energéticos asociados a alimentos en diferentes textos, se expresan en términos del calor de combustión (H), que es la cantidad de energía transferida por calor por unidad de masa, ó de volumen cuando una sustancia se quema por completo en oxígeno. $H=Q/m$, (kJ/g).

Sin embargo, el nombre de calor de combustión sugiere de manera implícita que el calor está contenido en el combustible, y dado que se quieren superar estas ideas se sugiere usar **calor por combustión**.

Como suposición fundamental, (primera ley de la termodinámica), se tiene que la energía química transformada en la combustión del alimento, se transfiere íntegramente por calor Q , a otro sistema, a presión constante. De manera que, con la ecuación de capacidad térmica específica, a presión constante, usado en el método de mezclas en calorimetría, $c_p = Q/(m\Delta t)$, se obtiene que el calor transferido es:

$$Q_{\text{transferido}} = m_{\text{sistema}} c_p \text{ sistema } \Delta t$$

Como el sistema al que se transfiere la energía es agua, entonces:

$$Q_{\text{transferido}} = m_{\text{H}_2\text{O}} c_p \text{ H}_2\text{O } \Delta t$$

c_p capacidad térmica específica del agua es un valor conocido encontrado en tablas en libros de texto.

El valor de H , se obtiene con la ecuación anterior y el valor de la masa del alimento quemado.

Se sugiere que $Q_{transferido}$, sea expresado en kilojoules, (kJ).

¡ Tiempo de expresar los valores energéticos asociados a alimentos en kilojoules!

Cabe mencionar que la caloría alimenticia, (C), es diferente a la caloría, (c), definida en Física. Una Caloría alimenticia es igual a 1000 calorías, por ejemplo, si una persona requiere al día 2000 Calorías que las obtiene por alimentos para realizar sus actividades, el equivalente son 2000 000 de calorías, o bien 2000 kc. Estas unidades de energía son residuos históricos que provienen de la antigua idea según la cual el calor era un fluido invisible llamado calórico. Hoy empleamos el concepto de calor cuando hablamos de transferencia de energía por lo que se sugiere adoptar el Sistema internacional de unidades, (SI), en el que la cantidad de calor se mide en joules. Ya varios productos comerciales expresan sus contenidos energéticos en kJ, fig.4.



Figura 4. Productos comerciales con valores energéticos expresados en kJ. Figura obtenida del texto de Física, (Wilson, 1996).

¿Por qué los químicos al referirse a valores energéticos asociados a alimentos hablan de entalpía de combustión?

El considerar c_p , capacidad térmica específica a presión constante, tiene que ver con los efectos reales, al calentar una cantidad de agua, (a temperaturas mayores de 4 °C). Al calentar, agua, la energía transferida por calor, incrementa su temperatura y por tanto su energía interna, pero además existe un aumento de volumen de esta cantidad de agua, lo que implica que se realiza un trabajo sobre la atmósfera que le circunda, el trabajo es muy pequeño y en general, para fines prácticos no se toma en cuenta. **Sin embargo, hablando con precisión, la energía transferida por calor a una cantidad de agua es el cambio de energía interna en la cantidad de agua menos el trabajo que realiza esta sobre el aire circundante.** La consideración de trabajo en este proceso involucra el concepto de **entalpía**, es decir, el cambio de entalpía de un sistema termodinámico, es igual al cambio de energía interna, menos el trabajo que realiza el sistema. Por ello, los químicos cuando hablan de contenidos energéticos de alimentos asocian el concepto de **entalpía de combustión**.

¿Cuál es mayor, c_p o c_v ?

Para hacer la distinción supóngase, una cantidad de aire encerrado en una jeringa, cantidad a la cual se quiere elevar a cierta temperatura. El recipiente puede calentarse a volumen constante o a volumen no constante, dejando que se mueva el émbolo. En este último, el aire al calentarse, incrementa su temperatura y por tanto su energía interna, pero además se expande y realiza trabajo, por lo que se requiere quemar más combustible para llevarlo a la temperatura deseada. Si el aire se calienta a volumen constante, implica únicamente aumento de energía interna, y quemar menos combustible para lograr la temperatura deseada.

Por lo tanto, c_p está relacionado con la entalpía del sistema y c_v con la energía interna del sistema, representando el primero un valor mayor que el segundo.

Resultados experimentales de calores por combustión de la tortilla, obtenidos en bomba calorimétrica y quemada de manera directa.

En bomba calorimétrica:

17.47 kJ/g, esto implica que una tortilla completa de 16 g tendrá 280 kJ/g, (aproximadamente 70 Calorías alimenticias).

En actividades experimentales realizadas con alumnos:

4.3 kJ/g evidentemente este resultado difiere de los presentados en las tablas, debido a las características del dispositivo experimental, en el cual, en el proceso de transferencia de energía por calor, parte se radia al medio ambiente, otra parte calienta el contenedor del agua y sólo aproximadamente el 25% modifica la entalpía del sistema.

El método de combustión empleado en bomba calorimétrica, es el empleado para realizar las tablas de valores energéticos que conocemos en nuestras actividades de nutrición, tabla 1.

Tabla 1. Valores energéticos asociados a alimentos. Obtenida del texto de Química, (Garriz A. & Chamizo J. A., 1994)

Alimento	kJ/100g
Espinaca cruda	110
Papa cocida	390
Jitomate	92
Frijoles cocinados	494
Carne magra de res, a la brasa	766
Manteca de cerdo	3770
Chuletas de puerco, a la brasa	715
Bacalao	326
Grano de trigo, duro	1380
Pan blanco	1125
Harina para pastel	1523
Leche entera	272
Helado	866
Huevo	682
Manzana	243
Plátano	356
Nueces	2882

Oxidación de alimentos en el organismo.

Las funciones articuladas del organismo es lo que identificamos como metabolismo humano, el cual es un conjunto de procesos de transformación de energía, realizados por mecanismos moleculares a temperatura constante y baja. Estos mecanismos se realizan a nivel celular por lo que, al hablar de organismo, podemos referirnos a su unidad fundamental, la célula, por lo tanto lo anterior equivale a preguntar,

¿Cómo las células transforman la energía?

Las células características del cuerpo humano, (heterotróficas), requieren un suministro de combustibles preformado tales como carbohidratos, proteínas y grasas. La principal fuente de energía la constituyen los carbohidratos los cuales se presentan en forma de sacarosa, (azúcares), almidones y celulosa, éstos durante la digestión se desdoblán en glucosa. El combustible preformado se obtiene mediante células características de plantas verdes, (autótrofas), las cuales mediante el proceso de fotosíntesis obtienen la energía a partir de la luz del Sol, (fig. 5). La molécula de glucosa, (producto final de la fotosíntesis), es considerada un almacén de energía solar empaquetada en su configuración molecular.

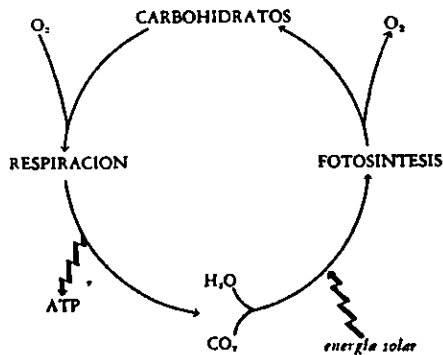


Figura 5. Ciclo de transformación de energía en fotosíntesis y respiración. Figura obtenida del artículo, *Cómo las células transforman la energía* de Lehninger A., (17).

Las células, (heterotróficas), transforman la energía de los enlaces químicos de moléculas orgánicas mediante la oxidación esencialmente de glucosa en el proceso de respiración, usando oxígeno molecular.

La energía extraída al romper cuidadosamente la molécula de glucosa se conserva en el enlace de una molécula identificada como adenosin trifosfato, (ATP), la cual transporta la energía de los alimentos a todos los procesos de la célula que requieran energía.

De esta manera, las células utilizan la energía para realizar trabajo biológico, (mecánico, eléctrico, químico y osmótico), y desprenden a la atmósfera bióxido de carbono, (fig.6).

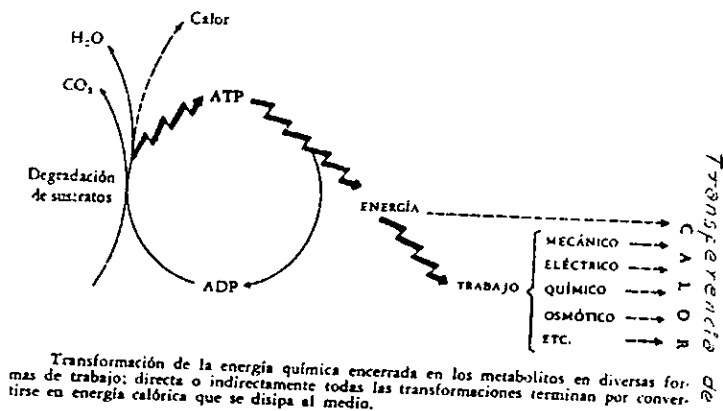


Figura 6. Obtenida del artículo, Cómo las células transforman la energía de Lehninger, (17).

La cantidad total de energía utilizable contenida en una molécula de glucosa puede determinarse mediante la combustión de una muestra en el laboratorio mediante la bomba calorimétrica.

Puede mostrarse que la oxidación de una molécula de glucosa produce seis moléculas de agua y seis moléculas de anhídrido carbónico, con una transferencia de energía de 2284.2 kJ por cada molécula gramo, (es decir, 180 g de glucosa).



En el organismo, la oxidación gradual de glucosa, se realiza de tal modo que gran parte de la energía transformada, se recupera en la formación de moléculas de ATP. Al final más del 50% de la energía disponible se recupera en forma de enlaces fosfato (ATP).

La oxidación de la glucosa en la célula se realiza en dos fases fundamentales.

En la primera etapa llamada glucólisis, se realiza la rotura de la molécula de seis carbonos de la glucosa en dos moléculas tricarbonadas de ácido láctico. La serie de reacciones que conforman esta etapa, tienen por objeto extraer la energía química de la molécula y no simplemente romperla en dos. Finalmente la rotura, produce dos moléculas de ácido láctico y dos nuevas moléculas de ATP.

En el proceso se obtienen 38 moléculas de ATP, con una energía de enlace promedio asociada de 41.8 kJ por molécula. lo que implica que la energía transformada al oxidarse una molécula de glucosa en el organismo es de 1588 kJ.

En este proceso, de oxidación, la recuperación de energía disponible rebasa el 50% en rendimiento, mucho más favorable que los rendimientos obtenidos en máquinas térmicas cuyas transformaciones de calor en energía eléctrica o mecánica fluctúan del 30% al 40%.

Pero, ¿Puede el cuerpo humano compararse con una máquina térmica?

Organismo humano, ¿una máquina térmica?

¿En que se fundamenta la comparación del cuerpo humano con una máquina térmica?

Similitudes y diferencias.

Una máquina térmica y el organismo, como sistemas que realizan trabajo, ambas requieren de combustible, sin embargo, una máquina térmica opera con diferencia de temperatura, lo que implica una transferencia de energía por calor y con ello la realización de trabajo. en cambio en el organismo, el proceso de oxidación se realiza a temperatura constante por lo que no hay transferencia de energía por calor asociado a la realización de trabajo.

La transformación de energía en la combustión como en la oxidación tienen el mismo principio, ya que se realizan mediante mecanismos moleculares. La diferencia radica en la velocidad con que se realizan. La combustión es violenta y la reacción se mantiene por sí sola una vez que ha comenzado; en cambio, la oxidación es un proceso lento y controlado, de manera que la energía se transforma de acuerdo a los requerimientos del organismo, fig. 7.

¿Cómo se transforma la energía a partir de alimentos en una bomba calorimétrica y dentro del organismo?

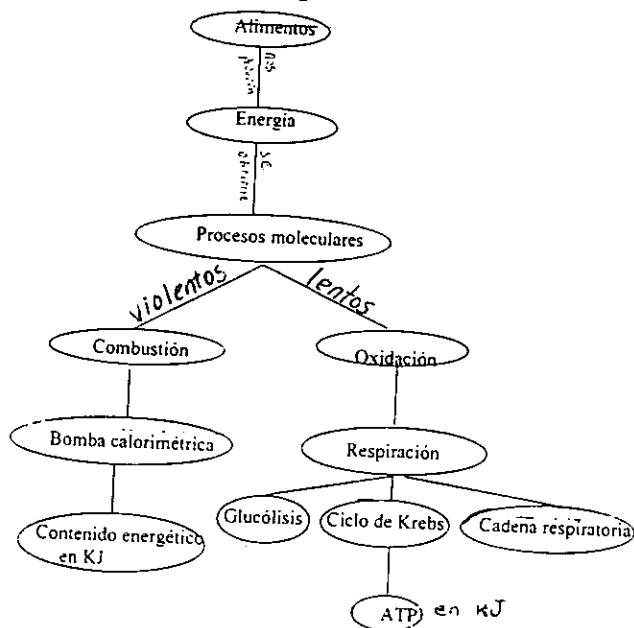


Figura 7. Esquema comparativo entre los procesos de combustión y oxidación.

Riesgos de comparar el organismo con una máquina térmica.

Los seres humanos efectúan trabajo al caminar, correr levantar un objeto, etc, para realizarlo se requiere la energía que el organismo obtiene al transformar la energía potencial química de los alimentos. Para actividades antes mencionadas se asocia el concepto de eficiencia muscular, (E), como el cociente del trabajo mecánico realizado y la energía suministrada al cuerpo por alimentos. Se ha verificado que la eficiencia muscular en el trabajo mecánico es aproximadamente del 20%, ($E= 0.2$).

Ahora bien,

Supongamos que "el organismo humano es una máquina térmica" cuya eficiencia muscular es de 0.2 y opera a temperatura ambiente, (20°C), como depósito a menor temperatura, $T_f= 293 \text{ }^{\circ}\text{K}$.

De la ecuación de eficiencia térmica para una máquina de Carnot, se obtiene T_c , que corresponde al depósito de mayor temperatura, es decir,

$$N=1-(T_f/T_c), T_c = -T_f/(N-1), \text{ por lo tanto, } T_c= -293 \text{ }^{\circ}\text{K} / (0.2-1) = -293^{\circ}\text{K} / -0.8 = 366 \text{ }^{\circ}\text{K}.$$

Esto implica que el organismo humano no puede ser este depósito, ya que tendría que ser una caldera "muy ardiente" a $93 \text{ }^{\circ}\text{C} = 366 \text{ }^{\circ}\text{K}$, y sabemos que su temperatura normal es de $37 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Por lo que se descarta la hipótesis de que sea máquina térmica.

Conclusiones:

Las similitudes antes mencionadas, podrían justificar la analogía que comunmente se hace del organismo con una máquina, pero, evidentemente no sería térmica.

Sin embargo, el organismo realiza un conjunto de transformaciones de energía, dentro de los confines de las leyes de la termodinámica, por lo que si se insiste en llamarle máquina, ¿qué tal? máquina BIOQUÍMICA.

Bibliografía:

1. Wilson, College Physics, United States of América. Prentice Hall. 1994.
2. Lehninger, Principles of Biochemistry. United States of América. Woort Publishers. 1993.
3. Rogers Eric M., Physics for the inquiring mind. United States of América. Princeton University Press. 1960.
4. Giancoli, Física. México. Prentice Hall. 1994.
5. Hewitt Paul G, Física Conceptual. México. Addison-Weslwy-Iberoamericana. 1995.
6. Wilson, Física. México. Prentice Hall. 1996.
7. A. Garritz y J.A. Chamizo, Química. México. Addison-Wesley-Iberoamericana. 1994.

8. Lehninger, Bioquímica, las bases moleculares de la estructura y función celular. Barcelona. Ediciones Omega, S.A. 1985.
9. Smoot, et al., Química, un curso moderno. Merrill. 1988.
10. Wilson, Física con aplicaciones. México. Mc Graw Hill. 1991.
11. González Peña Abigail, Biología molecular y celular. México. Trillas.
12. Laguna Piña, Bioquímica. México. La prensa médica mexicana. 1979.
13. Tippens. Física básica. México. Mc. Graw Hill. 1991.
14. Jean-Pierre Regnault. Bioenergétique, nutrición, digestión. Décaire, editeur Montréal.
15. Lehninger Albert L., Cómo las células transforman la energía. Scientific American, sept., 1961.
16. Alvarenga B. y Máximo A., Física General. México. Harla. 1976.

Apéndice C.

El Sol como fuente primaria de energía.

- Características físicas del Sol.
- Transformaciones energéticas en el Sol.
- Medición de la intensidad de radiación solar.
- Camino de la energía solar.
- Bibliografía.

Características físicas del Sol.

El Sol es una estrella típica que sólo difiere de las demás por estar muy cerca de la Tierra, lo que permite una detallada investigación de sus características en la "superficie". Puesto que el Sol proporciona el calor y la luz que hacen posible la vida en la Tierra, la investigación de él, constituye una de las ramas más importantes de la Astronomía.

El Sol es una enorme esfera de gases ionizados, con las siguientes características:

- Diámetro de 1.392×10^9 m (109 veces el de la Tierra).
- Masa de 1.989×10^{30} kg (332000 veces la de la tierra)
- El volumen es de 1.41×10^{27} m³ (1 300 000 veces mayor al de la tierra).
- Aceleración de la gravedad en la superficie del Sol de 2.74×10^2 m/s² (27.9 veces mayor que la de la tierra). Esto implica que si mi peso aquí es de 725.2 N, hipotéticamente hablando, en la superficie solar sería de 20233.1 N.
- Densidad de 1.409 kg/m³ (la cuarta parte de la densidad de la tierra).
- La distancia media Sol-Tierra es de 149.6×10^9 m, la cual se identifica como una unidad astronómica (1 UA).
- Temperatura de 5800 K en la "superficie" hasta aproximadamente 15×10^6 K en las regiones centrales.

Entre estos límites no pueden existir los compuestos químicos por oxidación, es decir, es imposible que se produzcan las ordinarias reacciones químicas conocidas hasta ahora.

¿Cómo el Sol puede mantener por tanto tiempo una temperatura tan alta?

Si bien la temperatura del Sol, durante mucho tiempo fue un gran misterio, la cantidad de energía que emite por unidad de tiempo, (3.8×10^{23} kW), fue la característica solar que causó mayor desconcierto entre los astrónomos. Esta cantidad gigantesca de energía causó complicaciones ya que no se conocía ningún proceso químico ni físico que pudiera mantener al Sol brillando, sin variaciones, por miles de millones de años, con ese inmenso derroche de energía por segundo.

Durante este siglo se aclaró el misterio, Cuando Albert Einstein planteó que masa y energía son dos formas equivalentes relacionadas por la ecuación $E=mc^2$.

Poco tiempo después se propuso que la fuente de energía del sol y las estrellas debía ser la conversión de masa en energía, aunque no se entendía aún el proceso exacto. Posteriormente (1938) se planteó una reacción nuclear que explica esta transformación.

Transformaciones energéticas en el Sol.

La temperatura en el centro del Sol es tan alta que los choques entre los átomos son muy violentos, de manera que, los átomos de hidrógeno han perdido sus electrones (están ionizados). El núcleo de un átomo de hidrógeno está constituido por un protón. Sabemos que dos protones se repelen con una fuerza eléctrica que puede ser muy intensa a pequeñas distancias, sin embargo a una temperatura superior a los 10 millones de grados, las velocidades de los protones son tan altas, que esporádicamente se encuentran violentamente dos protones y se acercan lo suficiente para que entre ellos opere la fuerza de atracción nuclear, que a distancias pequeñísimas es mucho más poderosa que la fuerza electrostática.

A 15 millones de grados se cree que se llevan a cabo reacciones nucleares identificadas como, ciclo del carbono y las reacciones protón-protón, ambas tienen como resultado final, la transformación de cuatro núcleos o protones de hidrógeno, en un núcleo de helio. Con el antecedente de que el elemento principal en el Sol es hidrógeno (92%) relativamente con pocas cantidades de elementos más pesados, se considera que la reacción principal en el Sol es la fusión de grupos de cuatro núcleos de hidrógeno para originar un átomo de helio (ciclo protón-protón).

Este ciclo consiste en lo siguiente:

Cada fusión nuclear comprende una secuencia de tres colisiones entre núcleos de átomos. Las etapas suceden en intervalos de tiempo distinto, debido a la propia naturaleza de los núcleos, los cuales son más propensos de chocar unos con otros.

La primera colisión es probable que afecte a un núcleo atómico una vez cada 14000 millones de años; la segunda cada 6 segundos y la tercera cada 1000000 de años. Aún cuando los intervalos parecen muy largos, el número de partículas en el Sol es inmenso, por lo que cada colisión se realiza con regularidad, en un continuo proceso de fusión.

En la primera colisión, dos protones se fusionan violentamente para convertirse en el núcleo de un isótopo del hidrógeno, el deuterio. Dos fragmentos de material sobrante llevan gran cantidad de impulso y electricidad, el neutrino y el positrón, figura 1.

El núcleo de deuterio que se forma, consiste de un protón y un neutrón y aunque la masa es casi el doble de la masa de los protones simples, su capacidad de interactuar es mayor, de manera que en la primera oportunidad atrapa un núcleo de hidrógeno que se mueva a su alrededor. De esta unión se obtiene un isótopo del helio de menor peso, el helio 3, con un núcleo compuesto de dos protones y

un neutrón. Durante la colisión de éstos se genera una forma de energía radiante, los rayos gamma, figura 1.

En la tercera y última colisión de fusión, el helio 3 colisiona con otra partícula en las mismas condiciones, es decir, otro isótopo de helio (helio 3), con lo cual se obtiene un núcleo normal de helio 4 con dos protones y dos neutrones, dejando en libertad dos protones, figura 1.

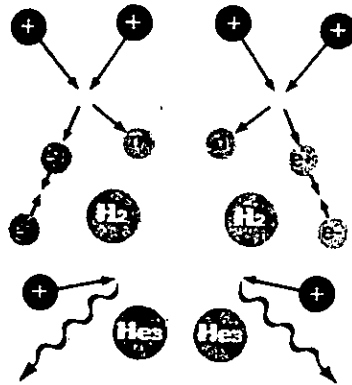
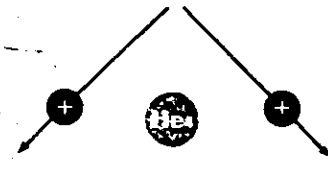


Figura 1. Ciclo protón-protón.

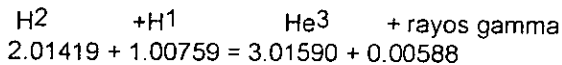
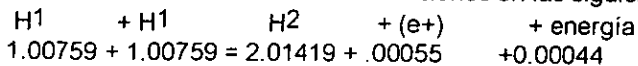


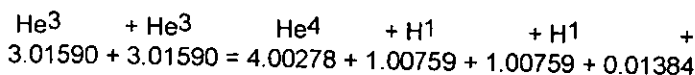
Como la masa del helio es algo menor que la de los núcleos de hidrógeno, del cual está formada parte de la masa se convierte en energía, de manera que la energía despedida principalmente en forma de calor y de luz, se origina en esta reacción nuclear.

Cuando la materia es transformada en energía, basta una pequeña masa para liberar grandes cantidades de esta, lo cual explica la larga vida del Sol y su tremenda producción de energía.

Se debe recordar que pese a la enorme temperatura, la reacción nuclear es muy, pero muy poco probable, de aquí que el Sol es un gigantesco altoparlante nuclear autocontrolado, y no una bomba de hidrógeno.

A continuación se describen las reacciones en las siguientes ecuaciones:





En esta reacción protón-protón puede observarse que el resultado final es la transformación de cuatro núcleos o protones de hidrógeno con una masa nuclear combinada de 4.03036 unidades, en un núcleo de helio con una masa de 4.00278 unidades. La diferencia que es de 0.02758 unidades se transforma de masa a energía. En esta reacción, se pierden aproximadamente, siete décimas partes del 1% de la masa. Por lo tanto, aunque una estrella siga radiando hasta haber transformado todo su hidrógeno, la masa de la estrella, en este caso la del Sol, no disminuirá sensiblemente.

¿Cuanta energía por unidad de tiempo es transformada ?

Un kg de hidrógeno puro se transforma en 0.993 kg de helio puro y 0.007 kg se transforman a energía lo cual implica 6.3×10^{14} J. Esto significa que el Sol esta transformando 6×10^{11} kg/s de los cuáles 4.2×10^{11} kg se transforman en energía, es decir, se obtienen 3.8×10^{26} J.

Medición de la intensidad de radiación solar.

La medida del total de la cantidad de radiación emitida por el Sol puede obtenerse exponiendo un disco de metal ennegrecido a la radiación que llega del Sol y midiendo su cambio de temperatura se puede determinar cuanta energía se recibe por metro cuadrado a la distancia a la que está la Tierra del Sol , y repitiendo las mediciones cuando el Sol se halla en alturas distintas se obtiene un valor aproximado de la radiación que se pierde cuando las radiaciones pasan a través de la atmósfera terrestre.

Con este método se ha calculado que una superficie de un metro cuadrado, colocado perpendicularmente a la incidencia de la radiación solar fuera de la atmósfera terrestre y a la distancia media de la Tierra al Sol, recibe 8.1×10^4 J/min o bien 1350 J/s. Aunque este valor es ligeramente variable recibe el nombre de constante solar.

Nosotros podemos realizar la siguiente actividad experimental. Se expone un recipiente de metal ennegrecido, con una cantidad conocida de agua a la radiación que llega del Sol y se mide el cambio de temperatura y el área sobre la cual incide la radiación solar. Considerando que el cambio de energía interna del sistema agua es "igual" a la energía transferida por calor al recipiente, calculamos la cantidad de energía por segundo y por metro cuadrado que se recibe.

Para calcular la energía total radiada por el Sol, considere una esfera con su centro en el Sol y de radio igual a la distancia media del Sol a la Tierra, ésta tendrá una área superficial de $2.8 \times 10^{23} \text{m}^2$, por lo que el Sol debe estar radiando energía suficiente para que cada metro cuadrado de esta esfera reciba 1350 J/s.

Por consiguiente el Sol debe estar radiando a razón de $3.79 \times 10^{26} \text{ J/s}$. Dividiendo la radiación total por el área de la superficie del Sol ($6 \times 10^{18} \text{ m}^2$), se obtiene que cada metro cuadrado de la superficie solar radia $6.23 \times 10^7 \text{ J/s}$.

Caminos de la energía solar.

¿Qué sucede con toda esta energía? ¿Cuánta recibe la tierra?
 ¿Cuáles son los caminos de la energía solar?

La cantidad radiante que nos llega del Sol es de aproximadamente $178 \times 10^{15} \text{ J/s}$, 15 000 veces la cantidad de energía que la humanidad emplea.

De esta cantidad, el 20% se refleja inmediatamente al espacio. Otro 50% se absorbe y luego es reirradiado. El 30% restante genera los vientos, impulsa el ciclo hidrológico y promueve la fotosíntesis, esta última corresponde sólo al 0.06% de la radiación que incide sobre la superficie, ver figura 2.

Aunque en la actualidad dependemos de fuentes de energía no renovables (petróleo, carbón, gas, uranio), la luz solar nos provee diariamente de una enorme cantidad de energía renovable. Hoy empleamos aproximadamente $1 \times 10^{12} \text{ J/s}$ proveniente de estas fuentes renovables, proporción que habrá que incrementarse mediante la reducción de los costos de producción y con el cuidado que merece el medio ambiente.

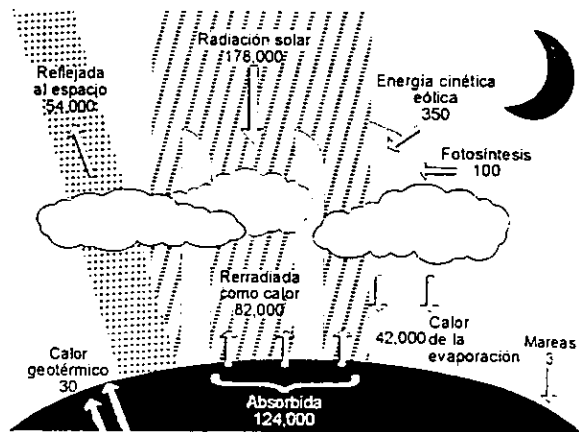


Figura 2. Cantidad de energía radiante que llega del Sol a la superficie terrestre. Figura obtenida del texto, Química de Garritz & Chamizo, (8, p-570).

Cuando la energía que proviene del Sol, llega a la Tierra sigue muchos caminos diferentes, cambiando constantemente de una forma a otra. A continuación se describen algunos de estos caminos.

1º Una cantidad muy pequeña de esta energía, llega a las plantas, las cuáles funcionan como una planta que purifica el ambiente.

Estas, mediante la luz del Sol transforman el aire que exhalamos los demás seres vivos, (el cual no es útil para respirar) en aire purificado.

2º Las plantas mediante luz del Sol, bióxido de carbono y agua llevan a cabo el proceso de fotosíntesis, cuyo resultado final es la glucosa, la cual a su vez, es el sustrato que el organismo emplea (mediante transformaciones fisicoquímicas), para crecer, trabajar, jugar, etc, ver figura 3.

3º El petróleo, proviene de plantas que existieron hace millones de años (residuos fósiles) y que también recibieron y utilizaron la energía que proviene del Sol.

En la combustión del petróleo o algunos de sus derivados como la gasolina, liberan energía que salió del Sol hace mucho tiempo.

El motor de un coche, transforma la energía obtenida en la combustión de la gasolina en energía de movimiento del coche (Energía química a energía mecánica). La energía siempre está cambiando de una forma a otra, pero esta alguna vez vino del Sol.

4º Los árboles al igual que las plantas, requieren la energía del Sol para vivir, de manera que cuando encendemos una fogata, la energía liberada en la combustión de la leña, ya transformada, alguna vez fue energía del Sol.

Evidentemente estos son sólo algunos ejemplos que se muestran para evidenciar la importancia de la energía que proviene del Sol, es decir, el Sol es una fuente primaria de energía.

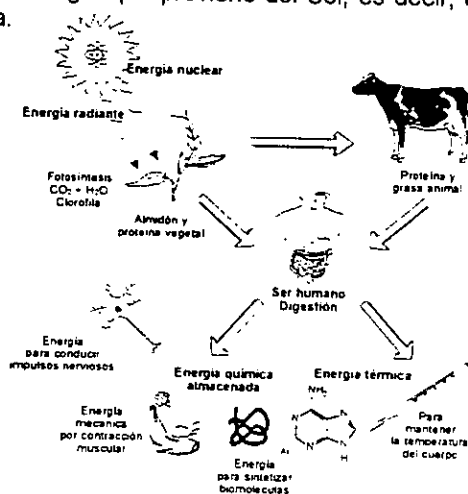


Figura 3. Un camino de transformación de energía solar. Figura obtenida del texto, Química de Garritz A. & Chamizo J. A., (8).

Para resumir, con una pregunta : ¿Qué sucede si se apaga esa estrella que llamamos Sol?

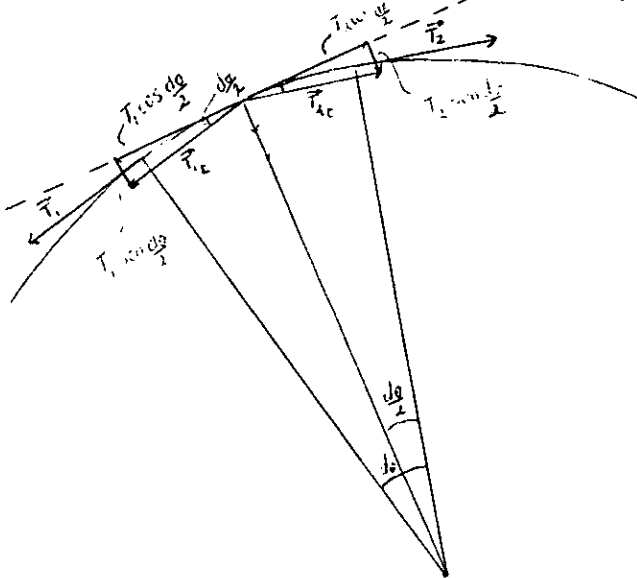
Bibliografía:

Título	Autor	Editorial.
1.- El nuevo cosmos	Albrecht Unsold	Siglo veintiuno editores.
2.- Astronomía	Theodore G. Mehlín	C.E.C.S.A.
3.- Astronomía Contemporánea	José maza	Editorial Universitaria.
4.- Exploration of the Universe	Abell Morrison W.	Saunders College Publishing.
5.- El Universo	David Bergamini	Colección de la naturaleza Time-Life.
6.- Física	Alonso/Rojo	Addison-Wesley Iberoamericana.
7.- Química Iberoamericana.	A. Garritz y J. A. Chamizo	Addison-Wesley

Apéndice D.

Solución al problema un globo infla a otro.

Para el globo más grande, se calcula la componente de la resultante neta dirigida hacia el centro de dos tensiones consideradas en un área superficial muy pequeña.



Se supone:

$$|T_1| = |T_2|$$

La componente paralela es:

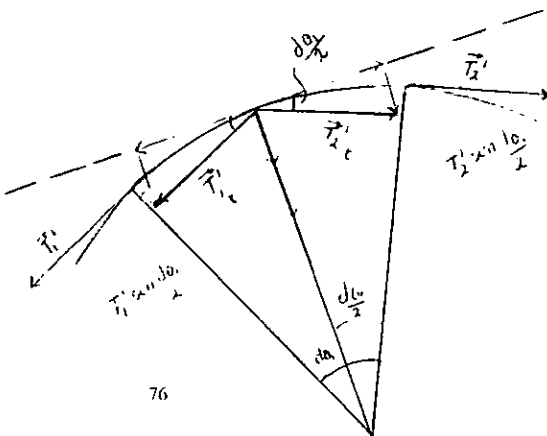
$$-T_1 \cos d\theta / 2 + T_2 \cos d\theta / 2 = 0$$

ya que tienen la misma magnitud, misma dirección pero sentido contrario.

La componente neta hacia el centro es:

$$T_1 = T_1 \sin d\theta / 2 + T_2 \sin d\theta / 2$$

Ahora bien, para el globo más pequeño se hace un análisis similar al anterior pero se supone el valor de los módulos de las tensiones iguales a las consideradas en el globo grande. Esta suposición, implica que la longitud del arco comprendida entre las dos tensiones es igual pero el ángulo en consideración es más grande en el globo más pequeño, $d\theta_1 > d\theta$.



Suponemos:

$$|T_1| = |T_1'| \text{ y } |T_2| = |T_2'|$$

La componente neta hacia el centro es:

$$T_1 = T_1' \sin d\theta_1 / 2 + T_2' \sin d\theta_1 / 2$$

Como el módulo de las tensiones en ambos globos se supone igual, la ecuación anterior queda como:

$$T_1 = T_1 \sin d\theta_1 / 2 + T_2 \sin d\theta_1 / 2$$

Para comparar las componentes de las tensiones en ambos globos, se tiene:

$$\frac{T_1}{T_1'} = \frac{T_1 \sin d\theta / 2 + T_2 \sin d\theta / 2}{T_1 \sin d\theta_1 / 2 + T_2 \sin d\theta_1 / 2} = \frac{T_1 d\theta / 2 + T_2 d\theta / 2}{T_1 d\theta_1 / 2 + T_2 d\theta_1 / 2} = \frac{(T_1 + T_2) d\theta / 2}{(T_1 + T_2) d\theta_1 / 2} = \frac{d\theta / 2}{d\theta_1 / 2}$$

Se toma en cuenta que para ángulos muy pequeños el $\sin d\theta = d\theta$

Como $d\theta_1 > d\theta$ también, $d\theta_1 / 2 > d\theta / 2$ y,

$$\frac{T_1}{T_1'} = \frac{d\theta / 2}{d\theta_1 / 2} < 1$$

De aquí que, $T_1 < T_1'$ o bien, $T_1' > T_1$

Es decir, la componente de la resultante de las tensiones dirigidas al centro es mayor en el globo más chico.

Esto implica que la presión interna del globo más pequeño sea mayor que la presión interna en el globo más grande.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Albrecht Unsold, "El Nuevo Cosmos", México, Siglo Veintiuno Editores. 1977.
2. Alonso Marcelo & Rojo Onofre, "Física: Mecánica y Termodinámica", México. Fondo Educativo Interamericano. 1986.
3. Alvarenga B. & Máximo A., "Física General". México. Harla. 1993.
4. Arias Galicia Fernando y Pantoja Sánchez María Teresa, Planes y programas de estudio y objetivos educacionales, México, ECASA. 1990.
5. Bueche Frederic J. "Fundamentos de Física", México, Mc. Graw Hill. 1993.
6. Cetto K. Ana María et. Al., "El Mundo de la Física I", México. Trillas. 1990.
7. Freyre Rodríguez Arturo & Flores y Bermúdez Rosalina, "Una Aventura con las Partículas Elementales", México. Proyecto PAPIME-UNAM. 1997.
8. Garritz A. & Chamizo J. A., "Química", México. Addison-Wesley-Iberoamericana. 1994.
9. Giancoli, "Física", México, Prentice Hall. 1994.
10. Hewitt Paul G., "Física Conceptual", México. Addison- Wesley-Iberoamericana. 1995.
11. Hetch E., "Física en Perspectiva", México. Mc Graw Hill.
12. Hierro Graciela, "Naturaleza y fines de la educación Superior", UNAM-ANUIES.
13. Ingard U. & Krausharar W., "Introducción al estudio de la Mecánica, Materia y Ondas". España. Reverté. 1972.
14. Jean-Pierr Regnault, "Bioenergétique, nutrición, digestión". Décaire, Editeur Montreal.
15. Jiménez Emma y Ramírez Rafael, "La expansión del Universo: una estrategia de enseñanza". México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Física, V-12 N-2. 1998.
16. Kikoin A.K. & Kikoin I.K., "Física Molecular". Editorial Mir. Moscú. 1979.
17. Lehninger Albert L. "Cómo las células transforman la energía". Scientific American, sept. 1961

18. Lehninger, "Principles of Biochemistry". United States of América. Woortt Publishers. 1993.
19. Lehninger, "Bioquímica, Las bases moleculares de la estructura y función celular". Barcelona. Ediciones Omega, S.A. 1985.
20. Martínez Negrete Marco Antonio, "Exergía". México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Física, V-12 N-2. 1998.
21. Maza José, "Astronomía Contemporánea", México. Editorial Universitaria.
22. Morones G., "Prácticas de Laboratorio de Física", México, Harla. 1970
23. Morrison W. Abell, "Exploration of Universe", United States of América. Saunders College Publishing.
24. Murphy James T. Et. Al., "Física: Una ciencia para todos", México. Mc Graw Hill. 1990.
25. Regalado Francisco, "Manual para la elaboración de programas escolares". MIMEO ENEO-UNAM. 1990.
26. Resnick Robert & Halliday David, "Física", México. C.E.C.S.A.
27. Rogers Eric M., "Physics for the inquiring mind". United States of América. Princenton University Press. 1960.
28. Smoot et. Al., "Química, un curso moderno". México. Merrill. 1988.
29. Stollberg R. & Hill F., Física, "Fundamentos y Fronteras". México. Publicaciones Cultural S.A. 1984
30. Tagueña Parga Carmen et. Al., "Física", México. Santillana 1998.
31. Tapia Medina Graciela, Atp's: "Aprendizaje significativo", México, Editorial Santillana.
32. Theodore G. Mehlin, "Astronomía". México. C.E.C.S.A. 1980.
33. Tippens, "Física Básica". México, Mc Graw Hill. 1991.
34. Tippens Paul E., "Física, conceptos y aplicaciones", México. Mc Graw Hill. 1993.
35. Walker Jearl, "Física Reactiva", México, Noriega Limusa. 1990
36. Wilson, "College Physics", United States. Prentice Hall. 1994.

37. Wilson, "Física", México, Prentice Hall. 1996.
38. Wilson, "Física con aplicaciones", México. Mc. Graw Hill. 1991.
39. Zitzewitz Paul & Kramer Craig, "Prácticas de Física", México. Mc Graw Hill. 1994.
40. Zitzewitz Paul W. & Neft Robert F., "Física I", México. Mc Graw Hill. 1995.
41. Bondi H et. al., "El origen del Universo: teorías cosmológicas rivales". México. Fondo de cultura económica.1962.
42. Hewitt & Robinson. "Manual de laboratorio de Física". México. Addison Wesley Longman.1998.
43. Lovett Cline Bárbara. "Los creadores de la nueva Física". México. Fondo de cultura económica.1973

FÍSICA I, II, III y IV

INTRODUCCIÓN GENERAL

Consistentes con los objetivos del Colegio, los programas de las asignaturas de Física pretenden desarrollar en el alumno, de manera integrada y gradual, conceptos, destrezas, habilidades y valores que habrán de incorporarse a su manera de ser, hacer y pensar.

La primera parte contiene información común a las cuatro asignaturas de Física: en las secciones posteriores se indica lo específico de cada una.

1. UBICACIÓN DE LA MATERIA EN EL PLAN DE ESTUDIOS

1.1 Antecedentes de la materia en el Plan de Estudios del CCH (1971)

La única asignatura obligatoria, Física I, cursada en el primer semestre, comienza con una introducción al estudio de magnitudes, unidades, mediciones y gráficas; considera luego algunas propiedades generales de la materia tales como masa, peso y volumen, y propiedades características como densidad, dilatación, cambios de fase, solubilidad y separación de mezclas; en ocasiones se incluyen algunos elementos de cinemática. El plan anterior establece que el eje metodológico y el objetivo fundamental de Física I, Química I y Biología I es el conocimiento, manejo y aplicación del método científico experimental.

Como asignaturas optativas cursadas en el quinto y sexto semestres, Física II y Física III corresponden, respectivamente, a diversos temas de Mecánica y Termodinámica, de Electromagnetismo y Óptica.

1.2 Modificación, conservación o creación de la materia

Las asignaturas han sido modificadas en sus contenidos temáticos y además el número de asignaturas de Física aumenta a cuatro y cambia su ubicación dentro del plan curricular: Física I y II, con un enfoque cultural, son obligatorias en los semestres tercero y cuarto para todos los alumnos que cursan su bachillerato, mientras que Física III y IV, con un enfoque propedéutico, son optativas en los semestres quinto y sexto y comprenden, entre otras actividades, el desarrollo de proyectos de tipo interdisciplinario.

Como antecedente a las asignaturas de Física, en los semestres primero y segundo se cursan Química I y Química II, centradas en el concepto de reacción química, en donde se desarrollan algunos aspectos de la estructura atómica y molecular de la materia. En todas las asignaturas de Física se supone que el alumno ha cursado las correspondientes a Matemáticas que marca el Plan de Estudios.

1.3 Contribución de los objetivos de las asignaturas al perfil del egresado

Los programas de Física propician la consolidación de los aprendizajes básicos de la disciplina y su estructura se apoya en los siguientes ejes de desarrollo curricular:

Eje conceptual: se presenta un enfoque global e integrador, en donde se tratan los fundamentos de la Física Clásica y se incluyen algunos temas de Física Contemporánea.

Eje pragmático: se hace referencia a situaciones de interés para el alumno en relación con necesidades sociales de su entorno, tales como la conservación del ambiente y el desarrollo científico y tecnológico.

Eje metodológico: se establece una congruencia entre las estrategias metodológicas, los planteamientos y principios educativos propios del CCH, orientados al desarrollo de la actitud de investigación en el alumno.

Eje psicológico: se toma en cuenta el nivel de conocimiento de los alumnos al ingresar al Colegio y la comprensión actual de cómo construyen su conocimiento y desarrollan sus habilidades.

Acordes con los principios del Colegio de aprender a aprender, a hacer y a ser, las asignaturas de Física buscan desarrollar en el alumno una cultura científica a través de un aprendizaje experimental que promueva la curiosidad y favorezca la crítica, el rigor y la honestidad intelectual y contribuya a elevar su auto estima y a su formación con lo siguiente:

1. Mejorar su propia interpretación de los fenómenos naturales, es decir, ayudarle a aprender Física.
2. Promover sus habilidades experimentales y su hábito de buscar relaciones cuantitativas al analizar fenómenos físicos.
3. Permitirle alcanzar mayor madurez intelectual al fomentar la disciplina del trabajo ordenado y sistemático.
4. Desarrollar su capacidad para realizar aprendizajes independientes y significativos.

2. CONCEPCIÓN DE LA MATERIA

Los nuevos cursos de Física I y II tienen un enfoque esencialmente fenomenológico, basado en la experiencia de la vida y la experimentación en el aula-laboratorio, y cuantitativo, en donde se utilizan modelos matemáticos sencillos. Se busca motivar y hacer atractivo un estudio introductorio y global de la Física y mostrar algunas aplicaciones prácticas. Este enfoque pretende enseñar al alumno a racionalizar y sistematizar, así como capacitarlo gradualmente para que, a partir de la experimentación, la observación y la medición, pueda formalizar y aplicar su comprensión del mundo físico; por tales razones su enseñanza es altamente formativa a nivel bachillerato.

Las asignaturas de Física III y IV extienden y profundizan los dos cursos anteriores; son de carácter propedéutico y están destinadas a quienes habrán de seguir estudios superiores en las carreras de Física, Ingeniería o afines.

En tales cursos se proponen actividades de aprendizaje que incluyen el desarrollo y presentación de proyectos, ellos tienen la finalidad de fortalecer habilidades para la formulación de juicios críticos, fundamentar proposiciones de relaciones entre variables que representan a conceptos físicos, así como aprender a calcular soluciones e inferir conclusiones en situaciones que tienden a satisfacer propósitos de tipo vocacional para quienes utilizarán la asignatura en su capacitación y ejercicio profesional.

Estos proyectos se desarrollarán en forma paralela al curso y se presentarán, oral y por escrito, en exposición al resto de la clase al final de la unidad correspondiente; sirven para conectar lo visto en clase con aplicaciones prácticas de interés para el alumno, tomando en consideración su inclinación vocacional.

3. ENFOQUE DIDÁCTICO DE LAS ASIGNATURAS

El papel del profesor estará dirigido primordialmente, a satisfacer las siguientes funciones:

- Orientar el proceso de aprendizaje en torno a situaciones de interés para los estudiantes, promover la discusión y facilitar el planteamiento y resolución de problemas concretos que muestren las características explicativas y predictivas de la disciplina.
- Procurar que la generación, la confrontación de las ideas y la coordinación de las actividades de aprendizaje y de evaluación, se hagan sobre la base de las capacidades de los estudiantes.
- Guiar y supervisar el trabajo experimental y la derivación, comprensión y aplicación de modelos físicos sencillos que faciliten la predicción teórica, así como la interpretación, comunicación y discusión de resultados.

Las asignaturas de Física forman parte del Área de Ciencias Experimentales junto con Biología, Ciencias de la Salud, Psicología y Química, y como tales se aplican las consideraciones planteadas en el documento de presentación del Marco Conceptual de dicha Área. Es en este sentido que el alumno deberá **construir** su propio conocimiento, apoyado en discusiones temáticas, investigaciones experimentales con materiales sencillos y otras actividades de aprendizaje. Por ello se propone que los aspectos en donde se concentrará el aprendizaje correspondan a **qué estudiar** (contenidos temáticos), **cómo estudiar** (actividades de aprendizaje) y **qué evaluar** (actividades de evaluación).

Forma de trabajo en el aula

Las actividades de aprendizaje recomendadas para promover un mayor dominio teórico-experimental de la disciplina, se realizan tanto dentro como fuera del aula-laboratorio. Los tipos de actividades de aprendizaje comprenderán, entre otros:

- Investigaciones experimentales.
- Discusiones temáticas.
- Resolución de problemas y cuestionarios.
- Desarrollo de proyectos.
- Indagaciones documentales.

- Lecturas comentadas.
- Uso de apoyos audiovisuales.
- Visitas guiadas.
- Presentaciones y discusiones de ensayos de temas técnico-científicos.
- Construcciones de modelos y prototipos
- Elaboración de cuadernos de bitácora (diario de clase).

4. SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Evaluar implica una revisión cuidadosa del proceso de aprendizaje y un trabajo permanente del maestro con su grupo; no se reduce a asignar calificaciones. Seleccionar preguntas, tareas y problemas, así como definir criterios para calificar, condicionan todo tipo de aprendizaje. La evaluación de las actividades de aprendizaje deberá cumplir con las siguientes características:

- a) Ser *funcional*, en el sentido de ser de fácil aplicación e interpretación.
- b) Ser *continua*, para formar parte de las propias experiencias de aprendizaje de los alumnos a lo largo de todo el curso, evitando aspectos coactivos.
- c) Ser *realimentadora*, al suministrar información sobre las discrepancias entre lo observado y lo deseado, con lo cual se permite introducir correcciones e indicar los cambios que ayudarán a mejorar el rendimiento de los alumnos.
- d) Ser *completa*, en cuanto que corresponde a niveles relativos a procesos y a productos del aprendizaje y que se refiere al aprovechamiento de los conceptos y al desarrollo de las habilidades.

Además de la evaluación de las actividades de aprendizaje que consideren las formas de trabajo en el aula, conviene insistir en la revisión sistemática de los cuadernos de bitácora: diarios de clase que pueden ser elaborados por el profesor, por cada alumno o, mejor aún, por todos.

5. PERFIL PROFESIOGRÁFICO DEL DOCENTE

Los requisitos que debe reunir el docente para impartir estas asignaturas de Física son los siguientes:

Académicos:

Tener título o total de créditos cubiertos en la licenciatura de Física, o en licenciaturas afines, según lo determina el Consejo Técnico del Bachillerato.

Docentes:

- En el caso de profesores de nuevo ingreso se requiere haber acreditado, dentro de los programas de formación de profesores, cursos como: Introducción al Modelo Educativo del Colegio, Introducción a la Didáctica del Área de Ciencias Ex-

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA JERARQUIZADOS

Al finalizar el curso, el alumno:

1. En situaciones experimentales, identificará el sistema de estudio, las variables representativas del mismo y empleará gráficos para su descripción.
2. Determinará experimentalmente algunas relaciones que existen entre diversas magnitudes que intervienen en fenómenos mecánicos y en fenómenos termodinámicos.
3. Conocerá dos puntos de vista para analizar un sistema físico: de pocas variables, enfoque mecánico y de muchas variables, enfoque termodinámico.
4. Desarrollará habilidades para la obtención de conocimientos al aplicar la investigación experimental, la documental y la de comunicar oral y por escrito los conocimientos adquiridos.
5. Conocerá algunas formas de energía, su transferencia y conservación en relación con la estructura de la materia.

FÍSICA I

DATOS DE LA ASIGNATURA

Bachillerato:	Tercer semestre	Créditos:	10
Área:	Ciencias Experimentales	Horas por clase:	2, 2, 1
Plan:	1996	Horas por semestre:	80
Clave:		Clases por semana:	3

PRESENTACIÓN

La asignatura tiene una duración de 16 semanas, cada una de éstas comprende tres sesiones de aula-laboratorio (dos sesiones de dos horas y una sesión de una hora), con una duración total de cinco horas semanales.

Las unidades de este curso están organizadas de forma que el alumno se introduzca en el manejo, cuantificación y análisis de las magnitudes y de sus cambios: conozca diferentes puntos de vista para analizar un sistema físico: el análisis de sistemas de pocas variables, enfoque mecánico; y sistemas de muchas variables, enfoque termodinámico; y, finalmente, que relacione estos puntos de vista en el conocimiento de la estructura de la materia y de la energía en el Universo.

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Física I está constituida por las siguientes unidades (entre paréntesis se indican los correspondientes números de horas de trabajo teórico-experimental en el aula-laboratorio):

- I. Campo de estudio de la Física (15).
- II. Fenómenos mecánicos (20).
- III. Fenómenos termodinámicos (30).
- IV. Estructura de la materia y energía en el Universo (15).

perimentales y Contenidos de la Asignatura, preferentemente en forma de diplomado.

- En el caso de profesores en ejercicio docente, acreditar el curso-taller de Contenidos y Enfoque de los Cursos de Física, dentro del programa institucional de formación de profesores, de preferencia a través de un diplomado de Actualización en Enseñanza de la Física.

PRIMERA UNIDAD
CAMPO DE ESTUDIO DE LA FÍSICA

HORAS	TEMÁTICA	OBJETIVOS EDUCATIVOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
5	<p>1. Introducción general.</p> <p>1.1 Importancia de la Física en la vida cotidiana.</p> <p>1.2 Física Clásica y Física contemporánea.</p> <p>1.3 Carácter explicativo y predictivo de la Física.</p> <p>2. Representación cuantitativa de cambios físicos.</p>	<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Caracterizará cuantitativamente situaciones experimentales que describen fenómenos en donde aumentan o disminuyen los valores de cantidades físicas observables (diferencias en sus valores iniciales y finales). — Describirá situaciones físicas de interés en su entorno en donde se manifiesten diversos fenómenos propios de la Física Clásica y de la Física Contemporánea, mismos que ejemplificará con gráficas sencillas que describen la esencia de tales fenómenos. — Comprenderá algunos ejemplos en donde el grado de complejidad en los fenómenos físicos determinará que la descripción de la situación física se dé en términos de las variables individuales de los componentes del sistema, o en términos de variables representativas del sistema global. 	<p>a) Situación problematizadora.</p> <p>Cambios que se producen en un fenómeno físico.</p> <p>b) Preguntas Generadoras.</p> <p>¿Cómo se miden, cuantifican y representan los cambios en las magnitudes de los fenómenos físicos?</p> <p>¿Cuáles son los principales efectos observables de un terremoto o de un sismo y cómo pueden caracterizarse los estos los inicial y final del sistema donde ocurre?</p> <p>c) Actividades de aprendizaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Reproducción, por los alumnos, de algunos fenómenos físicos en el laboratorio. — Detección, medición y cuantificación de los cambios en las magnitudes de los fenómenos representados. — Presentaciones y discusiones de los resultados obtenidos por los diferentes equipos. — Resolución de problemas. — Lecturas comentadas. — Uso de apoyos audiovisuales. — Elaboración del cuaderno de bitácora 	<p>Para el alumno:</p> <p>1, 2, 3, 4, 5, 7</p> <p>Para profesores:</p> <p>2, 10, 17, 18, 24.</p>
5	<p>3. Complejidad de los fenómenos físicos.</p> <p>3.1 Grado de complejidad en los fenómenos físicos</p> <p>3.2 Fenómenos físicos sencillos (ejemplos mecánicos).</p> <p>3.3 Fenómenos físicos complejos (ejemplos termodinámicos).</p>			

* Los fenómenos no lineales en mecánica avanzada la clasificación de: sencillo - mecánico complejo - termodinámico.

SEGUNDA UNIDAD FENÓMENOS MECÁNICOS

HORAS	TEMÁTICA	OBJETIVOS EDUCATIVOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
10	4. Características de los fenómenos mecánicos. 4.1 Factores que cambian la estructura o el estado de movimiento de objetos. 4.2 Posiciones y desplazamientos de objetos físicos. 4.3 Velocidad media en el movimiento de traslación de un objeto. 4.4 Concepto de masa y su cuantificación. 4.5 Impetu y energía mecánica. 5.1 Energía cinética de una partícula. 5.2 Energía potencial de una partícula dentro de un sistema determinado. 5.3 Colisiones entre partículas en una dimensión. 5.4 Conservación del impetu. 5.5 Conservación de la energía mecánica.	El alumno: — Explicará la manera cómo se aplican los conceptos de posición, desplazamiento y velocidad media en la descripción de movimientos simples de una partícula. — Determinará, experimentalmente, en algunos fenómenos mecánicos tales como explosiones, patrones, explosiones y colisiones, cantidades como la masa, el impetu y la energía cinética. — Indicará cómo interviene la energía mecánica en algunos sistemas físicos de interés tecnológico.	a) Situación problematizadora. Cuantificación y explicación de los cambios en sistemas mecánicos. b) Preguntas generadoras. ¿Qué magnitudes se requieren para describir algunos fenómenos mecánicos cotidianos? ¿Por qué medios llegan los alumnos de la escuela a sus casas y qué fenómenos físicos ocurren durante las correspondientes trayectorias? ¿Cómo afectan los diferentes fenómenos físicos conectados con el transporte, la vida de un estudiante? c) Actividades de aprendizaje — Investigaciones experimentales — Reproducción, por los alumnos de algunos fenómenos mecánicos en el laboratorio. — Detección, medición y cuantificación de los cambios en las magnitudes de los fenómenos mecánicos trabajados en el laboratorio. — Presentaciones y discusiones de los resultados obtenidos por los diferentes equipos. — Resolución de problemas. — Lecturas comentadas. — Discusiones temáticas. — Uso de apoyos audiovisuales — Elaboración del cuaderno de bitácora	Para el alumno: 1, 2, 4, 5, 7, 8 Para profesores: 2, 4, 5, 6, 17, 18, 19, 21, 23, 33.
10	5.0 Discusión sobre características cualitativas y cuantitativas de la energía: conceptos de ENERGÍA y conservación. 5.0.1 Trabajo como un proceso de transferencia de energía.			

TERCERA UNIDAD FENÓMENOS TERMODINÁMICOS

HORAS	TEMÁTICA	OBJETIVOS EDUCATIVOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
10	<p>6. Calor y temperatura.</p> <p>6.1 Procesos disipativos.</p> <p>6.2 Calor como forma de energía.</p> <p>6.3 Temperatura.</p> <p>6.4 Escalas termométricas absolutas.</p> <p>6.5 Formas como se transfiere el calor: conducción, convección y radiación.</p>	<p>El alumno:</p> <p>— Reconocerá al calor como una forma de energía de aplicación molecular y lo distinguirá de la temperatura; además, describirá situaciones prácticas en donde se transfiere el calor en alguna de sus formas.</p> <p>— Construirá y calibrará un termómetro, describirá su funcionamiento y explicará la existencia de escalas absolutas de temperatura.</p> <p>— Encontrará experimentalmente la relación entre algunas de las variables que caracterizan un sistema termodinámico en gases.</p> <p>— Identificará en situaciones prácticas las características asociadas al concepto de energía; sus formas, mecanismos de transferencia, así como las implicaciones de su conservación y disipación.</p> <p>— Describirá situaciones experimentales en donde se apliquen las leyes de los gases y comprenderá las principales características de la teoría cinética de los gases.</p> <p>— Comprenderá el funcionamiento de algunas máquinas térmicas y describirá los factores que determinan su eficiencia.</p>	<p>a) Situación problematizadora.</p> <p>Descubrir algunas formas de suministro de energía en la ciudad de México y los factores que influyen en un uso más eficiente de la misma. en la CUSA.</p> <p>b) Preguntas generadoras.</p> <p>¿Qué cambios se producen en un sistema como la ciudad de México al generar y distribuir los diferentes tipos de energía que explican su funcionamiento?</p> <p>¿Cuánta energía se ocupa en una casa para satisfacer las necesidades familiares cotidianas?</p> <p>¿Cómo podemos saber si a través de nuestro sentido del tacto percibimos el calor o la temperatura?</p> <p>c) Actividades de aprendizaje.</p> <p>— Diseño y realización de experiencias que permitan dar respuesta a la pregunta generadora.</p> <p>— Detección, medición y cuantificación de los cambios en las magnitudes de los fenómenos representados.</p> <p>— Presentaciones y discusiones de los resultados obtenidos por los diferentes equipos.</p> <p>— Resolución de problemas.</p> <p>— Investigaciones documentales.</p> <p>— Visitas guiadas.</p> <p>— Lecturas comentadas.</p> <p>— Presentación y discusión de ensayos.</p> <p>— Uso de apoyos audiovisuales.</p> <p>— Elaboración del cuaderno de bitácora</p>	<p>Para el alumno:</p> <p>1, 2, 4, 6, 7.</p> <p>Para profesores:</p> <p>4, 5, 12, 16, 21, 23, 28, 33.</p>
15	<p>7. Movimiento molecular y energía.</p> <p>7.1 Estructura de la materia.</p> <p>7.2 Temperatura según la teoría cinética de los gases.</p> <p>7.3 Ecuación de estado de los gases ideales.</p> <p>7.4 Formas de energía y mecanismos de transferencia. <i>Transfórmula</i></p> <p>7.5 Concepto de entropía.</p> <p>8. Máquinas térmicas.</p> <p>8.1 Motores.</p> <p>8.2 Refrigeradores.</p> <p>8.3 Eficiencia energética.</p>	<p>— Se conjunde el concepto de calor con el de energía interna.</p>		
10	<p>6.2 Calor como proceso energético</p> <p>6.7 Energía</p>			

* Se conjunde el concepto de calor con el de energía interna.

Cuarta Unidad (Fenómenos atómicos, nucleares y elementales)
CUARTA UNIDAD (Fenómenos atómicos, nucleares y elementales)
ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y ENERGÍA EN EL UNIVERSO

HORAS	TEMÁTICA	OBJETIVOS EDUCATIVOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
5	9. Estructura de la materia. 9.1 Estructura de los átomos: núcleos y electrones. 9.2 Estructura de los núcleos: protones y neutrones. 9.3 Interacciones entre partículas elementales. 9.4 Equivalencia masa-energía. 9.5 Materia antimateria. 9.6 Energía nuclear: radioactividad, fisión y fusión.	El alumno: — Describirá el punto de vista microscópico (respecto de la estructura de la materia en átomos y núcleos, la equivalencia masa-energía (energía de interacción y defecto de masa) y la relación materia-antimateria. — Explicará las transformaciones energéticas del Sol y su funcionamiento como fuente primaria de energía, algunas reacciones básicas acerca del origen y la evolución del Universo y las características de algunos fenómenos cósmicos, como por ejemplo, los hoyos negros.	a) Situación problematizadora. Discutir las características de la energía del Sol: su uso, su transformación y la cuantización de su radiación. b) Preguntas generadoras. ¿Por qué la energía asociada al espectro electromagnético aparece en determinadas condiciones en forma cuantizada? ¿En qué se distinguen los procesos energéticos que ocurren en el Sol de los que se producen en plantas nucleoelectrónicas como la de Laguna Verde? ¿Cómo nos beneficia o perjudica la energía radiada por el Sol?	Para el alumno 1, 3, 4, 6, 7, 8. Para profesores: 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 19, 26, 27, 29, 30, 31.
5	10. Energía en el Universo. 10.1 El Sol como fuente primaria de energía. 10.2 Origen y evolución del Universo. 10.3 Otros fenómenos cósmicos.		c) Actividades de aprendizaje. — Discusión de ejemplos ilustrativos — Investigaciones documentales. — Discusiones temáticas. — Videos guiados. — Lecturas comentadas. — Presentación y discusión de ensayos — Uso de apoyos audiovisuales — Elaboración del cuaderno de bitácora	