



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MADEMS
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

UN ENFOQUE DIDÁCTICO DE LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA PARA EL
NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)

PRESENTA:
INGRID ESCOBEDO ESTRADA

TUTOR PRINCIPAL
DRA. MA. DE LOS ANGELES ORTÍZ FLORES
FACULTAD DE CIENCIAS

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DRA. SUSANA OROZCO SEGOVIA
FACULTAD DE CIENCIAS
DRA. MA. DEL PILAR SEGARRA ALBERU
FACULTAD DE CENCIAS

MÉXICO, D. F. FEBRERO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mi familia

Papá

Sé que aunque físicamente ya no estás conmigo una parte de ti está en mí y que durante TODA MI VIDA seguirás influyendo para que día con día siga creciendo en todos los aspectos.

Gracias

Mamita

Sé que ha sido difícil seguir tu camino y espero que la satisfacción que estás sintiendo al llegar a este punto de nuestras vidas te aminore un poco esa pena que llevas dentro de ti. Mi papá puso la mente y tú, el corazón, quede bien bonita, ¿o no?

Gracias por tu apoyo

Hermano

Sé que soy complicada, pero me quieres mucho ¿verdad?

Gracias

Amor

Sé que para ti ha sido tan complicado este proceso como para mí, pero llego a su fin, te agradezco el apoyo dado

Gracias por esperar

Como el orden de los factores no altera el producto, espero que ninguno se me enoje por el orden asignado, saben que los cuatro son igual de importantes en mi vida y que este logro no hubiera sido posible sin sus palabras de aliento, sus ánimos, su apoyo. Mi vida ha sido plena, Dios me dio la oportunidad de tener una familia como pocas, unida, aún más allá de lo que la naturaleza permite, eso sí es para pregonarlo.

Gracias a los cuatro, los quiero mucho

Agradecimientos

Mi papá siempre me decía que les iba a dar una medalla a todas las personas que me soportan, y creo que tiene razón.

Agradezco infinitamente todo el apoyo que mi Comité Tutoral me brindó, Dra. Ortíz, Dra. Segarra y Dra. Orozco muchas gracias, esta tesis se desarrolló y construyó gracias al trabajo compartido que realizamos juntas. Al final, fue muy buena idea trabajar con la Termodinámica.

También quiero AGRADECER a todos aquellos que colaboraron en mi formación, como son mis profesores de la maestría, mi profesor supervisor, Enrique, mi profe favorito de la facultad que siempre me ha apoyado, Andrés y a la profesora Leticia del Colegio de Bachilleres que me hizo el favor de prestarme uno de sus grupos para probar esta propuesta didáctica.

Resumen

En este trabajo se diseña una estrategia didáctica que mejore la actitud de los estudiantes hacia la física para ayudarlos a reconocer, comprender y aplicar algunos fenómenos térmicos de la vida cotidiana. Como propuesta didáctica se desarrollaran 14 planes de clase que tienen como objetivo: “Propiciar el aprendizaje de la termodinámica a través de secuencias de enseñanza sobre fenómenos térmicos, que respondan a la variedad de los estilos de aprendizaje y que ayuden a los alumnos de nivel medio superior a entender, analizar y explicar muchos fenómenos de la vida diaria.” En cada plan de clase se considera el sistema de representación del alumno, es decir, si es auditivo, visual o kinestésico, así como sus conocimientos previos, en los que radican las ideas previas y el contexto social en el que trabajaran sobre todo cuando se realizan actividades en equipo.

Abstract

In this work it is designed a teaching strategy to improve students attitudes toward physics to help them recognize, understand and apply some thermal phenomena of everyday life. As a methodological approach to solve this problem, 14 lesson plans were developed that are intended to promote learning of thermodynamics through teaching sequence on thermal phenomena, which meet the variety of learning styles and to assist senior high students to understand, analyze and explain many phenomena of daily life. In each lesson plan the student representation system, i.e., whether auditory, visual or kinesthetic, prior knowledge, that in which previous ideas lie, and the social context is considered.

Índice

Introducción

Capítulo 1

Marco Teórico y Propuesta

• Contexto.....	3
• Aprendizaje significativo e Ideas Previas.....	5
• Estilos de Aprendizaje.....	8
• Propuesta y Metodología.....	11
• Planes de clase.....	13
○ Estrategias más recurrentes en los planes de clase.....	14
○ Cómo se evaluaron los avances de los estudiantes.....	16
• Niveles de desempeño, cognitivos o rendimiento.....	16

Capítulo 2

Planes de clase de las primeras tres leyes de la Termodinámica

• Ley cero de la Termodinámica (Temperatura).....	18
○ Clase 1.....	20
○ Clase 2.....	24
○ Clase 3.....	28
○ Clase 4.....	31
○ Clase 5.....	35
• Primera ley de la Termodinámica (Conservación de la energía).....	39
○ Clase 6.....	41
○ Clase 7.....	44
○ Clase 8.....	49

○ Clase 9.....	54
○ Clase 10.....	59
● Segunda ley de la Termodinámica (De lo caliente a lo frío).....	65
○ Clase 11.....	66
○ Clase 12.....	72
○ Clase 13.....	75
○ Clase 14.....	79

Capítulo 3

Resultados y Conclusiones

● Deserción.....	80
● Trabajo colaborativo, en equipo.....	81
● Modificación de los niveles de desempeño.....	82

Anexos

● Cuestionarios para la identificación de sistemas de aprendizaje (PNL).....	87
● Ley cero de la Termodinámica.....	91
● Primera ley de la Termodinámica.....	116
● Segunda ley de la Termodinámica.....	124
● Productos derivados de este trabajo.....	135

Bibliografía.....	137
-------------------	-----

Introducción

Cuando una persona empieza a impartir clases a nivel medio superior, se da cuenta de que los conocimientos adquiridos en la licenciatura de su elección, son parte de un abanico extenso en el que el contexto social y la manera en la que cada quién aprende, son excluidos. Recientemente algunas licenciaturas como las de ingeniería química, ingeniería química metalúrgica y química en alimentos en la UNAM, ya han incorporado a sus programas, materias optativas como la de pensamiento y aprendizaje, que se relacionan con la educación, ya que se han dado cuenta de que el “aprender” es parte de un proceso compartido con el “enseñar”.

Tratar de transmitir parte del conocimiento que el docente tiene es importante, pero lo es más, guiar a los estudiantes hacia la construcción de su propio conocimiento y una de las herramientas principales en este último proceso, es la elaboración de propuestas didácticas en las que al mismo tiempo que se motiva al alumno, se le ayude y guíe, para que lo que aprende en cada clase sea un conocimiento que perdure por medio de la aplicación del mismo.

Para desarrollar una propuesta didáctica que sea relevante, interesante y funcional, además de centrarla en un tema en particular del área específica, es importante considerar dos áreas más, la psicopedagógica, referida al cómo y con que se enseña y el área socio-ético-educativa, que toma en cuenta la manera en la que el ser humano se desenvuelve y se relaciona en cada uno de los ambientes en los que se encuentra día con día.

En la actualidad, un docente debe de ocuparse principalmente de mostrar la incorporación de los conocimientos que imparte a la vida cotidiana, para que los estudiantes encuentren un sentido a los aprendizajes recién adquiridos. Son varios los factores que hay que considerar cuando se desea que los alumnos aprendan significativamente por lo que en esta tesis, en el área psicopedagógica, se tomaron en cuenta los estilos de aprendizaje de acuerdo al modelo descrito en la página 9 (PNL de Bandler y Grinder) y los conocimientos previos de los alumnos que Ausubel considera son importantes al momento de desarrollar una clase. Estos conocimientos que a su vez dan lugar a las ideas previas, fueron la llave que abrió la puerta para que los estudiantes se dieran cuenta, de que algunas de las ideas que tenían con respecto a ciertos conceptos estaban mal interpretadas. Del enfoque de Vygotsky, estudiado en el área socio-ético-educativa de la maestría, se retomó el trabajo en equipo o colaborativo para promover entre los alumnos un aprendizaje continuo además de la tolerancia y el respeto.

En el área específica los temas que se desarrollaron, corresponden a la Termodinámica, debido a su carácter fenomenológico y su constante presencia en la vida de todos los seres humanos, lo que permitió recurrir a vivencias y experimentos muy sencillos. Por ejemplo, todos los estudiantes de nivel medio superior, han escuchado las palabras de calor y temperatura y las han empleado para

describir o explicar algún fenómeno con el que han tenido experiencia directa, como el relacionado con las estaciones del año, ellos siempre dicen, hoy hace mucho calor o mucho frío, o no me quiero poner la bata para entrar al laboratorio porque tengo mucho calor, etc. Además de recurrir a las experiencias, la historia de la termodinámica también fue un excelente apoyo, debido a que sus orígenes fueron prácticos.

Esta tesis está formada por esta introducción, 3 capítulos, la bibliografía y los anexos. En el capítulo 1, se presenta el marco teórico y la propuesta didáctica. En el primero, se describen las problemáticas generales a las que se propone solución, junto con los dos componentes fundamentales en el desarrollo de este trabajo, las ideas previas con las que los alumnos llegan al salón de clases y los estilos de aprendizaje. En la segunda, en la propuesta didáctica, se presenta la aplicación del marco teórico a las estrategias desarrolladas, es decir, se describe el método empleado para la elaboración de catorce planes de clase en los que al combinar los estilos de aprendizaje y las ideas previas, los alumnos más olvidados cuando se da una clase, los kinestésicos, ahora fueron los más involucrados. Se resume la estructura general de los planes de clase, cuáles fueron las estrategias más recurrentes y cómo se evaluaron los aprendizajes de los estudiantes. Por último, se incluye una breve descripción de algunas de las clasificaciones de los niveles de desempeño o rendimiento que los estudiantes alcanzan dependiendo de su desarrollo intelectual para tener una referencia con respecto al avance del grupo en general.

En el capítulo 2 se exponen los planes de clase en los que las tres áreas anteriormente mencionadas (específica, psicopedagógica y socio-ético-educativa) se combinaron. Cada sesión comienza presentando a los estudiantes los conceptos que se van a desarrollar mediante un diagrama y para aquellos que tienen menos interés en las imágenes, se plantearon preguntas tratando de desestabilizarlos. Estas preguntas están relacionadas con hechos de la vida cotidiana y los estudiantes, dan una explicación, según sus experiencias vividas. Estas experiencias se retoman para que junto con varias estrategias como una lectura, una práctica o la construcción de algún dispositivo, los alumnos vieran la aplicación del concepto con el que se trabajó. Para finalizar cada sesión, la retroalimentación se lleva a cabo con la ayuda de investigaciones, cuestionarios, resolución de ejercicios numéricos, etc. Cada uno de los planes de clase contiene varios anexos que sirven como apoyo para el desarrollo de la clase.

En el capítulo 3, se presentan los resultados junto con las conclusiones.

Capítulo 1

Marco Teórico y Propuesta

Contexto

Es curioso como aún en la actualidad, con todas las teorías pedagógicas y estrategias que se han desarrollado alrededor del proceso Enseñanza – Aprendizaje, las carreras comprendidas dentro del área de las ciencias exactas o ciencias duras, están íntimamente relacionadas con comentarios como “esa carrera es muy difícil”, “sólo los genios estudian esas cosas”, “has de ser muy inteligente para querer estudiar algo así”. Esto también sucede con las asignaturas de matemáticas, física o química, a las que se les considera asignaturas “complicadas”, “imposibles”, “incomprensibles”, etc., en conclusión, *aprender ciencias es particularmente muy difícil para muchos estudiantes* (William et al, 2002).

Además de la predisposición de los alumnos por comentarios como los descritos en el párrafo anterior, un docente que trabaja con estas asignaturas se enfrenta a varios problemas, entre los cuales a nivel medio superior se pueden citar los siguientes, (Solbes, Montserrat y Furió, 2007, Barojas 2011, Sanmartí 1994).

Los estudiantes:

- Están desmotivados.
- Algunos creen que entienden con mayor facilidad asignaturas diferentes a las del área de las ciencias exactas (Matemáticas, Física y Química) porque no son “inteligentes” y porque son más fáciles.
- Piensan, que su paso durante el bachillerato, es solo un trámite que una vez hecho sirve para empezar a trabajar, o bien, que es solo un escalón que tienen que subir para ingresar al nivel superior.
- No encuentran la aplicabilidad de lo que aprendieron en el salón de clases o en el laboratorio con lo que sucede en su vida.
- Tratan de justificar lo que ven, hacen y escuchan a través de sus conocimientos previos (ideas previas) sin considerar que pueden estar equivocados.

Algunos de estos problemas surgieron fuera del aula, pero tampoco ha sido de gran ayuda la postura tradicional de los profesores que ven a los estudiantes como recipientes vacíos que se llenan conforme el curso transcurre (William et al, 2002). Muchas veces las ciencias se imparten de manera abstracta, se evalúan a niveles elementales donde basta la memorización o la aplicación de algoritmos para la solución de problemas (Hobden, 1998)

Varias de las soluciones a las problemáticas arriba mencionadas, se apoyan en generar propuestas que motiven a los alumnos (Campanario y Moya, 1999), como por ejemplo, a través de algún juego o proyecto (Woolnough, 1994), por medio del uso de analogías (Glynn y Duit, 1995), y en lo posible que se relacione con alguna vivencia o con algo que aprendieron tiempo atrás. Todo lo que al estudiante le resulta relevante o interesante, todo lo que atraiga su atención, perdurará en su mente (Woolnough, 1994).

Además de la motivación, es importante incluir actividades que les permitan a los adolescentes relacionar lo que saben, con lo que van a aprender, estas actividades pueden ser de muy diversos tipos (Picquart, 2008), como por ejemplo: resolución de problemas abiertos (sin números), realización de actividades experimentales, construcción de dispositivos, etc (Gil, 1986 y 1996; Hodson, 1994).

Para un profesor preocupado por desempeñar de la mejor manera su labor docente, no basta con sólo tomar en cuenta lo relacionado con su asignatura; también deben considerarse el aspecto social, la manera en la que los alumnos se relacionan con su entorno, la forma en la que aprenden, el ambiente desarrollado en el salón de clases, la infraestructura de la que se disponga, etc. Todo lo que los estudiantes aprenden y la manera en la que se comportan tanto en la escuela como con sus amigos y en casa, está influenciado por su entorno social. El ser humano es sociable por naturaleza, tiende a imitar lo que otros humanos hacen, basa sus creencias y costumbres en lo que otros le han dicho que crea y haga, por lo tanto aunque los principios físicos no cambian, es necesario tomar en cuenta los intereses de los alumnos que se modifican a lo largo del tiempo. Todo esto trae como consecuencia, que las necesidades de las generaciones recientes de estudiantes a nivel medio superior, sean distintas de las de algunos años atrás. Aun cuando los conocimientos a impartir sean casi los mismos, las ideologías y las necesidades de las nuevas generaciones no, los adolescentes de la nueva era, cuentan con otras habilidades, como el manejo de los ipods, el uso de las computadoras, el internet, los videojuegos, etc., por lo tanto, el docente está obligado a recurrir a este tipo de herramientas para seguir desarrollando los conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que los estudiantes de nivel medio superior requieren en estos momentos para enfrentarse tanto al mundo laboral, como al intelectual (Castaño et al, 2010) .

Estrechamente relacionado con el aspecto humanístico, está la forma en la que un estudiante aprende, y esto es algo que pocas veces se considera cuando se planea una clase (Contreras y del Bosque, 2004). La forma en la que un estudiante recibe, procesa y registra la información, también está influida por su entorno social, si éste, lo ha saturado con imágenes, por supuesto que el adolescente va a preferir “ver” y sólo cuando lo necesite o la situación lo obligue, para aprender recurrirá a algún otro sentido. Por esta razón es conveniente tomar en cuenta los estilos de aprendizaje en el momento de planear las estrategias didácticas.

Considerando todos los puntos expuestos en los párrafos anteriores

El problema abordado en este trabajo es el diseño de una estrategia didáctica que mejore la actitud de los estudiantes hacia la física para ayudarlos a reconocer, comprender y aplicar algunos fenómenos térmicos de la vida cotidiana

Por lo que en esta tesis se desarrolló un conjunto de planes de clase para abordar el problema. Se construyó una estrategia con un enfoque constructivista (Gil et al, 1999) que pone en el centro del trabajo docente al alumno, su motivación, conocimientos e inquietudes (Torregrosa (1996), De Posada (2002), Rodríguez (2011), Díaz Barriga y Hernández (2002)).

El objetivo del trabajo se delimitó de la siguiente manera:

“Propiciar el aprendizaje de la termodinámica a través de secuencias de enseñanza sobre fenómenos térmicos, que respondan a la variedad de los estilos de aprendizaje y que ayuden a los alumnos de nivel medio superior a entender, analizar y explicar muchos fenómenos de la vida diaria.”

Aprendizaje significativo e ideas previas

“Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto, y enséñese en consecuencia” Ausubel (1976).

El párrafo de arriba indica claramente cuál es el factor principal que según Ausubel, se necesita tomar en cuenta para conseguir un aprendizaje por parte del estudiante: “sus conocimientos previos”.

Ausubel ve al estudiante como un procesador activo de la información, que necesita recibirla de manera organizada y sistemática, para que quede grabada en su memoria a largo plazo. Este autor, postula que el aprendizaje implica una reorganización de las ideas, percepciones, conceptos y esquemas que el alumno posee en su estructura cognitiva. Es decir, para que el estudiante aprenda, es necesario que el profesor tome en cuenta lo que ya sabe para así, ayudarlo a modificar su estructura cognitiva.

Las principales características de esta visión constructivista son (Hierrezuelo, 1989):

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender es importante.
- Para encontrarle sentido a lo que se va a aprender hay que relacionarlo.
- Quién aprende lo aplica.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

De acuerdo a De Miguel (2006), Ausubel clasifica los tipos de aprendizaje que se pueden producir dentro del salón de clases. Estos se dividen en dos dimensiones, ***imagen 1***.

- a) La primera dimensión, eje horizontal, se refiere a la manera en la que el estudiante “adquiere la información”, por recepción o por descubrimiento.
- b) La segunda dimensión, eje vertical, toma en cuenta la forma en la que el conocimiento es incorporado a la estructura cognitiva del alumno, por repetición o significativamente.

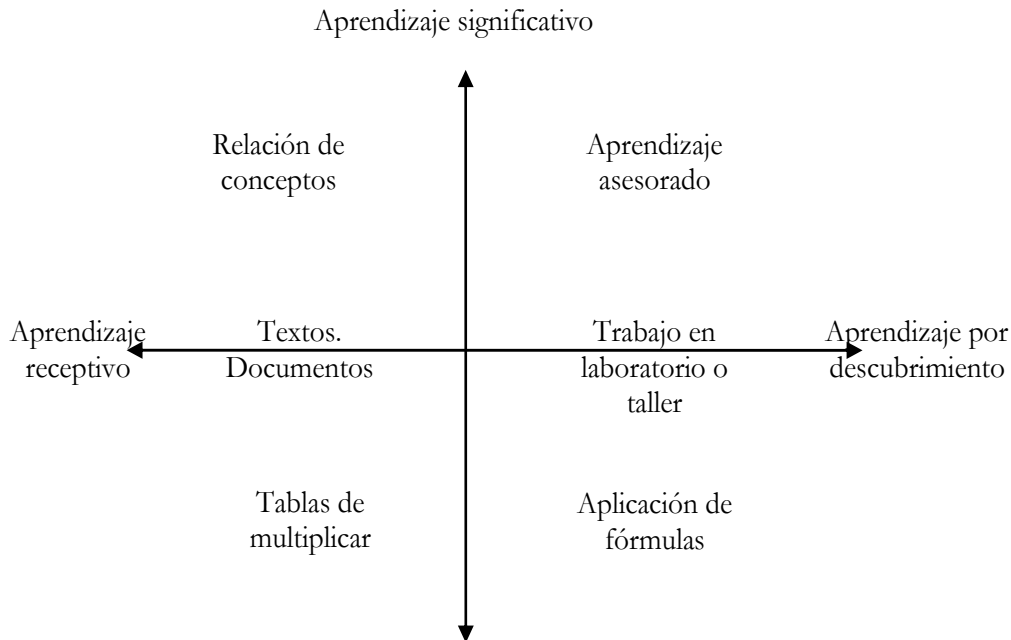


Imagen 1
Tipos de aprendizaje de acuerdo a Ausubel

Ya sea que el estudiante adquiera la información por recepción o por descubrimiento, es preferible que el estudiante aprenda significativamente. Este aprendizaje, le proporciona al alumno, la oportunidad de entender, aplicar, explicar, relacionar, etc., todos sus conocimientos adquiridos, mientras que el aprendizaje por repetición, lo limita a un reconocimiento o identificación de lo que aprendió.

Se ha demostrado que los conocimientos previos que los estudiantes tienen cuando llegan al salón de clase, son los que utilizan para interpretar, explicar y describir algunos fenómenos naturales y conceptos científicos (Bello, 2004).

Existen muchos términos obtenidos de la Física que se emplean en el lenguaje común, por ejemplo, “este suéter es caliente” o “tengo temperatura”. Cómo estas expresiones funcionan bien para la comunicación cotidiana, uno de los problemas más importantes en el aprendizaje de la Física es clarificar la dualidad de significados en los términos, es decir, la forma en la que se aplican por un lado en la vida cotidiana y por el otro, en esta ciencia. Esto lleva a la necesidad de la “negociación de significados” (Bello, 2004) entre alumnos y maestros, para distinguir entre la forma en la que el concepto en cuestión se aplica en esta ciencia y lo que se quiere decir en el lenguaje común.

Parte del conocimiento previo de los estudiantes lo conforman sus ideas previas (esquemas alternativos, representaciones mentales, ciencia de los niños, conocimiento del sentido común, errores conceptuales, concepciones alternativas, etc.). Los trabajos pioneros de Driver (1978) y Viennot (1979) marcan el inicio de una fructífera línea de investigación, que se ha desarrollado por más de 40 años y que ha ayudado a comprender las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la física (Campanario, 2002; Carrascosa, 2005; Solís, 1984; Martínez-Torregrosa, 1991), ya que en general las llamadas ideas previas corresponden a errores conceptuales, que algunos alumnos de todos los niveles y aún maestros, tienen con respecto a ciertos conceptos. Hierrezuelo (1989) hace una recopilación muy completa de tales ideas, en el área de física, hasta 1988.

Si el profesor sabe cuáles son los errores conceptuales más comunes de los estudiantes, tiene bien identificados algunos de los obstáculos con los que se va a encontrar durante el desarrollo de su clase y en consecuencia, sabe a cuáles estrategias, dinámicas o actividades puede recurrir, para tratar de solucionarlos.

Los factores por los que las ideas previas perduran en la mente del estudiante son tanto psicológicos como sociales, es decir (Hierrezuelo, 1989):

- Los alumnos sólo se fijan en aquellas pruebas que confirman sus hipótesis, no buscan o se fijan en las que la contradicen.
- Lo que contradice su hipótesis es un caso raro, especial.
- Los docentes desconocen que estas ideas previas existen en la mente de sus estudiantes.
- Los métodos de evaluación no toman en cuenta la existencia de los preconceptos.
- El lenguaje común tiene un alto grado de ambigüedad.
- La sociedad tiende a fijar la atención en los cambios y no en los equilibrios

Es importante tomar en cuenta éstas ideas previas, porque influyen en la manera en la que los alumnos van a registrar y entender la información que aprendan.

Las ideas previas sólo se modifican cuando el estudiante es capaz de apropiarse del conocimiento.

Para poder planear una clase que considere las ideas previas de los estudiantes, es necesario conocer algunas de las características por las que existen, surgen o perduran, siempre hay que estar conscientes de que el punto de vista y análisis de los alumnos, es distinto al de un científico. De acuerdo a Hierrezuelo (Hierrezuelo, 1989) dichas características, son:

- El pensamiento está dominado por la percepción, lo que se ve, se escucha y se construye es en lo que se debe creer.
- Existe una visión parcial de los fenómenos, las explicaciones de dichos fenómenos radican en las características de los objetos que los producen.
- Las situaciones estables no necesitan explicación, es importante lo que presenta “cambios”, aquello que no se espera, lo contrario, no es sorprendente.

- Existe una dirección preferente en las transformaciones, los fenómenos sólo se producen en un sentido, se produce una causa y por lo tanto un efecto, el sentido contrario, no existe, es decir, para los alumnos, no existen los procesos reversibles.
- Poca precisión en el lenguaje, usan lo que es socialmente válido.

Estilos de aprendizaje

En las secciones anteriores se ha hablado de la importancia de la motivación, pero ésta no sólo es diversa con relación a los contenidos, sino que también lo es con relación a los métodos de trabajo, no todos los estudiantes se sienten atraídos por el mismo tipo de actividades (Sanmartín, 1994). Castaño et al (2010) afirman que “Sabemos que cada persona tiene un estilo diferente de aprendizaje en función de sus capacidades individuales. Una consecuencia interesante es que cada estilo de aprendizaje requiere distintas estrategias didácticas. La tarea del profesor será conocer qué estrategias didácticas son más adecuadas para cada estilo. Por lo tanto, una ajustada combinación de actividades enfocadas a diferentes estilos de aprendizaje hará más satisfactoria y eficaz la actividad del docente y permitirá conseguir un aprendizaje más significativo y permanente en *todos* nuestros alumnos.”

El medio social y cultural en el que se desenvuelve un adolescente y en general cualquier ser humano, determina las características individuales que va a desarrollar. Dichas características o diferencias, participarán en la formación de los “estilos” del alumno o de la persona (cualquiera que sea el campo en el que se desarrollen). El ser consciente de esta diferencia conduce a preguntarse ¿Cómo presentar los temas para despertar un mayor interés? ¿Qué problemas y actividades seleccionar que contemplen los distintos estilos de aprendizaje de los alumnos?

¿Cuál es la mejor estrategia didáctica? Depende del estilo de aprendizaje del alumno. “Enseñar implica, por lo tanto, atender la diversidad en términos del estilo de aprendizaje de los estudiantes” (Castaño et al, 2010). Según Alonso (2002), una seria reflexión sobre el estilo de aprendizaje de los alumnos podría ayudar a un diseño más adecuado de los cursos, y al desarrollo de materiales y recursos mejor adaptados. Para Miller (2002) los estilos de aprendizaje están relacionados con características cognitivas, afectivas y de comportamiento psicológico que sirven como indicadores relativamente estables de cómo un aprendiz percibe, interactúa y responde a un ambiente de aprendizaje, es importante encontrar el enfoque pedagógico que anime a aprender a todos los estudiantes, independientemente de su estilo.

Se considera que el conocimiento por parte del docente de los estilos de aprendizaje predominantes y la toma de conciencia en los alumnos de cuáles son las actitudes que ponen en juego en una situación de aprendizaje, resultan importantes en la interrelación didáctica docente-alumno. (Spengler et al, 2012)




Alonso et al (2002) suponen que los estilos de aprendizaje pueden trabajarse desde los diferentes enfoques educativos que responden a las teorías conductistas, cognitivistas, humanistas, neurofisiológicas, elaboración de la información o con un enfoque constructivista.

Algunos de los elementos que conforman un estilo de aprendizaje son (Lozano, 2009)

- ❖ Preferencia: actitud consciente de una persona como los gustos y elecciones.
- ❖ Tendencia: acción que lleva a cabo una persona, en ocasiones de manera inconsciente.
- ❖ Patrones conductuales: comportamientos comunes o constantes que presenta una persona ante situaciones específicas, como las rutinas.
- ❖ Habilidad: capacidad física o mental, que sobresale en una persona.

Además del estilo de aprendizaje, es muy importante que se considere la disposición de aprender que tiene el estudiante en ese momento, porque esto está directamente relacionado con el estado físico y/o psicológico que lo estimula para llevar a cabo o no, una acción. Cabe aclarar que la motivación es parte de la disposición y en ella es muy importante la acción del maestro y los materiales, pero es definitiva la actitud del alumno.

Tendencias cognitivas como la percepción, el juicio, la atención y la memoria, influyen en la forma en la que las personas adquieren su conocimiento, es decir, en su forma de registrar, procesar, almacenar y utilizar la información, que reciben de todo su entorno. El ser humano tiene la habilidad para aprender muchas cosas de diferentes maneras, así que dependiendo de lo que necesite, será el estilo de aprendizaje al que recurra, o la habilidad que emplee.

Existen diversos modelos de estilos de aprendizaje, pero como ninguno de ellos representa una clasificación que incluya a todos los individuos (Castaño et al, 2010), se decidió tomar la clasificación de Brandler y Grinder, estructurada por tres sistemas de representación: el auditivo () , el kinestésico () y el visual () esta clasificación está basada en la propuesta del modelo de Programación Neurolingüística (Contreras y del Bosque, 2004; Manual de la SEP, 2004).

De acuerdo a este modelo, los sistemas de representación son los siguientes:

- Sistema de representación **visual**: pertenece a aquellas personas cuyo sentido visual está más desarrollado que los otros cuatro. La manera en la que observan las cosas es su primera opción para la representación, asimilación y procesamiento, de la información que reciben del exterior.

Los visuales tienden a asimilar mucha información y rápidamente, esto se debe a que básicamente su mente trabaja con imágenes, a todo se las asocian. Entienden al mundo tal como lo ven, el aspecto de las cosas es lo más importante.

Los visuales representan la información de manera global, lo que les permite establecer fácilmente relaciones entre distintas ideas y conceptos.

- Sistema de representación **auditivo**: pertenece a aquellas personas cuyo sentido auditivo predomina sobre los demás, les es más fácil aprender a través de lo que escuchan, que de lo que ven y hacen. Sin embargo, y a diferencia de los visuales, necesitan seguir una secuencia ordenada durante sus recuerdos o en la construcción de algún conocimiento, es decir, almacenan la información por bloques, si les falta una palabra, se pierden completamente.

El tono en la voz, el ritmo, el timbre, la entonación, tiene mucha importancia para las personas auditivas. Son excelentes conversando y por lo mismo, tienden a monopolizar la plática, les gusta escucharse a sí mismos.

- Sistema de representación **kinestésico**: pertenece a aquellas personas que para aprender mejor, necesitan hacer uso del tacto, el olfato y/o el gusto, es decir, necesitan registrar la información que se les proporciona a través de lo que su cuerpo descubre. Perciben y registran mejor la información que reciben del exterior a través de sus sensaciones y de lo que hacen.

El estilo de aprendizaje kinestésico requiere de mayor tiempo para que la información sea registrada y procesada, tiene la ventaja de que no se olvida. Cuando se aprende a andar en patines, nunca se olvida, aunque transcurra mucho tiempo sin que esta actividad se realice.

Los kinestésicos, necesitan estar en constante movimiento, por eso, cuando están en clases, para ellos es más importante y relevante lo que se hace que lo que se dice.

El siguiente cuadro, **tabla 1** proporciona una guía de las actividades a las que se puede recurrir al planear una clase, con cada sistema de aprendizaje (SEP, 2004).

Visual (ver, mirar)	Auditivo (escuchar, oír):	Kinestésico (realizar):
Películas, dibujos, videos, mapas, carteles, diagramas, fotos, caricaturas, diapositivas, pinturas en exposiciones, tarjetas, el cielo a través de telescopios, partículas con ayuda de microscopios, bocetos, etc.	Debates, discusiones, cintas de audio, clases magistrales, lecturas realizadas por una persona, audiolibros, canciones con diversos ritmos, conferencias, telefonemas, entrevistas, etc.	Trabajos de campo, pinturas, dibujos, bailes, actividades experimentales, actividades manuales, exposiciones, composturas, etc.

Tabla 1
Actividades sugeridas para cada sistema de aprendizaje

Tomando en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes, se puede construir una estrategia que logre motivarlos. Para que los alumnos tengan mayores posibilidades de aprender significativamente es conveniente utilizar una variedad de herramientas en la planificación de las estrategias.

Propuesta y metodología

Con base en los puntos anteriores se elaboró una propuesta, que motive al alumno a estudiar una serie de fenómenos térmicos, para que los puedan comprender y aplicar a fin de que el conocimiento sea significativo.

Los principales elementos para la construcción de esta tesis fueron los siguientes:

- a) Aportaciones de Ausubel en lo referente al aprendizaje significativo. (De Miguel, 2006)
- b) Ideas previas de los estudiantes respecto a los conceptos involucrados (Hierrezuelo, 1989)
- c) Estilo de aprendizaje de acuerdo al modelo de Brandler y Grindler. (SEP, 2004). Los cuales, fueron identificados a través de la aplicación de un cuestionario de 27 preguntas que se encuentra en el ***Anexo 0.0***
- d) Temas y/o conceptos, relacionados con las primeras tres leyes de la Termodinámica. (Máximo y Alvarenga, 2003; Zemansky 1990),

El resultado, son planes de clase que describen la aplicación de la propuesta desarrollada, debido a que es una forma de trabajo familiar para el docente. En cada uno, se explica cómo se llevó a cabo cada clase y se anexa el material didáctico que se utilizó. Las sesiones se diseñaron para una duración aproximada de hora y media cada una.

Se trabajó con 8 grupos de 40 a 50 alumnos cada uno, durante 8 semestres. En los tres primeros se realizó una prueba parcial y en los cinco últimos se aplicó toda la propuesta.




En las estrategias de clase se privilegió el trabajo en grupos pequeños, con la finalidad de facilitar la comunicación entre los estudiantes, bajo el entendido que sus lógicas son más próximas e interactúan de forma más efectiva que con el docente. En cada grupo se formaron 6 equipos o grupos de trabajo equilibrando dentro del equipo los diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico) con la intención de que se complementaran. La literatura pone de manifiesto que el desarrollo se favorece cuando hay divergencia entre los individuos (Sanmartín, 1994).


Se decidió utilizar estos estilos por:


- La sencillez de esta clasificación, que permite identificar el estilo predominante en cada alumno por medio de la aplicación de un cuestionario
- La facilidad de diseñar actividades y estrategias tomando en cuenta estos estilos (visual, auditivo y kinestésico)


- La posibilidad de equilibrar los equipos de trabajo a partir de los diferentes estilos de aprendizaje.

La idea de incorporar los estilos de aprendizaje durante todas las clases surge de la inquietud por comprobar si es posible involucrar a todos los estudiantes de un grupo en el desarrollo de una clase, aunque ésta sea numerosa. El hecho de tomar en cuenta la manera en la que cada uno de los estudiantes aprende, es un punto importantísimo, porque cada alumno puede sentirse tomado en cuenta. Pocas estrategias consideran los sistemas de aprendizaje de los alumnos.

El estilo de aprendizaje de Brandler y Grinder, está estructurado por tres sistemas, el auditivo () , el kinestésico () y el visual (). Y aunque todas las actividades sirven para trabajar con todos los sistemas de aprendizaje, algunas de ellas están dirigidas especialmente a uno de ellos. Así que para indicar que actividades corresponden a que sistema, en cada plan de clase se recurrió a la imagen mostrada al principio de este párrafo.

En muchos de los planes se recurre a la discusión y/o análisis de ideas, respuestas, etc., con el fin de favorecer a los alumnos cuyo sistema de aprendizaje es el auditivo () , para que los estudiantes sociabilicen y se genere en ellos tolerancia, respeto hacia las ideas de sus compañeros y su forma de aprender.

En todas las sesiones, se utilizan diagramas e imágenes, para atender a los alumnos cuyo sistema de aprendizaje es el visual ().

En el desarrollo de esta propuesta los estudiantes kinestésicos () son atendidos a través de actividades experimentales, resolución de ejercicios, construcción de prototipos en miniatura, elaboración de dibujos, etc.

El tomar en cuenta los estilos de aprendizaje aportó algo importante al funcionamiento de la clase, pues los estudiantes actuaban bajo la consigna de que cada uno de ellos podía aportar algo. También fue importante, que cada uno de los alumnos comprendiese que cuando se realiza un trabajo en equipo, el éxito o el fracaso del mismo está en función de lo que cada integrante aporte. Cada actividad realizada en equipo, ya sea en el salón de clases o en el laboratorio, se realizó bajo un ambiente de trabajo colaborativo y respetuoso, en armonía, todos los integrantes tenían que respetar a sus compañeros y sus puntos de vista, cada quién tuvo el derecho de expresarse, pero de la misma manera, tenía que dar la oportunidad a otros de opinar.

Planes de clase

La **estructura general** de cada plan de clase se elaboró considerando apertura, desarrollo y cierre, como se suele recomendar en las clases de didáctica.

- En la apertura se incluye la revisión de tareas, la retroalimentación de lo visto en la clase anterior por medio de preguntas dirigidas o alguna otra actividad que conlleve traer a la memoria de trabajo los conceptos que se requieren para la nueva sesión.
- Durante el desarrollo de la clase, se recurrió a un problema generador y a la construcción de algún prototipo, la comprobación de la hipótesis a la solución del problema generador a través de un desarrollo experimental, la resolución de algunos ejercicios numéricos aplicados a la vida cotidiana, etc., para guiar a los estudiantes a la comprensión y aplicación de los conceptos vistos en cada clase.
- Para el cierre, básicamente, la maestra retoma, compara y aclara las respuestas que los alumnos dieron a las preguntas hechas durante el planteamiento de los problemas generadores, antes y después del desarrollo de la clase, De tarea se dejó alguna lectura, o la resolución de algunos ejercicios numéricos.

Cada una de las estrategias, actividades, dinámicas, que se desarrollaron y/o aplicaron, en cada uno de los planes de clase construidos, buscó motivar al estudiante, para provocar en él un interés por la Física que más adelante, le permitiera entender, comprender, analizar, aplicar, y sobretodo relacionar los nuevos conocimientos de cada sesión con sus conocimientos anteriores de manera que el aprendizaje resultara significativo.

Durante la planeación de una clase, además de tomar en cuenta como aprende el alumno, es necesario considerar lo que este ya sabe, así, el docente puede ratificar el nivel de su grupo y sabrá hasta donde le puede exigir para posteriormente, tratar alcanzar un nivel de aprendizaje superior. El tomar en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje llevó a planear clases más variadas, todos los estudiantes realizaban todas las actividades, no únicamente las que correspondían a su estilo de aprendizaje. Es importante señalar que aunque algunas temáticas de la clase de física pueden requerir estrategias de enseñanza que parezcan favorecer a algún estilo de aprendizaje, como profesor siempre se debe estar atento a esta situación para proponer una variedad de estrategias que favorezcan a todos los aprendizajes.

Parte de los conocimientos previos de los alumnos, son ideas previas, que para algunos docentes son obstáculos a vencer y para otros, ideas que nunca se van a modificar y que siempre van a permanecer en la mente de sus estudiantes. Este es un tema con algún tiempo ya dentro de la educación, pero que nunca ha dejado de ser interesante y debatible, por eso es que se la ha considerado como parte de esta propuesta. De hecho, en todas las ramas de la Física clásica, existen muchas ideas previas que pueden servir como detonante para motivar al estudiante a través de alguna pregunta o experimento que tenga como explicación una idea contraria a lo que el alumno espera.

Estrategias más recurrentes en la elaboración de los planes de clase.

Al iniciar cada unidad o bloque se realizó una evaluación diagnóstica, que permitió identificar el nivel del grupo para que en función de ello, se tomaran decisiones que ayudaran a mejorar el desarrollo de la clase ya planeada. Para los alumnos, dicha evaluación representó la oportunidad de comparar sus conocimientos con los de sus compañeros y por lo tanto, de enterarse que tanto sabían de los temas que se estaban evaluando.

El hecho de contarle a los alumnos parte de la historia de la Termodinámica, permitió por un lado, hacerles ver a los estudiantes que es una ciencia fenomenológica, es decir, que se desarrolló en base a observaciones hechas a través de la experimentación y por el otro, que se dieran cuenta de que es posible tener errores durante este proceso.

Los diagramas mostrados en cada uno de los planes de clase además de atender a los alumnos visuales, expusieron la forma en la que el concepto principal estaba relacionado con los ya vistos y ayudaron a los alumnos en general, a tener un mejor registro de la información con la que se trabajó en cada sesión.

El planteamiento de problemas generadores fue la estrategia encargada de introducir los conceptos correspondientes a cada uno de los temas eje que se desarrollaron en esta propuesta. Fueron problemas basados en hechos de la vida cotidiana, situaciones que varias veces se presentan en la vida y a los que los estudiantes tenían que dar una respuesta al inicio y al final de la clase.

Además de introducir los conceptos con los que se trabajó en cada clase, los problemas generadores también se utilizaron para que:

Al iniciar la clase los alumnos:

- Revisaran su nivel de conocimientos.
- Aprendieran como varios conceptos se relacionan para explicar el mismo fenómeno.

Al finalizar la clase, los alumnos:

- Vieran la aplicación de lo que aprendieron.
- Revisaran la validez científica de sus ideas previas. Esto los lleva a darse cuenta de que suelen ser incompletas y en otros casos incorrectas

Las actividades experimentales planteadas durante el desarrollo de la mayoría de los planes de clase, sirvieron para que los estudiantes kinestésicos, tuvieran la oportunidad de hacer y probar algunas variaciones con los materiales u objetos que tenían enfrente, para que los visuales, puedan ver y razonar acerca de las explicaciones de los experimentos que se están realizando y para que los auditivos, puedan debatir con sus compañeros acerca de lo que están viendo y haciendo.

Un formato o una guía para el laboratorio, restringe a los estudiantes en su creatividad en su propósito por generar nuevos experimentos, o simplemente en el deseo de ver qué pasa cuando algo cambia en el dispositivo con el que se está haciendo una práctica, por eso es que en todas las actividades experimentales que se desarrollaron en esta propuesta, se omitieron los formatos. Sin embargo, sí se hizo hincapié de manera oral y con pequeñas indicaciones escritas en el pizarrón, en cuáles eran los objetivos de cada actividad experimental y cuáles eran las actividades o experimentos que como mínimo se debían efectuar, para que una vez cumplidas ambas metas, y si daba tiempo, los estudiantes realizaran las variaciones que quisieran sobre los dispositivos que estaban manejando, sobre las variables que se estaban controlando o sobre ambos, y así, pudiesen agregar algunas conclusiones u observaciones, además de las correspondientes a las actividades indicadas.

Después de realizada la práctica, se planteaban al grupo preguntas que tenían que ver con los temas revisados durante cada sesión, con la idea de que las respuestas se relacionaran tanto con los problemas generadores como con las demás actividades y así, conducir a los alumnos a la definición a través de una lluvia de ideas, de los conceptos que se trabajaron en cada sesión.

En algunas clases se recurrió a la resolución de ejercicios numéricos que bien diseñados, dejaron de ser un simple enunciado que había que resolver con ayuda de una fórmula y sirvieron a los estudiantes para desarrollar habilidades en la resolución de ejercicios numéricos, en la realización de operaciones matemáticas, en la interpretación de la información que el enunciado del ejercicio les proporcionaba, pero sobre todo, en la interpretación de los resultados obtenidos, era necesario que los alumnos aprendieran que en la mayoría de las ocasiones un número es más que eso, que por lo menos, sirve para indicarles si el ejercicio se ha resuelto correctamente o no, pero también se les indicó que para llegar a este punto cuando resuelven un ejercicio, es necesario que primero entiendan los conceptos que se han visto en cada una de las clases, porque de no ser así, por supuesto que los números seguirán sin tener ningún sentido. Así que con la resolución de ejercicios, se relacionó lo aprendido y lo vivido en situaciones reales, esta situación pasó de ser una simple caligrafía matemática, a un ejercicio en el que se tenían que aplicar los nuevos conocimientos y los anteriores, si era posible.

La estrategia utilizada para la realización de una lectura, tenía como propósito, que los alumnos leyeran con mayor atención para que entendieran lo que leían y sobre todo, lo recordaran.

Al final de cada clase, se les dejaba a los alumnos tarea, que generalmente consistía en la investigación de un tema, la realización de algún proyecto o la resolución de algunos ejercicios numéricos, las cuales, tenían como función retroalimentar una vez más al estudiante y/o prepararlo para el desarrollo de la siguiente clase. Entre estas tareas sobresalen las relacionadas con encontrar alguna aplicación con su entorno.

Cómo se evaluaron los avances de los estudiantes

En cada una de las sesiones planeadas se evaluó constantemente, tomando en cuenta todo lo que los alumnos hicieron por medio de preguntas dirigidas, rondines a los equipos de trabajo, análisis entre todo el grupo y el docente, además de autoevaluaciones y dos exámenes con dos claves cada uno, el primero, para evaluar la ley cero de la termodinámica y el segundo, para evaluar, la primera y segunda ley de la termodinámica.

Niveles de desempeño, cognitivos o rendimiento

Con la finalidad de tener un parámetro que permita identificar los avances de los estudiantes se presentan 3 clasificaciones de niveles de desempeño ampliamente utilizados en el medio de la docencia del bachillerato. Estas clasificaciones son: la elaborada por el consejo académico del bachillerato de la UNAM (2001), la clasificación de PISA (2009) y la taxonomía revisada de Bloom (Anderson, 2001).

El objetivo de mostrar algunas de las clasificaciones que existen acerca de los niveles de desempeño que pueden ser alcanzados por los estudiantes, es proporcionar una referencia a la que se puede recurrir de manera rápida para verificar si la estrategia de aprendizaje construida en esta tesis, ha contribuido a aprendizajes de mayor nivel en los estudiantes o no. También proporcionan una referencia a la hora de elaborar las evaluaciones de los aprendizajes ya que si el maestro evalúa únicamente a nivel de memorización, no se puede esperar que los estudiantes apliquen modelos y hagan inferencias para la resolución de problemas.

A groso modo, dichas clasificaciones son “similares”, si se coloca una al lado de la otra, se observan ciertas similitudes, por ejemplo, para pasar del nivel 1 al 2, en todas las clasificaciones, los alumnos pasan de un reconocimiento o identificación del concepto o tema a una comprensión del mismo, es decir, pasan de la repetición de lo que aprenden, a la interpretación o clasificación del conocimiento adquirido (*tabla 2*)

Niveles de desempeño	Anderson (2001)	UNAM (2001)	PISA (2009)
1 mas bajo	Recordar	Posesión de la información. Recuerda y reproduce sin modificar	Conocimiento limitado con aplicación a situaciones familiares
2	Comprender	Comprensión, interpreta la información, clasifica, ejemplifica y sigue instrucciones	Explicaciones posibles en contextos familiares. Razonar sin inferencias. Interpretaciones literales
3	Aplicar		Identificar, interpretar y emplear conceptos científicos en diferentes contextos. Seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos. Realizar aplicaciones
4	Analizar	Elaboración conceptual. Establecer analogías, causas, consecuencias, efectos o conclusiones.	Hacer inferencias sobre el papel de la ciencia o de la tecnología. Seleccionar información e integrar explicaciones, enlazar explicaciones científicas con aspectos de la vida cotidiana
5	Evaluar	Solución de problemas. Generaliza y adapta los conocimientos para resolver problemas nuevos que se le presenten	Comparar, seleccionar y evaluar evidencia científica para responder a situaciones concretas. Visión crítica. Elaboración de explicaciones basadas en evidencia y argumentos basados en análisis críticos
6 mas alto	Crear		Identificar, explicar y aplicar el conocimiento científico de manera consistente en una variedad de situaciones complejas. Enlazar fuentes de información y utilizar evidencias que surgen de estas fuentes. Desarrollar argumentos con base en el conocimiento científico.

Tabla 2
Características de cada nivel de desempeño

Capítulo 2

Planes de Clase de las Primeras Tres Leyes de la Termodinámica

Ley cero de la Termodinámica (Temperatura)

El ***diagrama 1*** y los cinco planes de clase que a continuación se presentan exponen el orden y la forma en la que se trabajó con los conceptos y temas relacionados con la ley cero de la termodinámica.

El camino recorrido, comienza con la aplicación de una evaluación diagnóstica que contiene tres conceptos clave en el desarrollo de la ley cero: equilibrio térmico, temperatura y dilatación. Se prosiguió con estrategias como por ejemplo, el planteamiento de problemas generadores y actividades experimentales para trabajar los siguientes conceptos y temas en el siguiente orden

Clase 1, sistema, alrededores, paredes (aislantes y diatérmicas).

Clase 2, construcción de dispositivos que detectan y miden el cambio en la temperatura de un sistema y manejo de diferentes escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin.

Clase 3 equilibrio térmico.

Clase 4, temperatura y dilatación (lineal y volumétrica).

Clase 5, comportamiento anómalo del agua.

Ley cero de la Termodinámica (Temperatura)

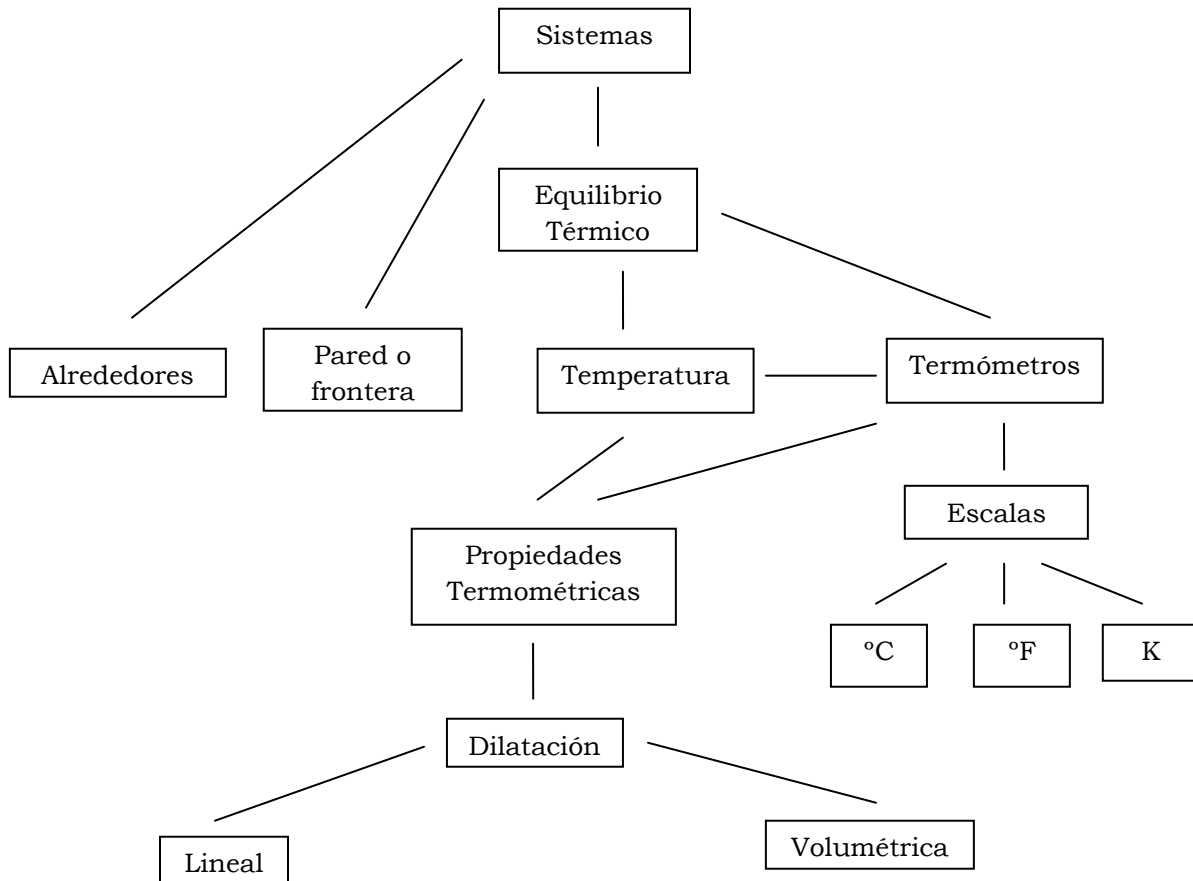


Diagrama 1

Clase 1


La sesión inició con la aplicación del **Anexo 0.1 (evaluación diagnóstica)**¹ y a su término, un panorama de lo que estudia la Termodinámica y parte de su historia fueron comentados ante el grupo. Se resaltó el hecho de que esta rama de la Física es fenomenológica debido a que sus leyes se formulan partiendo de observaciones y generalizaciones de la experiencia, sin dar una explicación mecanicista de las causas de que una sustancia tenga las propiedades que se observan. Se resaltó el hecho de que la Termodinámica nace a partir del estudio del funcionamiento de algunas máquinas térmicas (con las cuales se trabajó a partir de la clase 11).

Se prosiguió planteando al grupo el problema generador **P 0.1**.

► **P 0.1** En la película titulada “Un día después de mañana”, un grupo de personas, formado en parte por algunos estudiantes y un señor que vivía en la calle junto con su perro, se protegían de las inclemencias del tiempo en una biblioteca. Entre los problemas que tenían que resolver uno de ellos era cubrirse prácticamente con lo que encontraran.




Para analizar específicamente lo que con en el problema generador **P 0.1** se quiso describir, las siguientes cuatro preguntas escritas en el pizarrón se utilizaron.

1. Como la biblioteca contaba con un guardarropa ¿las personas que alcanzaron los abrigos más gruesos eran las que estaban mejor protegidas del clima que las que se cubrieron con chamarras delgadas?
2. ¿Por qué el señor que vivía en la calle le sugiere a uno de los estudiantes ponerse entre su cuerpo y la ropa, las hojas de los libros?
3. ¿Cambiaría la situación si en lugar de las hojas de los libros hubiesen utilizado papel aluminio? por ejemplo, ¿Por qué?
4. Mientras esperaban a que llegara el padre de uno de los estudiantes a rescatarlos, el grupo permanecía en una de las salas de la biblioteca en donde había una fogata y varios sillones, sobre los que algunas de las personas dormían. Para los que no alcanzaron sillón, ¿sobre qué tipo de superficie les hubieras sugerido dormir?, ¿Por qué?

Cuando los alumnos terminaron de responder en su cuaderno a las cuatro preguntas anteriores, se escucharon algunas de las respuestas y se les pidió que pensarán en la relación que éstas pudiesen tener con el **diagrama 2**² además de copiarlo (³).

1.- Lo comentado por los alumnos se retomó en la clase 5

2.- Todos los diagramas expuestos en cada clase, fueron copiados por los alumnos. Los conceptos “nuevos” de cada sesión están encerrados en rectángulos mientras que los ya vistos en clases pasadas están encerrados en elipses.

3.- De aquí en adelante se utilizará la siguiente nomenclatura  = auditivo,  = visual,  = kinestésico para indicar que la actividad descrita atiende **ESPECIALMENTE** a ese tipo de sistema de aprendizaje.

Como el grupo se formó una idea de cuáles iban a ser los conceptos que se trabajaron en esta clase, se procedió a la realización de una actividad experimental⁴ en la que se guió a los alumnos para que, estuvieran muy atentos a lo que construían, observaban y los comentarios que se hacían en cada una de los experimentos realizados.

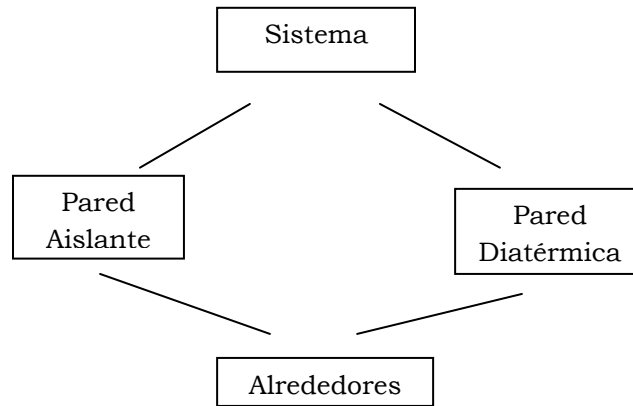


Diagrama 2

El material que cada equipo trajo para el desarrollo de la actividad experimental fue:

- Una lata de refresco.
- Periódico.
- Una bufanda.
- Un vaso de unicel.
- Unos 20 cubos de hielo envueltos previamente en papel periódico y dentro de una bolsa de plástico para que conserven su estado el mayor tiempo durante su transportación.

Del almacén de laboratorio el material requerido fue el siguiente:

- Un mechero bunsen
- Un vaso de precipitados de 500 ml
- La base metálica del soporte universal
- Un tortillero

La práctica, **Actividad Experimental 0.1**, consistió en (👉)⁵:

4.- Los equipos que los alumnos integraron para trabajar tanto en el laboratorio como en el salón de clase, se 21 formaron al inicio del curso, tomando en cuenta el estilo de aprendizaje de cada uno.

5.- En todos los experimentos realizados en esta actividad está presente la conductividad térmica, sin embargo se omitió su mención por la estrecha relación que dicho concepto tiene con el de calor. Ambos conceptos se trabajaran a partir de la clase 6.

- Colocar un cubo de hielo dentro de cada uno de los siguientes recipientes o sobre cada una de las siguientes superficies:
 - i. Caja metálica, base de metal o dentro de la lata de refresco.
 - ii. Vaso de unicel.
 - iii. Bufanda.
 - iv. Vaso de plástico.
 - v. Papel periódico.
 - vi. Base de madera.

- Calentar agua dentro de un vaso de precipitados hasta que hierva para introducir la mitad en la lata de refresco y la otra mitad en un vaso de unicel. Enseguida, ambos recipientes, lata y vaso, se meten en un tortillero de unicel con agua a temperatura ambiente, la que se evitó se mezclara con la que contenían la lata y el vaso de unicel. Los alumnos tienen que describir lo que sienten al meter una mano en cada recipiente segundos después de que la lata y el vaso se meten al tortillero.

- Utilizar nuevamente agua caliente para colocarla dentro de la lata de refresco. Posteriormente a esta lata se le colocan a un lado, un vaso de unicel, uno de plástico y uno de vidrio, a los cuáles previamente se les introdujo agua a temperatura ambiente. De nuevo, hay que describir, lo que se siente al meter las manos en cada recipiente, ver *imagen 2*.



Imagen 2
El vaso de en medio es el que contiene el agua caliente

- Repetir el experimento del párrafo anterior pero ahora el agua caliente se coloca dentro del vaso de unicel.

- Repetir una vez más el paso anterior pero ahora, el agua caliente se introduce dentro del vaso de precipitados.

Antes de que los equipos realizaran la práctica se les pidió que predijeran el resultado en cada actividad para que a su término, dicha hipótesis se comparara con lo sucedido en cada experimento.

Al término de la práctica, se plantearon al grupo las siguientes preguntas, que mediante una plenaria se analizaron:

5. ¿Tienen algo que ver las actividades anteriores con el hecho de que cuando compramos un atole nos lo den en un vaso de unicel y no en uno de plástico?
6. ¿Por qué cuando tomamos café nos lo servimos en una taza y no en un vaso de vidrio, por ejemplo?
7. ¿Por qué los termos están contruidos por dos cilindros con una capa de aire entre ellos?

Las respuestas dadas por los alumnos a las preguntas arriba mencionadas, junto con las observaciones de las actividades experimentales acabadas de realizar, sirvieron para que entre todos (docente y grupo) definieran los conceptos mostrados en el diagrama 2⁶.

Sistema: es una porción del universo, que se aísla y que está formada por un conjunto de objetos que interactúan entre sí para estudiar un fenómeno reproducido.

Alrededores: Es toda porción del universo que rodea al sistema y que interactúa o no con él.

Pared: Es una porción del universo (zona), imaginaria o real, que separa a los alrededores del sistema. En algunas ocasiones está representada por un muro, una línea, etc.

Pared Aislante: Es aquella que EVITA el contacto o la interacción térmica del sistema con los alrededores.

Pared Diatérmica: Es aquella que PERMITE el contacto o la interacción térmica del sistema con los alrededores.

Interacción térmica: transmisión de energía entre dos sistemas.

Cuando se dio la definición de pared aislante, se hizo un especial énfasis en el hecho de que si se observa un sistema encerrado por una pared que se considera aislante durante un tiempo lo suficientemente grande, se observará que la pared no evita totalmente la interacción térmica, por lo que su comportamiento como pared aislante es aproximado, mientras que si el tiempo de observación es pequeño, la aproximación es muy buena. Como por ejemplo las hieleras hechas de unicel, mantienen los hielos completos aproximadamente dos horas, durante este tiempo, el unicel se puede considerar una pared adiabática o aislante.

Al término de todas las prácticas que se realizaron y ya definidos los conceptos, los alumnos entregaron un reporte en el que describieron lo que hicieron, lo que vieron, los resultados obtenidos y sus conclusiones. En esta clase en particular, también se les pidió que consideraran las predicciones


6.- Éstas y todas las definiciones que se fueron generando en cada clase, se escribieron en el pizarrón

que habían hecho antes de comenzar la actividad experimental y que justificaran aquellas en las que el resultado fue inesperado.

Como fue la primera sesión bajo este ritmo de trabajo, la entrega del reporte correspondiente se les dejó para la próxima clase, pero a partir de la siguiente actividad experimental el reporte se entregó ese mismo día, con el objetivo de que todos los integrantes del equipo colaboraran.

Al finalizar la actividad experimental, se retomaron de las preguntas 1 a la 4 y se les pidió a los alumnos que sin ver sus primeras respuestas, las contestaran de nuevo en su cuaderno. Al concluir la actividad se contrastaron las respuestas, se discutieron varias de ellas y los alumnos aprendieron algo más acerca de cada uno de los conceptos trabajados.

De tarea, se les indicó a los estudiantes que:


- a) Formaran una lista en la que a un lado de cada uno de los conceptos aprendidos (sistema, alrededores, paredes aislantes y paredes diatérmicas) escribieran 3 ejemplos.
- b) Realizaran la siguiente actividad experimental en su casa y que describieran en su cuaderno lo que habían sentido en sus manos **Actividad Experimental 0.2** ().
Tenían que colocar una de sus manos dentro de un recipiente con agua fría (de preferencia que fuera agua con algunos hielos), la otra, en otro recipiente que contuviera agua caliente y después de dejarlas sumergidas durante algunos segundos, tenían que meter ambas manos en un recipiente con agua a temperatura ambiente.
- c) Trajeran el siguiente material.
 - Un frasco de gerber.
 - Un par de popotes.
 - Alcohol.
 - Una capsula de plástico, como la de los huevos Kinder
 - Plastilina epóxica.
 - Un palillo.
 - Un resorte metálico y pequeño como el de la cuerda de un carrito, o bien, el arillo metálico de un cuaderno.

Clase 2

Lo primero que se hace es revisar la tarea.⁷

La sesión prosiguió con un repaso de lo que se trabajó en la clase anterior, pidiéndole a algunos de los alumnos, que expresaran cuales fueron los ejemplos que dieron para cada uno de los conceptos revisados.

7.- Todas las clases comenzaron con la revisión de la tarea.

Terminada la actividad anterior, el **diagrama 3**⁸ () se utilizó para presentar los temas con los que se trabajó en esta clase, el de termómetros y escalas termométricas.

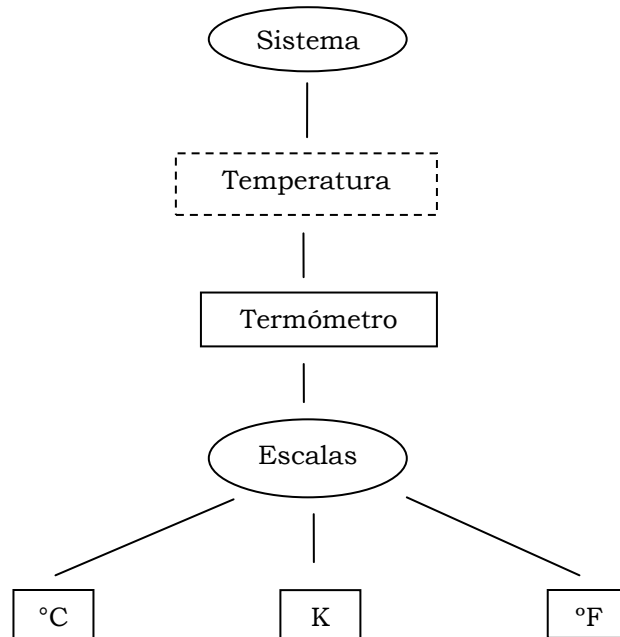


Diagrama 3

Después de la presentación del diagrama, se les pidió a los alumnos que describieran lo que es la temperatura para ellos, estas ideas fueron registradas en el pizarrón y en el cuaderno de cada alumno. En este punto de la clase, salieron a relucir las ideas previas acerca de este concepto, pero aún con ellas en mente, los estudiantes saben que el termómetro es el instrumento que mide la temperatura de un objeto y este fue el apoyo para el desarrollo de esta clase.

El siguiente paso fue guiar a los alumnos para que pronunciaran la palabra termómetro, por lo que se les pidió que recordando lo que habían sentido en sus manos durante el experimento de la **Actividad Experimental 0.2** (el cual, se les dejó de tarea en la clase anterior) contestaran las siguientes preguntas⁹.

8. Al meter ambas manos en el recipiente con agua a temperatura ambiente ¿Por qué una mano sentía el agua fría y la otra el agua caliente?
9. El agua, ¿estaba fría de un lado y caliente del otro?
10. ¿Qué se necesita para estar seguro de si “algo” está “frío” o “caliente”?

8.- El recuadro de la temperatura aparece punteado porque en esta clase solamente se recurre al conocimiento previo que el estudiante tiene acerca de este concepto, el cual se definirá en la siguiente clase. 25

9.- Nótese que se están empleando las palabras frío y caliente, además de que es imposible hacerlas a un lado, se recurre una vez más a las ideas previas que los alumnos tienen con respecto a éstas dos palabras.

Se escucharon las respuestas dadas por los alumnos y se prosiguió con la **Actividad Experimental 0.3** (🖐️), aclarándoles a los estudiantes que los dispositivos que iban a construir eran **termoscopios** (instrumentos que detectan el cambio en la temperatura de un sistema pero que no la miden).

- El primer termoscopio en ser construido fue el que contenía alcohol. Para esto, a un frasco de gerber (o cualquier otro) se le vertió alcohol mezclado con pintura vegetal y a su tapa se le hizo un orificio para que lo atravesara un popote, ver **imagen 3**.



Imagen 3
Termoscopio de gas

- El segundo termoscopio se construyó a partir de un pedazo de la espiral de un cuaderno¹⁰. Uno de sus extremos se insertó en un pedazo de cartón y al otro, se le pegó un palillo, ver **imagen 4**.



Imagen 4
Termoscopio de metal

El tercer termoscopio en construirse fue el de la capsula de plástico¹⁰, ver *imagen 5*.



Imagen 5
Termoscopio de gas

El siguiente paso fue convertir los termoscopios en termómetros y como apoyo se planteó la siguiente pregunta al grupo.

11. ¿Puedo saber cuál es la temperatura de mi cuerpo si quiero utilizar cualquiera de los termoscopios que se construyeron?

En función de lo que los alumnos contestaron se hizo una breve discusión y se les pidió que leyeran el **Anexo 0.2 (breve historia de las escalas termométricas)**, tomando en cuenta la estrategia siguiente:

Para darse una idea del tema de la lectura **Antes** de comenzar a leerla, se revisan los dibujos, los títulos, las palabras resaltadas, etc. **Durante** la lectura se subraya lo más importante y de vez en cuando se hace una breve pausa para recapitular lo que se leyó hasta esos momentos. Por último, **Después** de leer, la elaboración de un mapa mental, conceptual, diagrama, cuadro sinóptico, etc., es decir, cualquier organizador gráfico o concentrado, ayuda a que lo leído se recuerde con mayor facilidad.

La realización de la lectura sirvió para resaltar el hecho de que dos valores que representen cada uno de ellos a una temperatura conocida, se pueden utilizar como referencia para generar una escala que se utilice para medir la temperatura de algún sistema (siempre y cuando la sustancia que detecta los cambios de la temperatura, varíe linealmente con la temperatura).

Para que los alumnos concluyeran que ellos también pueden crear su propia escala termométrica, el siguiente paso fue graduar el termoscopio con alcohol construido en la **Actividad Experimental 0.3**



La clase continuó tomando como apoyo la graduación que cada equipo le asignó a su termoscopio, y la lectura realizada del **Anexo 0.2 (breve historia de las escalas termométricas)**, para explicarles a los alumnos que aunque existen varias escalas termométricas, una de ellas es la que se utiliza como escala principal, la Kelvin, que incorpora el límite de temperatura más bajo, al que un sistema podría acercarse sin alcanzarlo.

Al término del comentario anterior, se utilizó el **Anexo 0.3 (comparación entre escalas)** para mostrarles a los estudiantes como es la relación matemática que existe entre las escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin y se plantearon el siguiente par de preguntas para introducir la resolución de algunos ejercicios numéricos y así, poner en práctica lo aprendido:

12. ¿Tiene “calentura” una persona que registra en un termómetro una temperatura de 313 K?

13. ¿Hace calor en Los Cabos, Baja California, si el termómetro registra una temperatura de 104 °F?

Para que los alumnos supieran cómo responder a estas preguntas, se les pidió que resolvieran parte del **Anexo 0.3 (comparación entre escalas)** y al término de esta actividad se retomaron las preguntas 11 y 12.

Esta sesión terminó, pidiéndoles a los alumnos el reporte de su actividad experimental, que terminaran de resolver el **Anexo 0.3 (comparación entre escalas)**, que investigaran los tipos de termómetros que existen y que trajeran para la próxima clase en equipo.

- Un tortillero de unicel

Clase 3

La clase comenzó seleccionando a algunos estudiantes para revisar las respuestas que dieron al **Anexo 0.3 (comparación entre escalas)**. Al término de esta actividad se aplicó la evaluación formativa del **Anexo 0.4 (evaluación formativa de termómetros)**. Cuando los estudiantes terminaron de contestarla se hizo un pequeño análisis de varias de sus respuestas para demostrarles que el termómetro de mercurio forma parte de una lista grande, tal y como lo muestra el **Anexo 0.5 (línea termométrica)**.

Terminada la actividad anterior, el **diagrama 4** () se utilizó para presentar el concepto que se revisó en esta sesión: equilibrio térmico, así como su relación con los conceptos vistos en la clase

pasada y se escribieron de nuevo en el pizarrón las definiciones que los alumnos dieron del concepto de temperatura en la clase 2 para retomarlas más adelante.

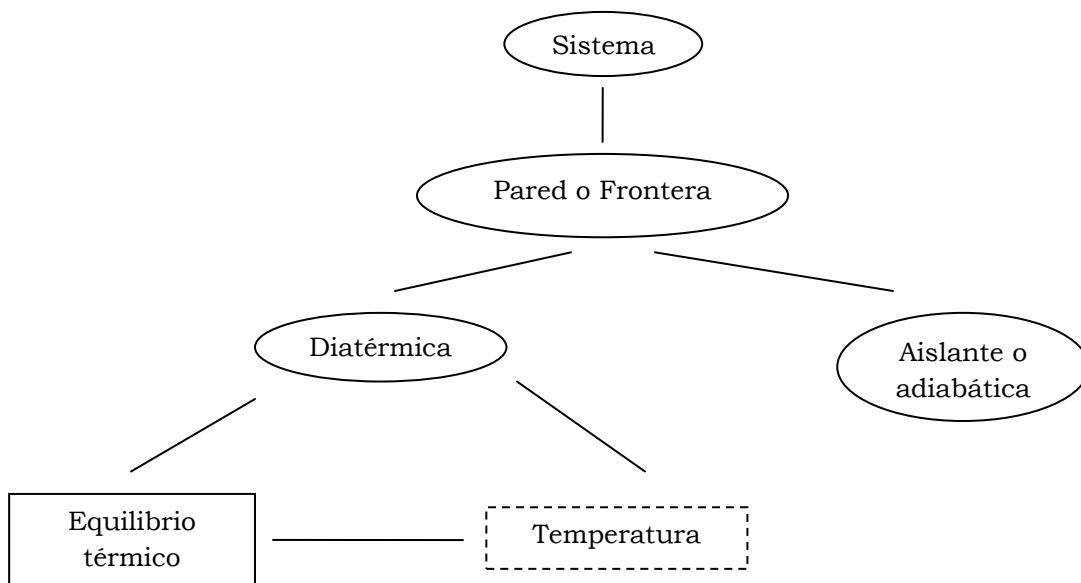


Diagrama 4

El problema generador **P 0.2** que se expuso al grupo en esta ocasión, fue el siguiente:

➡ **P 0.2** En el comedor de una casa se encuentran objetos como, una mesa con patas de madera y superficie de vidrio, sillas de metal y una vitrina que contiene varios vasos de plástico. Además de los objetos mencionados, también se encuentra un gato paseándose a lo largo y a lo ancho de dicho comedor.

14. La temperatura de los vasos de plástico que están dentro de la vitrina, ¿es menor, mayor o igual que la del cuarto? ¿por qué?
15. La temperatura de la superficie de la mesa, ¿es menor, mayor o igual que la del cuarto? ¿por qué?
16. La temperatura de cualquiera de las sillas, ¿es menor, mayor o igual a la del cuarto? ¿por qué?
17. ¿Cómo es la temperatura del gato con respecto a la del cuarto? mayor, menor o igual, ¿por qué?

Se les pidió a los estudiantes que en su cuaderno, respondieran a éstas preguntas sin olvidar argumentar sus respuestas. El análisis se dejó pendiente.

Para dar paso a la **Actividad Experimental 0.4** se plantearon las siguientes preguntas:

18. ¿Por qué se enfría la sopa si dejamos el plato que la contiene un cierto tiempo expuesto al medio ambiente?

19. ¿Por qué se derrite un helado después de estar expuesto durante un tiempo al medio ambiente

Se escucharon algunas respuestas y se indicó a los alumnos que a través de la siguiente actividad experimental comprobarían que tan correctas fueron sus respuestas y que aprenderían a utilizar un termómetro de mercurio.

Además de lo que se pidió a cada equipo, del almacén del laboratorio se requirió de:

- Un mechero bunsen.
- Un tripié con su rejilla de asbesto.
- Una lata de atún o similar
- Dos termómetros.

Actividad Experimental 0.4 ().

El primer experimento consistió en:¹¹

- Vertir dentro del tortillero, agua sacada de la llave del laboratorio hasta que su profundidad fuera menor a la altura de la lata de atún. Se mide su temperatura y se registra en una tabla, como la mostrada a continuación en el renglón que corresponde al tiempo de 0 s.

t (s)	T tortillero (°C)	T lata (°C)
0		
10		
20		
30		

- Calentar 120 ml de agua dentro de un vaso de precipitados y con ayuda de un mechero bunsen, hasta que hierva. Se mide y se registra la temperatura en la tabla en el renglón de 0 s.

- Vertir rápidamente el agua hirviendo a la lata y meterla al tortillero.

- Tapar el sistema con la tapa del tortillero y se colocar dos termómetros, el primero, mide la temperatura del agua contenida en la lata y el segundo, la del agua que se encuentra dentro del tortillero.

- Leer y registrar las lecturas de ambos termómetros cada 10 s.
- Dejar de medir cuando ambos termómetros marquen la misma temperatura o ya no registren cambios.
- Construir dos gráficas en la misma hoja, la de la temperatura del agua contenida en el tortillero vs tiempo y la de la temperatura del agua contenida en la lata vs tiempo,.

Para llegar a la definición de equilibrio térmico. mediante una plenaria se analizaron los resultados de la actividad experimental junto con las respuestas dadas a las preguntas del **problema generador P 0.2** (14,15, 16, 17) y las dadas a las preguntas 18 y 19,.

Dos o más sistemas se encuentran en equilibrio térmico cuando llegan a la misma temperatura después de entrar en contacto a través de paredes diatérmicas.

Al término del análisis cada equipo entregó su reporte de la **Actividad Experimental 0.4**. De tarea se les pidió que en su cuaderno escribieran un fenómeno de la vida cotidiana en el que hubiesen presenciado un equilibrio térmico.

Y que por equipos, trajeran el siguiente material.

- Un tortillero de unicel
- Una lata de atún o similar.
- Diurex o maskintape
- Una aguja metálica de tejer y otra de coser
- Dos cubitos de madera
- Una vela
- Una hoja de afeitar.
- Cerillos o encendedor
- Un globo del número 6 o 7
- Un resistol blanco o de barra

Clase 4

Para iniciar la clase y como repaso de la anterior, algunos estudiantes mencionaron su ejemplo de equilibrio térmico. Se hizo un pequeño análisis y se prosiguió.

El siguiente paso consistió en retomar el **Anexo 0.5 (línea térmica)**, para que los alumnos reflexionaran en el hecho de que los diferentes termómetros que existen, miden la temperatura del sistema en observación dependiendo de la propiedad termométrica (propiedad que se modifica cuando el instrumento experimenta un cambio en su temperatura) con la que estén contruidos.

Cuando la reflexión anterior terminó, se guió a los estudiantes para que tomando en cuenta todo lo revisado en las clases anteriores y mediante una plenaria se llegara al concepto de temperatura.

Existe una propiedad llamada temperatura que determina si dos o más sistemas se encuentran en equilibrio térmico.

Lo que indica que la temperatura de un sistema se mide cuando se establece el equilibrio térmico entre el termómetro y el sistema.

La definición de temperatura y lo mencionado en el párrafo anterior, sirvió para revelarles a los estudiantes que:

La ley cero de la termodinámica establece que si conocemos la temperatura de un sistema, podemos determinar, sin medir, las temperaturas de todos los sistemas que están en equilibrio térmico con él, ya que será la misma para todos.

Para ver si seguían de acuerdo con lo que escribieron y como retroalimentación, se les pidió a los estudiantes que contrastaran la definición de temperatura recién expuesta, con las escritas previamente en su cuaderno y que revisaran las respuestas que habían dado de las preguntas 14, 15, 16 y 17. Cuando los alumnos terminaron de hacer su análisis se les pidió a algunos que lo expresaran ante el grupo.

Concluida la actividad anterior y para empezar el desarrollo de la clase, se plantearon como **Problema Generador** el siguiente par de eventos **P 0.3**.

- ➡ **P 0.3 a)** Después de que los albañiles terminan la construcción de una casa y llega el momento de colocar las ventanas y el portón, o la puerta que da hacia la calle, ¿por qué el herrero que va a hacer el trabajo construye los marcos un poco más pequeños de lo que marca el hueco hecho en la pared?
- ➡ **P 0.3 b)** ¿Por qué cuando se construye un puente se deja un ligero espacio entre los extremos del puente y las calles sobre las que se apoya?, o bien, ¿por qué se hace en partes el puente y se deja un pequeño espacio entre placa y placa?

Eventos y respuestas, fueron registrados en el cuaderno de cada alumno y su análisis se dejó pendiente para utilizarlo como retroalimentación casi al final de clase.

Para comenzar a trabajar con el concepto de dilatación, se mostró al grupo el **diagrama 5** y se retomaron las observaciones hechas en la construcción de los termómetros. Además, se les planteó la siguiente pregunta, a la que los alumnos contestaron en su cuaderno para que más adelante se retomaran las respuestas.

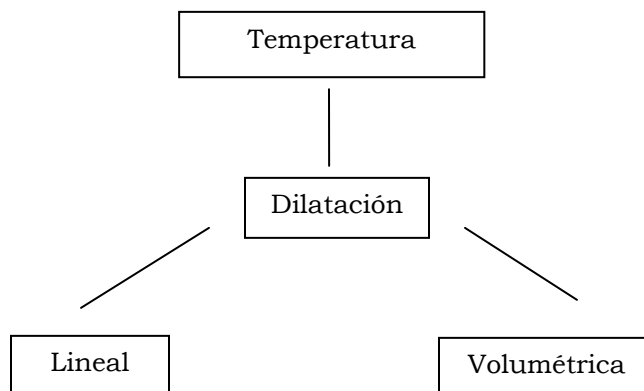


Diagrama 5

20. ¿Cómo me doy cuenta de que existe algún cambio en los cuerpos o las sustancias cuando se incrementa su temperatura?

Las respuestas obtenidas dieron la pauta para dar paso a la **Actividad Experimental 0.5** (👉) que permitió a los alumnos observar la dilatación lineal y la volumétrica.

Además del material que los alumnos trajeron, del almacén del laboratorio se requirieron, los anillos de gravesande y un matraz Erlenmeyer.

Los experimentos realizados fueron los siguientes:

- Utilizar los anillos de gravesande para comprobar que cuando se encuentran a temperatura ambiente la esfera pasa aunque sea de manera justa, a través del arillo. Después se verifica que cuando la esfera se calienta, el arillo le queda pequeño. También se hacen algunas variaciones más, como calentar el arillo y la esfera no, enfriar uno y calentar el otro, etc., **imagen 6**



Imagen 6
Anillos de Gravesande



Imagen 7
Matraz Erlenmeyer con globo

- Observar lo que sucede cuando se pone a calentar un matraz con algunas gotas de agua en su interior y con un globo como tapa, **imagen 7**.

- Clavar la aguja metálica de tejer en uno de los cubos de madera y ponerla en posición horizontal. Esta aguja se apoya sobre otro pedazo de madera en el que previamente descansa una aguja de coser y una hoja de rasurar. A continuación, a la aguja de coser se le clava un pedazo de papel en su extremo ancho, se les pone un poco de resistol y por último, la aguja de tejer se calienta por en medio con ayuda de la vela¹², ver *imagen 8*.

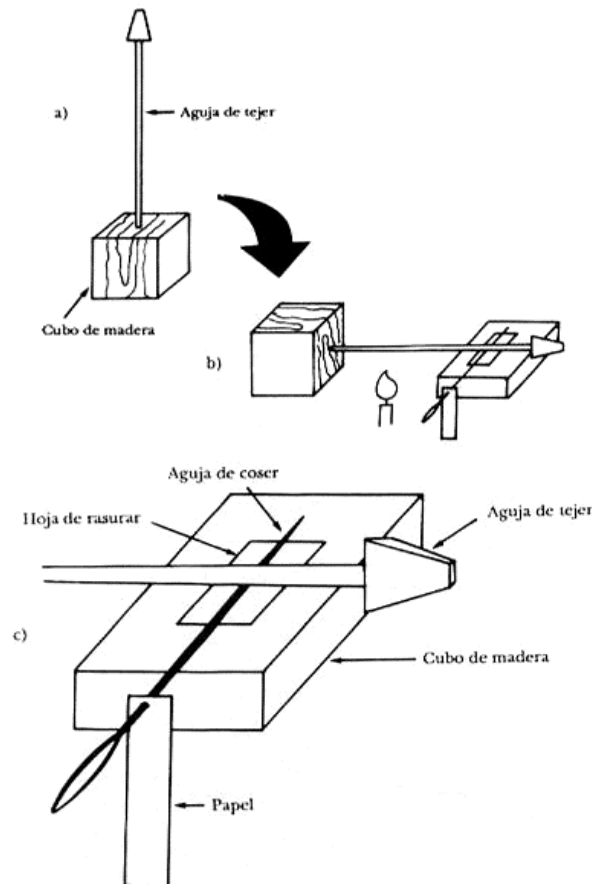


Imagen 8
Dispositivo para comprobar la dilatación lineal

Al término de la actividad experimental y como parte del fenómeno de la dilatación, se formuló ante los alumnos la siguiente pregunta.

21. ¿Qué sucederá si ahora en lugar de incrementar la temperatura del cuerpo o la sustancia con la que están trabajando, se disminuye?

Se discutieron brevemente las respuestas de algunos estudiantes y se procedió a definir el concepto de dilatación.

Cuando se incrementa la temperatura de algunos cuerpos o sustancias, algo pasa en su estructura que evita que conserven su tamaño inicial y a este cambio se le da el nombre de dilatación.

Propiedad de los cuerpos de cambiar sus dimensiones cuando cambia su temperatura.

Como evaluación y para continuar con su aprendizaje, se les pidió a los alumnos que dentro de las conclusiones del reporte que estaban por entregar, escribieran un caso o una situación de la vida cotidiana, en la que se presentara cualquier tipo de dilatación.

Antes de finalizar la clase y como retroalimentación, se retomaron las respuestas que los alumnos dieron a los eventos planteados en el problema generados **P 0.3 a) y b)**. Se escucharon algunas de ellas y se hizo un breve análisis.

Para culminar la clase los alumnos entregaron el reporte de la práctica y de tarea se les pidió que copiaran de un libro o de internet, las tablas de los coeficientes de dilatación lineal, superficial y volumétrica, con el objetivo de que en la siguiente sesión, aprendiesen a utilizarlas.

Clase 5

Como retroalimentación, se analizó el ejemplo de dilatación que cada equipo incluyó en la conclusión de su reporte (**Actividad Experimental 0.5**)

El siguiente paso fue desarrollar las relaciones matemáticas que determinan el cambio en la longitud, superficie o volumen de un cuerpo o sustancia cuando se cambia su temperatura. La explicación se basó en la relación que existe entre el cambio en la temperatura que sufre el objeto, el cambio en su tamaño inicial, ya sea longitud, superficie o volumen y el tipo de material del que está hecho.

Lo primero que se les mencionó a los alumnos, es que hay una relación, entre el cambio en el tamaño del sistema en estudio, por ejemplo su longitud (ΔL) y el cambio en su temperatura (ΔT), que si uno aumenta, el otro también. Lo segundo que se les mencionó es que también existe una proporción directa entre el cambio en el tamaño del sistema (ΔL) y su tamaño inicial. (L_i)

Se continuó explicando que para poder calcular el cambio que sufre el sistema cuando se incrementa su temperatura es necesario tomar en cuenta al material con el que se trabaja a través de una constante característica que en este caso recibe el nombre de coeficiente de dilatación lineal, superficial o volumétrica dependiendo del sistema con el que se trabaje y que como éstas existen cantidades fijas (propiedades específicas) que son características de cada sustancia, es decir, que son cantidades que también sirven para identificarlas, como lo indica la tabla que se les dejó investigar.

Al término de la explicación se presentaron las relaciones matemáticas.

Cambio en la longitud (dilatación lineal): $\Delta L = L_i \alpha \Delta T = L_i \alpha (T_f - T_i)$

Donde α recibe el nombre de coeficiente de dilatación lineal

Longitud final: $L_f = L_i + \Delta L$

Cambio en la superficie (dilatación superficial): $\Delta S = S_i \beta \Delta T = S_i \beta (T_f - T_i)$

Donde β recibe el nombre de coeficiente de dilatación superficial

Superficie final $S_f = S_i + \Delta S$

Cambio en el volumen (dilatación volumétrica): $\Delta V = V_i \gamma \Delta T = V_i \gamma (T_f - T_i)$

Donde γ recibe el nombre de coeficiente de dilatación volumétrica.

Volumen final $V_f = V_i + \Delta V$


Como observación final, se hizo énfasis en que cada coeficiente de dilatación, es representativo de cada material, es decir, que es el mismo para todos los objetos hechos con el mismo material, que es independiente de las dimensiones que el objeto tenga, y que las unidades en las que se representa son $1/^\circ\text{C}$.

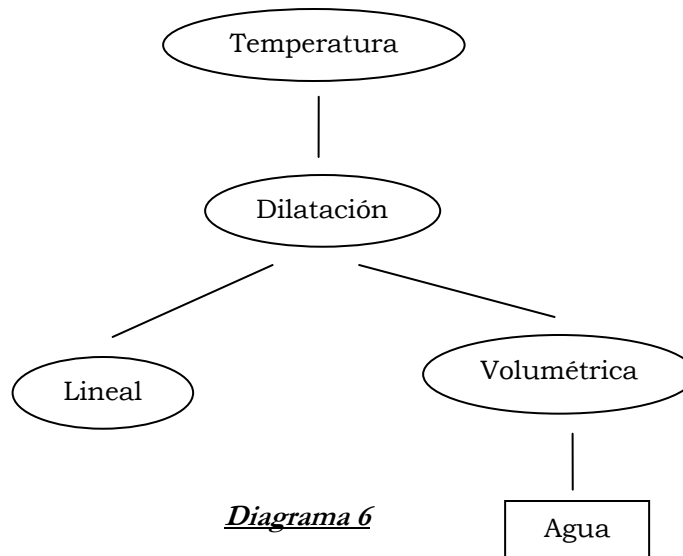
Se prosiguió con la resolución de algunos ejercicios numéricos asociados a la vida diaria **Anexo 0.6 (ejercicios numéricos de dilatación)**, los cuales, después de dar algún tiempo para que los alumnos los respondieran se revisaron en el pizarrón.

Culminada la actividad anterior, se procedió a mencionar a los alumnos que la mayoría de las sustancias que existen en este planeta se comportan de manera muy similar, es decir, que cuando se calientan se dilatan, sus dimensiones aumentan ligeramente, y cuando se enfrían pasa lo contrario, su tamaño disminuye ligeramente, pero que existen “algunas” que presentan comportamientos anómalos o extraños. Para interesar a los estudiantes en el caso especial del agua, se les plantearon las siguientes situaciones, problema generador **P 0.4**:

- ➔ **P 0.4 a)** En aquellos lugares en donde en invierno se alcanzan temperaturas por debajo de los 0°C y hay lagos en los que las personas pueden patinar sobre la superficie porque se congela, ¿habrá peces viviendo por debajo de la capa de hielo?, si, no, ¿Por qué?
- ➔ **P 0.4 b)** ¿Por qué hay agua en estado líquido debajo de la capa de hielo que se forma en la superficie libre de un lago?

Los alumnos deben escribir la respuesta correspondiente a ambas preguntas en su cuaderno y uno que otro debe de expresarlas ante el grupo, estas respuestas se reconsideraron más adelante.

El **diagrama 6** mostró la relación entre las preguntas **P 0.4 a), 0.4 b)** y el tema con el que se prosiguió la clase ().









El siguiente paso fue darles a los alumnos la lectura del **Anexo 0.7 (comportamiento del agua)** para realizar una lectura grupal y con el fin de que todos estuvieran atentos y recordaran la mayor parte de lo que leyeron, se intercalaron preguntas dirigidas. Como por ejemplo.

22. ¿Cuál es el tema principal de la lectura?
23. ¿Cuál es el intervalo de temperaturas, en el que el agua se comporta de manera extraña?
24. ¿Qué sucede con el agua durante ese intervalo de temperaturas?
25. ¿Qué sucede con el comportamiento del agua cuando su temperatura está por **DEBAJO** de los 0°C ?
26. ¿Qué sucede con el comportamiento del agua cuando su temperatura está por **ARRIBA** de los 4°C ?

Al finalizar la lectura, se retomaron las respuestas que los alumnos propusieron para contestar el problema planteado al comienzo de la clase **P 0.4 a y 0.4 b** y se analizaron.

Esta sesión cerró el desarrollo de la ley cero, así que por último se les pidió a los estudiantes que:

- a) Realizaran una vez más la evaluación diagnóstica (**Anexo 0.1**) para que al terminar su aplicación, se contrastasen las respuestas que los alumnos dieron en la clase 1 y en la clase 5 ( ,  , ).
- b) Jugaran la **lotería** del **Anexo 0.8** ( ,  , ) y que al finalizarla, escribieran por equipos una historieta, poema, canción, etc., relacionando las imágenes que quedaron seleccionadas en su tarjeta y lo visto en las clases anteriores.
- c) Se aplicó el examen del **Anexo 0.9**.

De tarea se les dejó a los alumnos que investigaran las diferentes formas en las que se transmite el calor y que explicaran brevemente cada una de ellas. Dicha investigación se registró a mano en el cuaderno.

Primera Ley de la Termodinámica

(Conservación de la Energía)

De manera similar a lo que sucedió con los planes de clase propuestos para la ley cero, la primera ley de la Termodinámica se desarrolló con cinco planes de clase en los que se combinaron varios instrumentos y estrategias de aprendizaje. Los conceptos estudiados se condensan en el *diagrama 7*.

El orden de los conceptos que se trabajaron durante estas cinco clases, sirvió para que los alumnos entendieran y aplicaran el principio de conservación de la energía en el contexto de la Termodinámica.

El desarrollo de este bloque de cinco clases comenzó con el aprendizaje de las tres formas de transmisión del calor para que posteriormente los alumnos dedujeran que en general, se presentan juntos. Al término del estudio de estos tres procesos, el concepto de calor se trabajó y se definió para que enseguida la capacidad calorífica y el calor específico fueran explicados. La energía interna y el análisis de tres procesos específicos son con lo que concluyó.

De manera específica en cada clase se desarrollaron los siguientes conceptos y/o temas.

Clase 6, transmisión del calor.

Clase 7, calor, capacidad calorífica y calor específico.

Clase 8, continuación de la clase 7.

Clase 9, energía interna y principio de conservación de la energía.

Clase 10, procesos isotérmico, isobárico e isocórico.

Primera Ley de la Termodinámica (Conservación de la Energía)

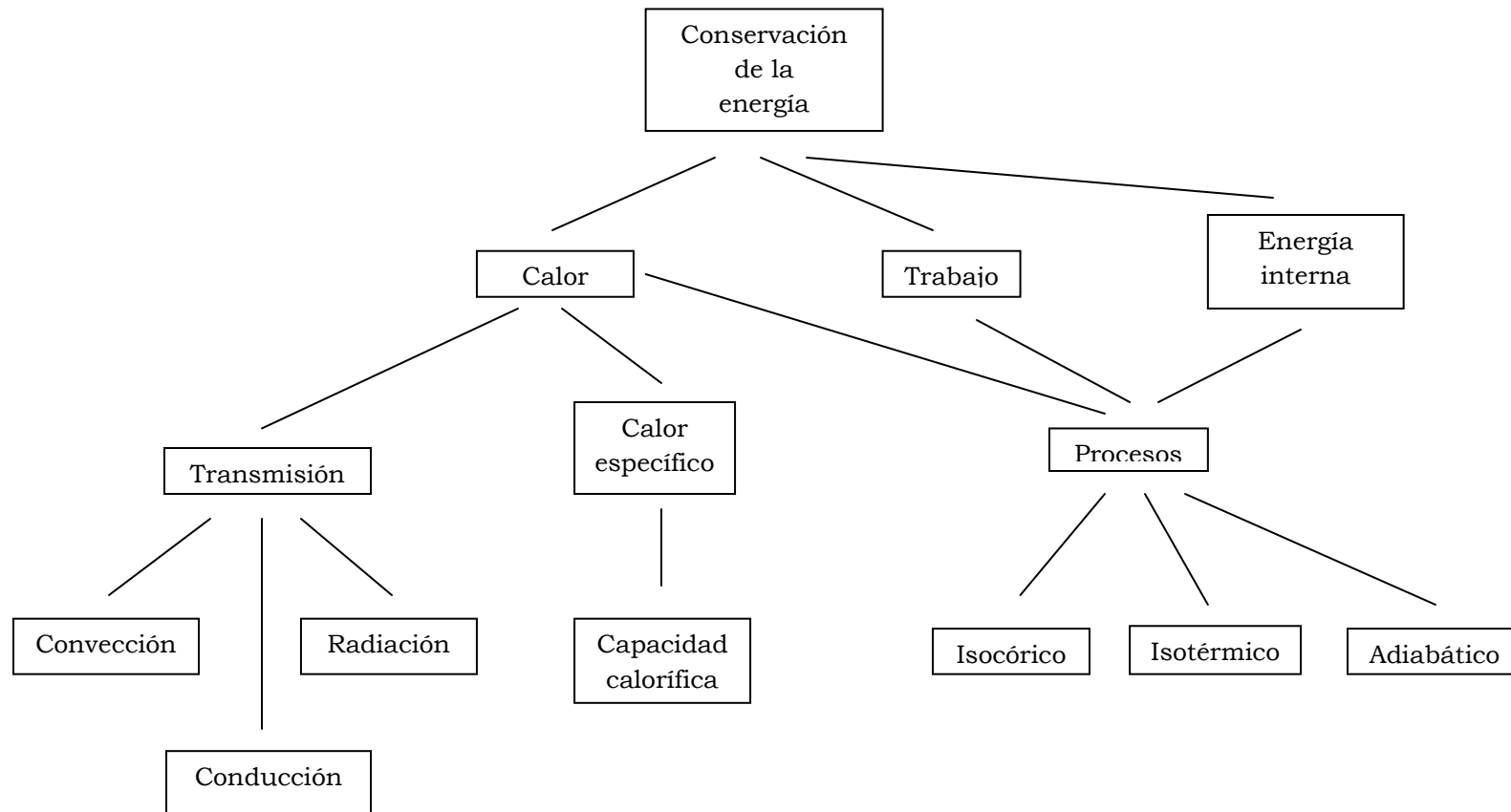


Diagrama 7

Clase 6

Durante el desarrollo de la ley cero la palabra **calor** apareció constantemente y esto se debe a que está implícita en los fenómenos térmicos, así que esto sirvió para relacionar las sesiones anteriores con esta, indicando a los alumnos que ahora sí había llegado el momento de trabajar con mayor profundidad con este concepto.

Para comenzar la clase y como evaluación diagnóstica, se les pidió a los estudiantes que expresaran lo que para ellos significaba la palabra calor. Inmediatamente salieron a relucir sus ideas previas, las cuales, además de escribirse en el pizarrón, también formaron un listado en el cuaderno de cada estudiante.


A continuación se expuso ante el grupo el problema generador **P 1.1**

➡ **P 1.1** Imaginemos una casa de dos pisos en cualquier colonia del Distrito Federal

27. ¿Por qué se siente más caliente el segundo piso que el primero?

28. En la temporada de invierno, ¿por qué se puede calentar un cuarto con ayuda de una chimenea o con un brasero?

Una vez más preguntas y respuestas quedaron registradas en el cuaderno de cada alumno y su análisis se dejó para la siguiente clase..

Para que los estudiantes vieran que los temas de esta clase eran los de convección, conducción y radiación, se les expuso el **diagrama 8**¹³ () y se les plantearon el siguiente par de preguntas.

29. ¿Por qué se dilata la aguja de coser con la que se trabajó en la **Actividad Experimental 0.3** si la que se calentó fue la aguja de tejer?

30. Si con ayuda de un encendedor caliente uno de los extremos de una cuchara metálica, ¿tendré el mismo efecto si caliente una cuchara de cerámica?, sí, no, ¿por qué?

Enseguida, se tomó como apoyo la investigación que los alumnos hicieron acerca de las diferentes formas en las que se transmite el calor y su conocimiento previo acerca del concepto de calor, con el fin de que propusieran y desarrollaran algunos experimentos utilizando materiales fáciles de conseguir y en los que se identificara la conducción, la convección y la radiación.

Además de las actividades propuestas por los estudiantes, a la **Actividad Experimental 1.1** () se agregaron los siguientes experimentos.

13.- De la misma forma que sucedió con la temperatura, la palabra calor aparece en un rectángulo punteado porque su definición se verá hasta la siguiente clase 41

- Colocar algunas gotas de cera en el extremo de cada una de las varillas que forman una estrella de conducción y calentar en el centro.

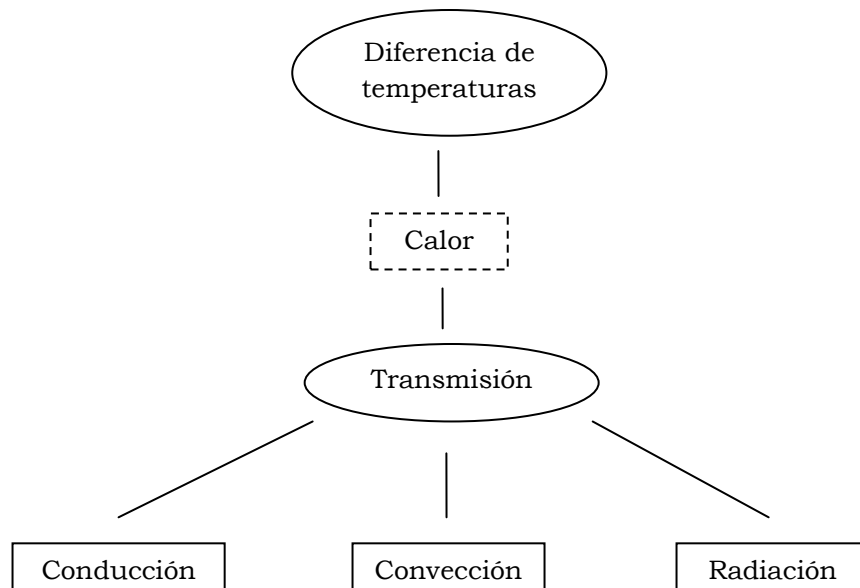


Diagrama 8

- Introducir agua con un poco de viruta o colorante dentro de un tubo de thiele y calentar
- Cortar en tiras la mitad de un pliego de papel de china, juntarlas y con cuidado colocarlas por arriba de la flama de un mechero.
- Recortar una hoja de papel en forma de espiral. Al extremo interior de la espiral amarrarle uno de los extremos de un pedazo de hilo mientras que el otro sujetarlo con la mano de uno de los integrantes del equipo para ponerlo encima de un mechero, ver ***imagen 9***.



Imagen 9

Transmisión del calor: corrientes de convección

- Colocar un foco dentro de un soquet para encenderlo, o bien, conectar una parrilla eléctrica, para después pedirle a un alumno que acerque (sin tocar) una mano al foco o a la parrilla y que describa lo que siente.
- Calentar agua con colorante para llenar dos botellas de vidrio, como las de los jugos. Vertir agua sin colorante a temperatura ambiente en otras dos botellas, iguales a las primeras dos mencionadas. Por último y con la ayuda de un par de cartones, una de las botellas con agua caliente se coloca encima de una con agua fría y con las otras dos, se hace lo contrario, la del agua fría se coloca encima de la del agua caliente. Se quitan los cartones y se observa lo que sucede, ver *imagen 10*.



Imagen 10
Transmisión del calor: corrientes de convección

Cuando todos los equipos terminaron su actividad experimental, varias de sus observaciones se retomaron para revisar la conclusión a la que llegaron para los procesos de conducción, convección y radiación y pedirles que identificaran la forma en la que el calor se transmite en las preguntas 29 y 30.

Al término de la revisión de las conclusiones de cada equipo se definieron éstos procesos.

Conducción: transmisión del calor en un sistema o cuerpo sólido cuando hay una diferencia de temperatura entre sus extremos.


Convección: transmisión del calor en un sistema gaseoso o líquido, a través de corrientes (CORRIENTES DE CONVECCIÓN), cuando hay una diferencia de temperatura entre dos secciones del sistema.

Radiación: transmisión del calor por medio de ondas electromagnéticas, lo que incluye la transmisión del calor en el vacío.

Para finalizar la clase y después de que cada equipo entregó su reporte, se dejó de tarea:

- a) La lectura del **Anexo 1.1 (breve historia del calor)**, pidiéndoles a los alumnos que repitieran la estrategia aplicada en la clase 2
- b) Que revisaran las definiciones de calor que se escribieron en el pizarrón para decidir si estaban bien o mal.
- c) Que en equipo representaran mediante un dibujo una de las tres formas de transmisión de calor. El proceso de transmisión fue asignado al azar y en secreto, y se les dio la indicación de que en el dibujo construido tenían que omitir las palabras, sólo debía de estar la imagen.

Clase 7

Como repaso de la clase 6, los alumnos pegaron en una de las paredes del salón su representación de la transmisión del calor. Posteriormente, se repartió a cada equipo 3 etiquetas, una con la palabra de conducción, otra con la de convección y una más con la de radiación. Cada equipo consensó que etiqueta iba en cada dibujo y la pegó (). Como etiquetas diferentes fueron pegadas en la “misma” imagen, esto sirvió para destacar la presencia de más de una forma de transmisión del calor en el mismo fenómeno.

El siguiente paso fue pedirles que por equipos, escribieran en una hoja un comentario acerca de la lectura del **Anexo 1.1 (breve historia del calor)** para que a su término uno de los integrantes lo leyera frente al grupo. Después de escuchar todos los comentarios se dio el momento adecuado para definir al calor, retomando las ideas previas escritas en el pizarrón al comienzo de la clase 7, las respuestas dadas a las preguntas 26 a 29 y las conclusiones que se obtuvieron de la **Actividad Experimental 1.1**.

Definición: el calor es la transmisión de la energía debido a la diferencia de temperaturas entre dos o más sistemas, o entre dos regiones del mismo cuerpo o sustancia.

Sus unidades son: la caloría y el Joule

La caloría se define como la cantidad de calor que se le debe suministrar a un gramo de agua para incrementar su temperatura 1 °C, de 14.5 °C a 15.5°C.

La relación entre caloría y Joule es: 1 cal = 4.184 J o bien 1 Kcal = 4.2 KJ

A continuación se les pidió a los alumnos que contestaran una vez más las preguntas 27 y 28 (**P 1.1**) sin ver las primeras respuestas que dieron. Cuando terminaron de contestar, se les pidió que compararan sus respuestas y mediante una plenaria se analizaron varias de las comparaciones.

Definido el concepto de calor y analizado el problema generador 1.1, se retomaron las ideas previas que en la clase anterior se escribieron en el pizarrón, se compararon con la definición y se presentó el momento ideal para retroalimentar al grupo enfrentando los conceptos de temperatura y calor. Para esto, se les pidió que elaboraran en su cuaderno una tabla formada por dos columnas, en una de ellas tenían que escribir lo que aprendieron sobre el concepto de temperatura y en la otra, lo que aprendieron de calor. Se dieron algunos minutos para la realización de la actividad y se comentaron algunas de las respuestas. Con esto los alumnos reafirmaron que la temperatura NO es la medida del calor, como a veces lo creen.

Al término de esta actividad, se planteó la siguiente pregunta ante el grupo para conversar acerca del concepto de conductividad térmica.¹⁴

31. Supón que vas a la casa de un amigo y su mamá acaba de preparar pay de manzana, ¿por qué si acaba de salir del horno te “quemas” la boca o la lengua con el relleno y no con la cubierta?, ¿qué sucede?

Se escucharon las opiniones de aquellos alumnos que desearon expresarse y se explicó al grupo que la **conductividad térmica es la causante de que los objetos se “sientan fríos o calientes”**. Por lo que se le definió como:

Conductividad térmica: es la capacidad que tienen los objetos para conducir o transmitir el calor.

También se les explicó que dependiendo del material, hay una cantidad que a este concepto que se le asigna y que existen tablas en las que se pueden consultar estos datos, como por ejemplo, la madera que tiene una conductividad térmica de $0.13 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ mientras que para el aluminio es de $209.3 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Después de que se dieron los ejemplos de la conductividad, se retomó lo del relleno del pay, y su conductividad se comparó con la de la cubierta, se determinó que el relleno quema la lengua porque su conductividad tiene un valor más grande que el de la cubierta y que lo mismo pasa cuando tocamos un vaso hecho de vidrio y un vaso hecho de plástico, el primero se siente más frío porque su conductividad es mayor a la del segundo.

Cuando se terminó con conductividad térmica, se planteó el problema generador **(P 1.2)**

- ➡ **P 1.2** Sabemos muy bien que los trabajadores del gobierno que se encaran de recoger la basura que día con día generamos, de vez en cuando se encuentran una que otra cadena o anillo, ¿de qué manera pueden estar seguros del material del que está hecho esa alhaja?, supongamos que no pueden ir a un empeño o lugar para que les digan cuánto vale, o mejor aún, supongamos que se la están vendiendo a algún familiar y que este está interesado en comprarla por que la oferta es muy buena, ¿es posible ayudarlo con la identificación del material?

14.- Aunque es un concepto que se deja de lado en la mayoría de los planes de estudio de las instituciones que 45 imparten el nivel medio superior, es importante mencionarla porque es la causante de lo que se percibe a través del tacto.

Una vez más los alumnos registraron las preguntas y las respuestas en su cuaderno y su análisis se dejó pendiente para la retroalimentación de la clase 8

Se continuó con la exposición del **diagrama 9** (👁️), éste les mostró a los estudiantes los conceptos a aprender durante esta clase: capacidad calorífica, calor específico y su relación con el calor.

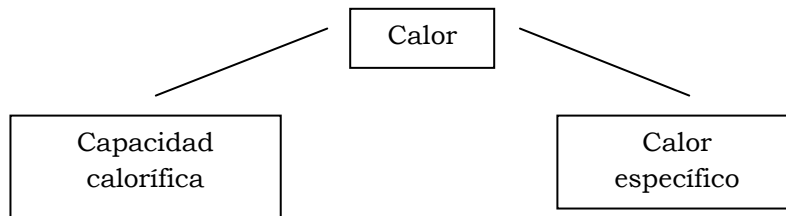


Diagrama 9

El siguiente paso fue plantear al grupo las siguientes preguntas.

32. ¿Se necesita la misma cantidad de calor para incrementar 2°C la temperatura de una esfera de aluminio que para cambiar 2°C la temperatura de una esfera del mismo tamaño pero de diferente material como la madera, el plástico o el cobre?, sí, no, ¿por qué?
33. ¿Se necesita la misma cantidad de calor para incrementar 2°C la temperatura de dos esferas de aluminio pero de diferente tamaño, es decir, una más grande que la otra?, sí, no, ¿por qué?
34. Cuando se incrementa la temperatura de un objeto, ¿se puede calcular la cantidad de calor suministrado?, sí, no, ¿por qué?
35. ¿Cómo podemos estar seguros de que el material del que están hechas las patas de una mesa es aluminio?


Se les pidió a algunos alumnos que expresaran sus respuestas y uno que otro mencionó que “cada material o sustancia absorbe el calor de diferente manera”, “que la esfera tarda más tiempo en calentarse entre más grande sea”, etc.

Las respuestas dadas se utilizaron para plantear las siguientes preguntas y de nuevo, se analizaron las respuestas.

36. Para incrementar 3°C la temperatura de 200 g de agua con ayuda de un mechero bunsen, ¿se requerirá de **mayor** tiempo que si se pretende aumentar también 3°C la temperatura de 100 g de agua, con el mismo mechero?, sí, no, ¿por qué?

37. Para incrementar 3°C la temperatura de 50 g de agua con ayuda de un mechero bunsen, ¿se requerirá de **menor** tiempo que si se pretende aumentar también 3°C la temperatura de 100 g de agua?, sí, no, ¿por qué?. De nuevo, se hizo la suposición de que el mechero empleado es el mismo

38. Utilizando el mismo mechero que en los dos casos anteriores ¿se necesita más tiempo para incrementar 5°C la temperatura de 100 g de agua que para incrementar 30°C la temperatura de los mismos 100g de agua?, sí, no, ¿por qué?

Las respuestas dadas a las preguntas 36, 37 y 38 se comprobaron muy fácilmente con ayuda del material que existe en el almacén del laboratorio, **Actividad Experimental 1.2** ()

Con ayuda de esta actividad se guió a los estudiantes, para que llegaran a la conclusión de que:

- La cantidad de calor suministrada por el mechero al agua es proporcional al tiempo de la exposición.
- Cuando se le suministra energía (calor) a un sistema, cambia la temperatura, esto es, entre más calor se le suministre, la temperatura cada vez se incrementará más.
- Si se desea aumentar la temperatura de dos cuerpos en la misma cantidad de grados, por ejemplo 3 °C, hay que tomar en cuenta la masa de dichos cuerpos ya que entre más masa tengan, más calor hay que suministrarle para que su temperatura se incremente en la misma cantidad.
- El material del que están hechos los objetos influye en la cantidad de calor que absorben.

Con ayuda de lo mencionado con anterioridad se les expuso a los alumnos que para relacionar el cambio en la temperatura con la cantidad de calor (Q) que se le suministra al sistema, es necesario recurrir a una cantidad que dependa de que y cuanto material se tenga, y que esta cantidad se llama, **Capacidad calorífica (C)**. Es así como se llegó a que:

$$Q = C \Delta T = C(T_f - T_i) \dots \dots \dots (1)$$

Ya que la definición de la **capacidad calorífica** es:

Capacidad calorífica: cantidad de calor suministrada a una determinada cantidad de material para incrementar su temperatura un grado.

Se hizo hincapié ante el grupo, en el hecho de que como la capacidad calorífica depende de la cantidad de la sustancia que se tenga, es muy complicado estar calculando el calor suministrado para cada masa y se recordó lo sucedido con el agua, así que es mejor tomar en cuenta la convención que se tiene al respecto en la que se trabaja con una unidad de masa, por ejemplo 1g y que a partir de ahí, se calcula la cantidad de calor suministrado para cualquier otra cantidad de masa de la misma sustancia. Fue entonces cuando se le indicó al grupo que a esta cantidad se le llama **calor específico** (c) y se le define como:

Calor específico: capacidad calorífica por unidad de masa.

Las unidades en las que se mide el calor específico son caloría/g°C, ó Joules/g°C.

Después de dar la definición se les informó a los alumnos que al igual que sucede con los coeficientes de dilatación, existen tablas que indican cual es el valor del calor específico para muchos materiales y que teniendo en cuenta la relación entre el calor suministrado al sistema, su cambio de temperatura, su masa y conociendo el material con el que se está trabajando, entonces se llega a la siguiente relación matemática:

$$Q = c_e m \Delta T \dots\dots (2)$$

Se les explicó que si se conocen tres de las cuatro cantidades involucradas en la ecuación (2) se puede conocer la cuarta, es decir, que dependiendo de qué datos sean los que se tengan, la fórmula se aplica en una u otra forma, como por ejemplo, si se tiene la cantidad de calor suministrado al sistema, la masa y el incremento en la temperatura del sistema, entonces se puede obtener el valor del calor específico a través de un despeje que quedaría como:

$$c_e = \frac{Q}{m \Delta T} \dots\dots\dots(3)$$

Y que un proceso similar se hace para calcular Q, o el cambio en la temperatura.

Después de realizar este breve análisis, se les proporcionó a los alumnos la tabla del **Anexo 1.2 (tabla de calor específico)** y se ejemplificó la resolución de un ejercicio numérico del **Anexo 1.3 (ejercicios numéricos de calor específico)**, para posteriormente pedirles a los estudiantes que resolvieran un par de ejercicios más.

Concluida la actividad anterior, se dejó de tarea la resolución de los ejercicios que quedaron pendientes del **Anexo 1.3 (ejercicios numéricos de calor específico)** y en equipos de tres o cuatro integrantes se les pidió que trajeran el siguiente material para la próxima clase:

- ❖ Un vaso de unicel de 1 l
- ❖ Una lata de refresco limpia y sin la parte superior, que la retiren con un abrelatas.
- ❖ Algodón, por lo menos 500g
- ❖ Un cuarto de placa de unicel con un grosor de unos 2 cm aproximadamente.

Clase 8

La clase comenzó con la revisión de los problemas que se dejaron de tarea.

Se continuó pidiéndoles a los estudiantes que expresaran el principio de conservación de la energía¹⁵ para que analizaran su aplicación en el siguiente caso.

- ➡ Cuando se deja caer una piedra, si se supone que el aire no interfiere en este movimiento, hay dos tipos de energía mecánica involucrados, la energía cinética, relacionada con la velocidad que tiene la piedra cuando cae y la energía potencial, relacionada con la altura desde la que se deja caer dicha piedra. Para que la energía mecánica se conserve, mientras la velocidad de la piedra aumenta, la altura disminuye, es decir, mientras la energía cinética aumenta, la energía potencial disminuye, pero siempre y en cualquier posición de la piedra durante su caída, la energía mecánica total, tiene el mismo valor.

Al término del análisis del caso anterior, se le mencionó al grupo, que así como la energía mecánica se conserva durante la caída libre de un cuerpo, en el que ésta se transforma de un tipo a otro, existen procesos en los que la energía mecánica se transforma en otra forma de energía, el CALOR, esto sucede, por ejemplo: cuando un objeto que se mueve inicialmente con una velocidad v_0 sobre una superficie rugosa se detiene debido a la fricción entre el objeto y la superficie. Si se considera esta transformación de la energía mecánica en calor, se verá que la energía se ha conservado. Este principio de conservación se puede generalizar, incluyendo la transformación en diferentes tipos de energía a TODOS los fenómenos producidos en la naturaleza, incluyendo los de la Termodinámica. También se les explicó que este principio de conservación de la energía es una parte importante en ciencias como la Física y la Química, ya que en él, se apoyan las explicaciones de muchos fenómenos, como cuando se explica cómo se conserva la energía en el movimiento de una pelota que rueda sobre el piso.

Para que los alumnos empezaran a comprender cómo se aplica el principio de conservación de la energía, se les presentó el **diagrama 10**.

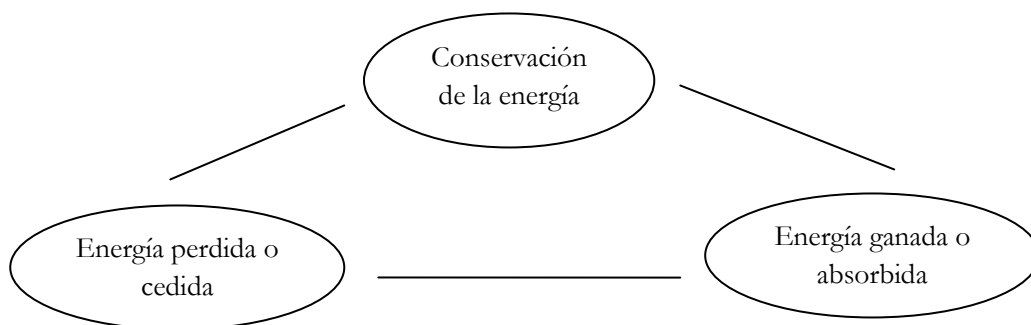



Diagrama 10

15.- En este caso se recurrió al conocimiento previo que los alumnos adquirieron en la secundaria acerca de este principio 49


Enseguida se les pidió que recordaran el caso de caída libre expuesto al principio de la clase, en el que haciendo caso omiso del aire, la energía se conserva tomando en cuenta sólo a la energía cinética y potencial de la piedra, o en el caso de la pelota rodando en el suelo, la energía se conserva si se considera su energía cinética y la disipada al medio ambiente a través de la fricción entre la pelota y el suelo y que se transforma en calor.

Después de la explicación anterior, se prosiguió con la **parte I** de la **Actividad Experimental 1.3** (), y para darle paso, se les mencionó a los alumnos que en esta actividad iban a construir un dispositivo que se encargaría de mostrarles cómo se aplica el principio de conservación de la energía en uno de los procesos relacionados con la Termodinámica. El procedimiento seguido consistió en:

- Poner algodón en la base del vaso de unicel para colocar encima la lata (ya sin la tapa superior) y posteriormente rellenar con algodón los huecos formados entre las paredes del vaso y la lata.
- Para sellar el vaso de unicel se construye una tapa con la placa de unicel y a esta tapa se le hace un orificio en el centro para que un termómetro pase justo a través de ella.

Al término de la construcción del dispositivo se les dijo a los alumnos que este tenía por nombre **calorímetro**, que iba a ser de gran ayuda en la identificación de un material desconocido con el que se trabajaría más adelante y enseguida se les plantearon preguntas:

39. ¿Para qué sirve el algodón que se colocó entre la lata y el vaso?
40. Si se coloca agua fría dentro de la lata y luego agua caliente, ¿se podrá saber la cantidad de calor cedido por el agua caliente?, ¿cómo?
41. ¿Se podrá saber la cantidad de calor absorbido por el agua fría?, ¿cómo?
42. ¿Deberían ser iguales los resultados obtenidos?, sí, no ¿por qué?
43. En caso de existir alguna diferencia entre los resultados obtenidos, ¿a qué se deberá?

Las respuestas de las preguntas anteriores sirvieron para proceder de la siguiente forma con la **parte II** de la **Actividad Experimental 1.3** ():

- Vertir 100 g (100 ml) de agua a temperatura ambiente dentro de la lata y transcurridos unos minutos se mide su temperatura.
- Calentar 100 g de agua, hasta que hierva y medir su temperatura.
- Después de la medición, vertir dentro del calorímetro, los 100 g de agua caliente para tapanlo rápidamente y colocar el termómetro dentro del agua, ver **imagen 11**



Imagen 11
Calorímetro

- Agitar un poco al sistema, esperar hasta que éste llegue al equilibrio térmico y medir la temperatura final.

Conforme los alumnos obtuvieron sus medidas, se les pidió que las registraran en la siguiente tabla.

Agua	m (g)	c_e (cal/g°C)	T_i (°C)	T_f (°C)
Caliente	100	1		
Fría	100	1		

Quando terminaron de hacer sus mediciones, se les pidió que retomando la ***ecuación (2)***, calcularan la cantidad de calor absorbido por el agua que estaba a temperatura ambiente, la cantidad de calor cedido por el agua caliente y que agregarán una columna a la tabla anterior para registrar los resultados obtenidos. La tabla quedó así.

Agua	m (g)	c_e (cal/g°C)	T_i (°C)	T_f (°C)	Q (cal)
Caliente	100	1			
Fría	100	1			

Al momento de obtener los resultados, el del agua caliente salió negativo y el del agua fría positivo, lo que dio la oportunidad para explicarles a los estudiantes que el signo negativo salió porque el agua caliente “perdió” o más bien “cedió” energía al agua fría.

El siguiente paso fue pedirles a los estudiantes que formularan una hipótesis en la que expresaran el principio de conservación de la energía considerando el **diagrama 10** y los resultados recién obtenidos.

Después de escuchar las hipótesis de cada equipo, a través de un análisis grupal, se llegó a la conclusión de que la cantidad de energía cedida por el agua caliente tiene que ser igual a la cantidad de energía absorbida por el agua fría más la absorbida por el calorímetro, lo cual, matemáticamente se puede expresar como:


$$Q_{caliente} = Q_{fría} + Q_{calorímetro} \dots\dots\dots(4)$$

Después de plantear la ecuación (4), se les mencionó a los estudiantes que era importante conocer la cantidad de calor suministrado al calorímetro porque este dato se utilizaría en el desarrollo de la parte III de esta práctica, así que se tendría que despejar. De esta manera se llegó a que:

$$Q_{calorímetro} = Q_{caliente} - Q_{fría} \dots\dots\dots(5)$$

Es decir:

$$Q_{calorímetro} = \left[\left(1 \frac{cal}{g^{\circ}C} \right) (100g) (T_f - T_i) \right]_{caliente} - \left[\left(1 \frac{cal}{g^{\circ}C} \right) (100g) (T_f - T_i) \right]_{fría}$$

Terminados los cálculos anteriores y para poner en funcionamiento el calorímetro, se prosiguió con la identificación del material del que estaba hecho algún objeto, **parte III** de la **Actividad Experimental 1.3** (). El procedimiento fue muy similar al descrito en la parte II.

- Medir la masa del objeto de material desconocido.
- Tomando en cuenta el valor de la masa del objeto, se vierte dentro de la lata del calorímetro aproximadamente la misma cantidad de agua m_{agua} la cual, se **registra** en una tabla, similar a la de la actividad anterior.

	m (g)	c_e (cal/g°C)	T_i (°C)	T_f (°C)
Agua		1		
Material		¿ ?		

- Después de vertir el agua a temperatura ambiente dentro de la lata, se espera a que el sistema llegue al equilibrio térmico para medir la temperatura de dicha agua, $T_{i,agua}$ y así **registrarla** en la tabla.

- Después de medir la temperatura del agua, el objeto de material desconocido se sumerge en el agua contenida dentro de un vaso de precipitados, la cual, lo cubre completamente.
- Al vaso de precipitados, agua y objeto, se les calienta con ayuda de un mechero hasta que el agua llega a su punto de ebullición. Después de algunos minutos, se mide la temperatura del agua y se asume que como el sistema llega al equilibrio térmico, la temperatura del objeto es la misma, que la del agua, así que se registra, $T_{i_{objeto}}$.
- Con ayuda de unas pinzas, el objeto de material desconocido se pasa rápidamente al calorímetro e inmediatamente se tapa. Después de esperar a que el sistema llegue al equilibrio térmico, se mide y registra la temperatura final, T_f .
- Con las medidas ya registradas, se procede a calcular la energía absorbida por el agua con ayuda de la ecuación (2), es decir:

$$Q_{agua} = c_{e_{agua}} m_{agua} \Delta T \dots\dots\dots (6)$$

- Cuando se termina de calcular la cantidad de calor absorbido por el agua contenida en la lata del calorímetro, se obtiene la cantidad de calor cedido por el objeto de material desconocido, como esta cantidad, es igual a la suma del calor absorbido por el agua contenida en la lata más el absorbido por el calorímetro, se utiliza el resultado obtenido en la parte II de ésta práctica, ecuación (4), así:

$$Q_{objeto} = Q_{calorímetro} + Q_{agua} \dots\dots\dots (7)$$

Una vez más, se mencionó a los estudiantes, que esta ecuación se obtuvo gracias a la aplicación del principio de conservación de la energía en este experimento.

- Hechos los cálculos anteriores se procede indicándoles a los alumnos, que para identificar el material desconocido, hay que recurrir a la ecuación (3), es decir:

$$c_{e_{objeto}} = \frac{Q_{objeto}}{m_{objeto} (T_{f_{objeto}} - T_{i_{objeto}})} \dots\dots\dots (8)$$

Antes de proceder con la sustitución de los datos en la ecuación (8) se hizo un breve análisis de la misma. Se explicó ante el grupo que parecería que la masa, la temperatura final y la temperatura inicial del material eran datos conocidos excepto el de la cantidad de calor que perdió dicho material, pero que una vez más y aplicando el principio de conservación de la energía, este dato correspondía al calculado con ayuda de la ecuación (5).

Terminado el análisis se procedió a utilizar la ecuación (8) para calcular el calor específico del material desconocido que al compararlo con los datos de la tabla del **Anexo 1.2 (tabla de calor específico)**, permitió identificar el material con el que estaba hecho el objeto con el que se trabajó.

Como retroalimentación se escucharon algunas de las respuestas dadas al problema generador P 1.2 y se hizo énfasis en que como opción para identificar el material del que está hecho un objeto, está el identificar el valor de su calor específico.

La clase culminó con la entrega del reporte de la **Actividad Experimental 1.3**.

De tarea, se les pidió a los alumnos la identificación teórica de dos materiales desconocidos, **Anexo 1.4 (identificación de un material)** y la aportación en equipos para la siguiente clase del siguiente material:

- a) 1 lata de refresco
- b) La mitad una placa de unicel con un grosor de unos 3 cm.
- c) 1 encendedor
- d) Un par de guantes de carnaza o algún material similar.


Clase 9

Como repaso, se revisó la identificación de los materiales que los alumnos hicieron de forma teórica en el **Anexo 1.4 (identificación del material)** y se les planteó la siguiente pregunta para analizar sus respuestas.

44. ¿A qué se debe que 1 l de agua, tarde más tiempo en incrementar su temperatura que 1 l de aceite, o de leche?

Cuando terminó la retroalimentación se planteó el problema generador **P 1.3** a través del siguiente par de acontecimientos.

- ➡ **P 1.3 a)** Al encender un encendedor, ¿se aplica el principio de conservación de la energía?. Sí, no ¿por qué?
- ➡ **P 1.3 b)** Cuando el vapor sale a través de la tapa de una olla exprés y mueve la válvula que se le coloca justo encima del orificio por donde sale el vapor, ¿se aplica el principio de conservación de la energía?. Sí, no ¿por qué?

Enseguida se mostró el **diagrama 11** () para introducir el concepto de energía interna (U) y como se relaciona con el principio de conservación de la energía, el trabajo¹⁶ y el calor.

16.- Se recurre al conocimiento previo que los alumnos adquirieron en la secundaria acerca de este concepto.

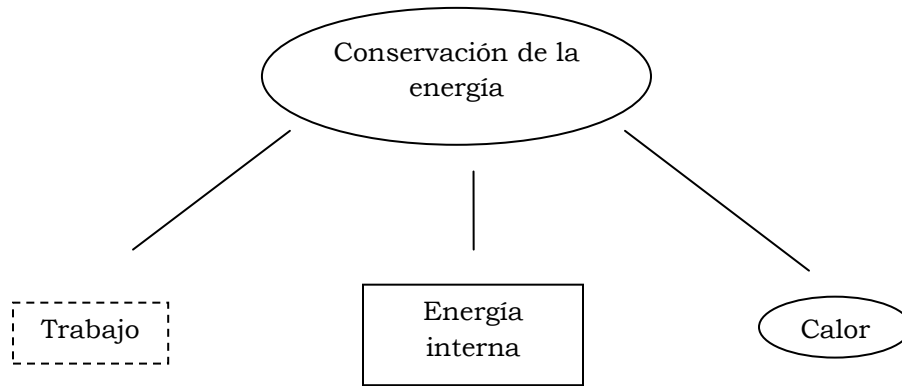


Diagrama 11

Para introducir el concepto de energía interna se les pidió a los alumnos que pusieran atención a la siguiente situación¹⁷.

- Imagínense que por un lago circula el agua que le llega de algunos ríos y arroyos (ganancia de agua), pero como pasa por varios poblados, pierde agua, ya sea que por ejemplo se utilice para la cosecha o para almacenarla en un tinaco. Otra forma en la que el lago puede aumentar su volumen de agua es cuando llueve, pero también disminuye por la evaporación.

Enseguida se les preguntó:

45. Cuando el agua está ya adentro del lago, ¿hay manera de saber de dónde provino?

Para que los alumnos empezaran a formarse una idea de lo que es la energía interna y como en función de ella se expresa el principio de conservación de la energía en la Termodinámica, se escucharon varias respuestas y se analizaron. Para continuar se regresó al caso del lago, se les dijo que si el agua que contiene es el equivalente a la energía interna de un sistema, entonces el trabajo está representado por el agua que el lago gana a través de los ríos o arroyos o que pierde a través de la sustracción para las cosechas o almacenamiento, y que el calor se representa, por el agua que el lago gana a través de la lluvia o que pierde a través de la evaporación, porque hay una diferencia de temperaturas. Se prosiguió explicándoles, que considerando lo anterior y las respuestas dadas a la pregunta 45, una vez que el agua está adentro de lago ya no se sabe si la obtuvo por la lluvia, por el río o el arroyo que llegaban a él, tampoco se sabe si perdió agua, porque se utilizó para la siembra, se almacenó en otro lado o se evaporó, pero si se sabe que cada vez que alguno de estos factores se presenta, la cantidad de agua contenida en el lago, se modifica.

17.- Analogía tomada de los libros Thermodynamics and a introduction to Thernostatitics, de Herbert B. Callen, Ed. 55 JOHN WILEY & SONS, Second Edition, 1985, págs. 20 - 21 y Física al alcance de todos de Juan Ignacio Mengual Pearson Educación, S.A. 2006.

En estos momentos se les indicó a los alumnos que de igual manera que sucede con el agua contenida en el lago, la energía interna de un sistema cambia cuando: se ha realizado trabajo sobre él, cuando el sistema ha realizado trabajo, cuando se le suministra calor, o cuando el sistema cede calor a los alrededores y que tomando en cuenta el cambio en la energía interna ΔU , el calor Q y el trabajo W , para expresar el principio de conservación de la energía en función de ellas, su expresión matemática queda como:

$$\Delta U = Q + W \dots\dots(9)$$

Y que al igual que el calor, la energía interna y el trabajo se miden en Joules, ó en calorías.

Aprovechando la presencia de la ecuación (9) se les mencionó a los alumnos que el principio de conservación de la energía en termodinámica establece la primera ley de la termodinámica y que ésta se expresa como:

El cambio en la energía interna de un sistema es igual a la contribución del calor suministrado o cedido por el sistema y el trabajo realizado por o sobre el sistema.

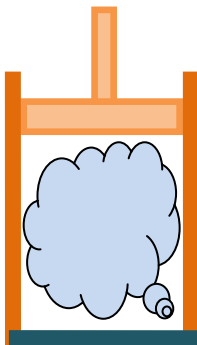


Imagen 12
Cilindro adiabático
excepto la base

El enunciado del principio de conservación de la energía permitió analizar tres casos particulares que fueron los que ayudaron a continuar con el estudio del concepto de la energía interna.

Para el análisis del primer caso, se les pidió a los alumnos que se imaginaran un cilindro lleno de gas construido con paredes adiabáticas y con un pistón móvil. También se les recordó que estas paredes aíslan al sistema de sus alrededores, evitan la transferencia de calor, y que esta transferencia solamente puede darse a través de la base, como se ilustra en la imagen 12. Enseguida se les preguntó:

46. ¿Qué pasará si se le suministra calor al gas por medio de la base y el pistón del cilindro permanece fijo?

Se escucharon varias respuestas y se hizo énfasis en que como consecuencia de que el pistón permanece quieto, en la misma posición, el volumen del gas encerrado en el cilindro permanece constante, es decir, que ni se comprime, ni se expande y que esto significa que NO se realiza ningún trabajo, ni por el gas, ni sobre el gas.

Al término del comentario anterior, se planteó la siguiente pregunta:

47. ¿Podemos relacionar este proceso con la ecuación $\Delta U = Q + W$?

De nuevo, se escucharon varias respuestas y se llegó a la conclusión de que dicha ecuación indica que el cambio en la energía interna del gas es igual a la cantidad de calor que se le cedió o que se le suministró, ya que no se realiza ningún trabajo, $W = 0$. Es decir que:

$$\Delta U = Q \dots\dots\dots(10)$$

El segundo análisis comenzó planteando la siguiente pregunta:

48. ¿Qué sucede con el gas encerrado en el cilindro si ahora se cambia su base por una base adiabática al igual que sus paredes y el pistón se puede desplazar hacia arriba o empujar hacia abajo? como se muestra en la **imagen 13**.

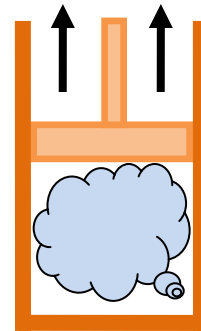


Imagen 13
Cilindro completamente
adiabático

Después de escuchar varias respuestas, se les explicó a los alumnos que como todas las paredes que forman al cilindro son adiabáticas, el gas está completamente aislado de sus alrededores y la transferencia de calor entre ellos es nula, es decir que $Q = 0$.

Cuando se les explicó lo anterior se planteó una pregunta más:

49. ¿Qué cambios se producen en la ecuación $\Delta U = Q + W$ cuando el sistema se aísla completamente de sus alrededores?

Se escuchó a algunos alumnos y se prosiguió explicándoles que en este caso la ecuación indica que el trabajo y el cambio en la energía interna del gas son iguales, es decir:

$$\Delta U = W \dots\dots\dots(11)$$

Lo que significa que el trabajo termodinámico es el cambio en la energía interna debido al cambio de volumen del sistema; si el volumen permanece constante no hay trabajo, si el gas se expande, hay un aumento de volumen, entonces se dice que el trabajo es negativo ó que el sistema realiza trabajo sobre sus alrededores; si el sistema se comprime, hay una disminución de volumen, entonces se dice que el trabajo es positivo, ó que los alrededores realizaron trabajo sobre el sistema.

Si el trabajo termodinámico es positivo hay un aumento en la energía interna, si el trabajo termodinámico es negativo, la energía interna disminuye. Cuando el trabajo termodinámico es negativo, el trabajo realizado por el sistema puede ser utilizado para desplazar un objeto o mover una rueda.


Se explicó al grupo que la única manera de **incrementar** la energía interna del gas sería comprimiéndolo al mover el pistón hacia abajo, lo que llevaría a que los alrededores realizaran trabajo sobre el sistema, por lo que el trabajo y el cambio en la energía interna son positivos, o bien, que la única forma de **disminuir** la energía interna del gas sería dejándolo que se expanda lo que provocaría que el pistón se deslizara hacia arriba, por lo que el sistema realiza trabajo, y por lo tanto, el trabajo y el cambio en la energía interna son negativos.

Para el último análisis se preguntó al grupo

50. ¿Qué sucederá ahora si ΔU es cero en la ecuación $\Delta U = Q + W$?

51. ¿Qué significado tendrá el resultado?

Se escucharon algunas respuestas y se les expuso a los estudiantes que cuando la energía interna del gas es constante, es decir que su valor permanece siempre igual, el cambio en su energía interna es cero y como consecuencia, el calor que se le suministra al gas, se transforma en trabajo o bien, que todo el trabajo realizado sobre el gas, se convierte en calor.

Después del análisis de los tres procesos anteriores, la **Actividad Experimental 1.4** (), construcción de una bazuca, sirvió para que los alumnos comprendieran un poco más de la energía interna.

- Hacer un orificio a unos 3 cm de la base de la lata y con la ayuda de un clavo o un tornillo.
- Retirar la tapa superior de la lata y sustituirla por un círculo de unicel, que tape lo más justo posible a dicha lata.
- Vaciar un poco de alcohol dentro de la lata para impregnarlo en sus paredes y posteriormente taparlo con el círculo de unicel recién construido.
- Colocarse los guantes y acercar la flama del encendedor al orificio hecho en la lata, a manera de prender el alcohol que contiene.

Para que los alumnos entendieran como cambió la energía interna del aire encerrado en la lata se recurrió al análisis de lo que sucedió desde el momento en el que se tapó la lata con el círculo de unicel hasta que fue expulsado. Pero primero, se les hizo la aclaración de que se ignoraría la transferencia de calor de la lata hacia sus alrededores, porque el análisis real es complicado. Hecha la aclaración, se les explicó que la energía interna del gas encerrado en la lata tenía un valor **antes** de que se prendiera el alcohol, otro, cuando el alcohol hizo combustión, y otro más, diferente a los dos anteriores, cuando el círculo de unicel salió disparado.

Fue en este momento en el que se les pidió a los estudiantes que reflexionaran en cuál podría ser la definición de la energía interna, tomando en cuenta el desarrollo de la clase. Una breve discusión permitió concluir que la:

Energía interna es la energía total contenida en un sistema.

Para seguir desarrollando las habilidades matemáticas de los estudiantes, se ejemplificó la aplicación de la ecuación (9) en el **Anexo 1.5 (ejercicios numéricos de conservación de la energía)** y se les pidió que resolvieran otros dos ejercicios.

Se continuó con la revisión de los ejercicios resueltos y se hizo un breve análisis con algunas de las respuestas dadas al problema generador **P 1.3 a y 1.3 b**), planteado al comienzo de esta clase.

De tarea se les dejó que resolvieran los problemas que faltaron del **Anexo 1.5 (ejercicios numéricos de conservación de la energía)**.

Clase 10

La clase comenzó con la revisión de los ejercicios del, **Anexo 1.5 (ejercicios numéricos de conservación de la energía)**.

Para continuar con la clase y que los alumnos vieran como se recurre al principio de conservación de la energía para estudiar algunos casos especiales, se les mostró el **diagrama 12** (👁️).

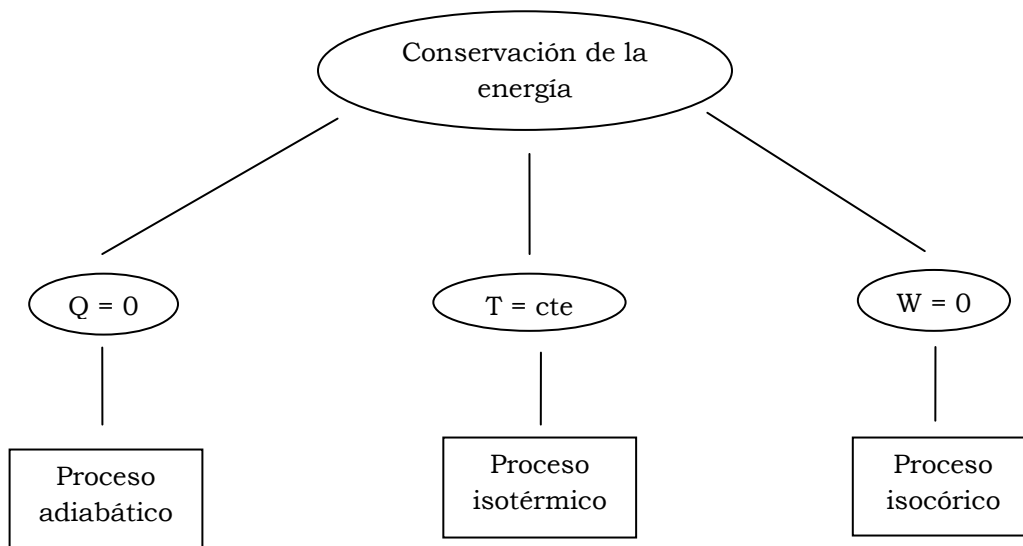


Diagrama 12

Para facilitar el estudio de los procesos expuestos en el **diagrama 12**, se recurrió al **gas ideal**. Se les explicó a los alumnos que este gas es muy útil en el estudio de los fenómenos térmicos, y que su comportamiento obedece a la siguiente relación sencilla entre su temperatura T, su volumen V y su presión P.

$$PV = nRT \dots \dots (12)$$

Donde n y R son constantes y la temperatura tiene que ser expresada en K.

Esta relación se utilizó para destacar que:

- ❖ Cuando el gas se mantiene a temperatura constante, al aumentar la presión, el volumen disminuye (ley de Boyle), es decir, que si por ejemplo se duplica la presión, el volumen disminuirá la mitad de lo que originalmente tenía, si la presión se triplica, el volumen disminuirá a un tercio del original y así sucesivamente.
- ❖ Cuando el gas se mantiene a presión constante, la temperatura y el volumen aumentan de la misma forma (ley de Charles), es decir, si la temperatura aumenta, por ejemplo lo triple, el volumen también aumentará tres veces, si la temperatura disminuye 5 veces, lo mismo sucederá con el volumen, disminuirá 5 veces.
- ❖ Cuando el gas se mantiene a volumen constante, la temperatura y la presión cambian (ley de Gay – Lussac), es decir, si la temperatura aumenta dos veces su valor, con la presión pasará lo mismo, aumentará lo doble, si la temperatura disminuye a un tercio de su valor inicial, la presión disminuirá un tercio su valor inicial..
- ❖ A partir de la ecuación (12) se forma una gráfica en tres dimensiones donde cada eje representa una cantidad física relacionada con el comportamiento del gas ideal, es decir, un eje para P, otro eje para V y uno más para T, y cuando alguna de ellas es constante se representan las otras dos en un plano, como el de P vs V, por ejemplo.

Boyle, Charles, y Gay – Lussac, observaron que una gran cantidad de gases se comportan de la manera descrita anteriormente cuando sus densidades en el recipiente que los contiene es baja y cuando sus temperaturas son bastante mayores que las temperaturas a las que los gases pasan al estado líquido. Los gases que estando bajo una presión y temperatura dadas obedecen la ecuación 12, se dice que se comportan como gases ideales. También estos gases tienen la característica de que su energía interna (U) solamente depende de su temperatura (es decir, los gases ideales que tienen la misma temperatura, tienen también la misma energía interna, independientemente de los valores de sus presiones y volúmenes). Si en un gas ideal su temperatura no cambia, su energía interna tampoco cambia. Esto es:

$$\Delta U = C_v \Delta T \dots \dots \dots (13)$$

La constante C_v resulta ser la capacidad calorífica del gas cuando se mide manteniendo su volumen constante.

Cuando se terminó de mencionar las características del gas ideal se planteó la siguiente pregunta hacia los alumnos:

52. ¿Qué es un proceso?

Las respuestas dadas permitieron llegar a la siguiente definición.

Proceso: cambio de estado del sistema que se da bajo ciertas condiciones

Y explicar que al analizar la ecuación (9) se observan tres procesos especiales, de los cuales ya se había estudiado algo en la clase 9, pero que en esta ocasión se iba a profundizar un poco más en ellos. Se recurre nuevamente al cilindro formado por paredes adiabáticas, con base adiabática o no, pistón móvil y lleno en esta ocasión de **GAS IDEAL**. También se les explicó que un proceso puede ser representado en una gráfica PV si ocurre siempre en condiciones de equilibrio, es decir que su temperatura, presión y volumen pueden ser determinados, ya sea midiéndolos o utilizando la ecuación (12) y que a este tipo de procesos también se les conoce como procesos reversibles.

Tomando como base la explicación anterior el primer proceso en analizarse fue el isocórico..

Proceso Isocórico: $V = \text{constante}$, no se realiza trabajo.

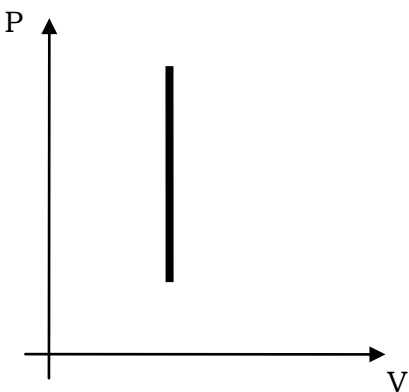


Imagen 14
Gráfica que representa a un proceso isocórico

Para hablarles a los alumnos de este proceso se les pidió que recordaran el análisis hecho en la clase 9 en el que el pistón del cilindro se quedaba quieto y se les preguntó:

53. ¿Recuerdan lo que significa que el pistón móvil del cilindro se quede quieto?

Se escucharon sus respuestas y se les mencionó que al proceso en el que el volumen del gas permanece constante, se le llama **proceso isocórico**.

Posteriormente se les preguntó:

54. ¿Cómo creen que sería la gráfica P vs V de este proceso?

Se comentaron algunas de las observaciones y se les mostró la gráfica de la **imagen 14**.

Después de que se les mostró la gráfica, se les explicó que para este proceso, el principio de conservación de la energía (ecuación (9)), queda expresado en la ecuación (10), es decir: $\Delta U = Q$

También se les hizo la observación de que al mantener el volumen constante, la temperatura aumenta junto con la presión, o bien, que la temperatura disminuye junto la presión.

Como retroalimentación, se les pidió a los estudiantes que dieran algún ejemplo relacionado con su vida cotidiana en el que el proceso isocórico estuviera presente.

El siguiente proceso a revisar fue el isotérmico.

Proceso Isotérmico: $T = \text{constante}$.

Se planteó la siguiente pregunta:

55. ¿Se acuerdan de lo que significa la palabra isotérmico?

Se escucharon sus comentarios y para llegar a la conclusión de que isotérmico significa temperatura constante se les recordó lo visto en la clase 1, cuando se estudiaron los distintos tipos de paredes. Después de la conclusión, se les mencionó que el proceso que se lleva a cabo a temperatura constante se llama, **proceso isotérmico**

Para que los alumnos aprendieran más de este proceso se les describió como cambia la presión cuando se modifica el volumen del gas ideal encerrado en un cilindro, se les mencionó que a mayor volumen menor presión y que a menor volumen mayor presión, para que se formaran una mejor idea, se les pidió que recordaran el caso de la jeringa en el que al tapar el orificio por el que entra la aguja con un dedo, para tener un volumen pequeño de aire encerrado en el cilindro de plástico, hay que generar mucha presión empujando el émbolo con fuerza, pero que si se desea que el aire ocupe casi todo el volumen del que el cilindro de la jeringa dispone, el émbolo se debe de halar con fuerza en dirección contraria. Las paredes de la jeringa se pueden considerar diatérmicas, por lo que el aire contenido en su interior y el aire del exterior están en equilibrio térmico a la misma temperatura.

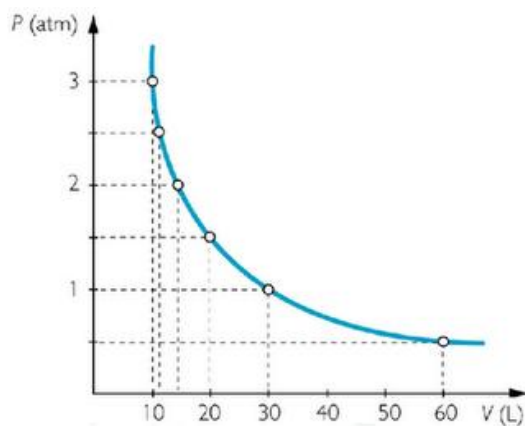


Imagen 15

Gráfica que representa a un proceso isotérmico

La explicación anterior permitió concluir que en un proceso isotérmico la presión (P) disminuye, si el volumen (V) aumenta según una ley de proporcionalidad inversa, de tal manera que a valores muy grandes de V la presión tiende a cero y a valores muy pequeños de V, la presión P crece mucho.

Para mostrarles el comportamiento de este proceso se recurrió a la gráfica mostrada en la **imagen 15**. Se retomó la conclusión del párrafo anterior y se les informó que la curva generada en la gráfica recibe el nombre de **isoterma**.

Se retomó la relación entre la temperatura y la energía interna del gas ideal para este proceso, ecuación (13) para que con ayuda de la ecuación (9) se llegara a la conclusión de que el principio de conservación de la energía en este caso queda expresado como:

$$Q = - W \dots\dots\dots(14)$$

La explicación de este proceso se cerró con el siguiente par de observaciones:

- ❖ Si se encierra una cantidad de gas ideal en un recipiente de paredes diatérmicas muy lisas y se mantiene en contacto con un sistema de dimensiones muy grandes como el aire, ambos se

mantienen en equilibrio térmico a una temperatura T . En una compresión isotérmica, todo el trabajo W que se realiza sobre el gas al comprimir su volumen, empujando el émbolo, pasará en forma de calor Q , al aire de sus alrededores, debido a que el aire es un sistema muy grande, puede recibir este calor sin aumentar su temperatura, la cual se mantendrá constante. Por otro lado, si el gas se expande, realizando una cantidad de trabajo $-W$, el gas absorberá una cantidad de calor Q de sus alrededores. En este caso también, tanto el gas como el aire de sus alrededores, mantendrán su temperatura constante.

- ❖ Un sistema que por sus dimensiones puede absorber o ceder calor sin cambiar su temperatura recibe el nombre de fuente térmica, ejemplos: un lago, el océano, el aire en el laboratorio, la atmósfera.

De nuevo y como retroalimentación, se pidió la mención de un ejemplo.

El último proceso a trabajar fue el adiabático.

Proceso Adiabático: el sistema está completamente aislado, ni absorbe ni cede calor.

Este proceso se dejó al último por el tipo de gráfica que lo describe y en esta ocasión se les pidió a los estudiantes que recordaran lo visto en la case 9 acerca de la relación entre una pared adiabática y el comportamiento del gas encerrado en un pistón. Después de escuchar algunas respuestas, se retomó el hecho de que cuando $Q = 0$, el cambio en la energía interna del gas, es igual al trabajo realizado por el sistema o sobre el sistema (ecuación (11)), es decir: $\Delta U = W$

También se les explico que debido a que el sistema está aislado térmicamente de sus alrededores, la transferencia de calor es nula, es decir, no entra ni sale calor del sistema, este proceso recibe el nombre de **proceso adiabático**.

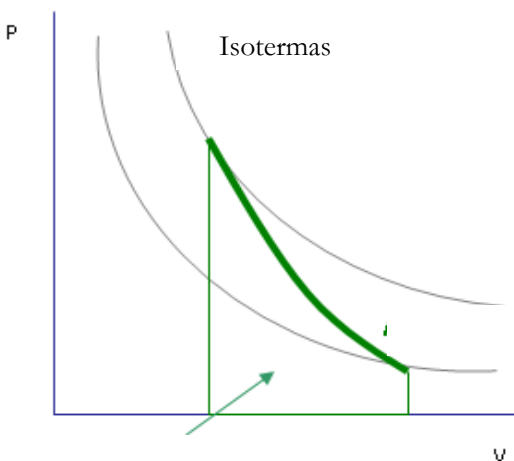


Imagen 16
Gráfica que representa a un
proceso isobárico

El siguiente paso fue mostrar ante el grupo la gráfica correspondiente a este proceso, **imagen 16** para analizarla un poco. Se resaltó el hecho de que se estaba recurriendo al gas ideal porque es el más sencillo de analizar, que para representar su comportamiento es necesario apoyarse en dos isotermas graficadas en el mismo plano y que entre ellas, se forma una curva llamada **adiabática**, la cual, permite identificar que presión corresponde a que volumen.

Una vez más y como repaso, se les pidió a los estudiantes que mencionaran un ejemplo de su vida cotidiana en la que este proceso estuviera presente.

Después de revisar los tres procesos, se seleccionó uno de los ejercicios numéricos del **Anexo 1.6 (procesos particulares de la conservación de la energía)** y se desarrolló como ejemplo.

El siguiente paso fue pedirles a los alumnos que prosiguieran con la resolución de dos ejercicios más pero en parejas.

De tarea para la próxima clase, se les pidió a los estudiantes que:

- a) Resolvieran los ejercicios pendientes del **Anexo 1.6**.
- b) Hicieran un diagrama, un mapa conceptual, un mapa mental, un cuadro sinóptico, un resumen, una canción o un poema, de las cinco clases desarrolladas en esta etapa del curso, es decir, de la clase 6 a la 10 (🖐).
- c) Por último que investigaran cómo es una máquina Stirling y que trajeran el material necesario para construir el prototipo de una. Algunas de las páginas que se les recomendaron para tal fin fueron:

<http://www.youtube.com/watch?v=RTBpoSgzCLY>

<http://www.youtube.com/watch?v=niZwq2Vp-pI&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=W7mmys3uIv0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=Heg3xaWUMks&feature=fvwrel>

<http://www.youtube.com/watch?v=AifGfayZHzc&feature=related>

Segunda ley de la Termodinámica (De lo caliente a lo frío)

El camino que se siguió en esta ocasión, comienza con el estudio de los ciclos, prosigue con el de las máquinas térmicas junto con su eficiencia y termina con la aplicación de los aprendizajes adquiridos cuando los alumnos analizan el funcionamiento de un motor de combustión interna de cuatro tiempos. Para el desarrollo de esta ley se construyeron tres planes de clase, los cuales se concentran en el ***diagrama 13***.

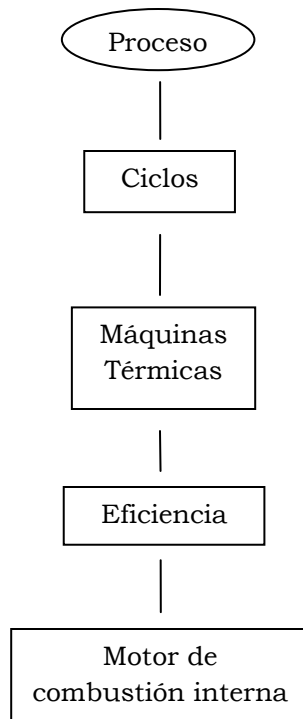


Diagrama 13

El orden de los conceptos y temas que se revisaron en cada una de las sesiones fue el siguiente.

Clase 11, ciclo y máquina térmica.

Clase 12, máquinas térmicas y ciclo de Carnot

Clase 13, continuación de la clase 12 y motor de combustión interna.

Clase 11

Como repaso de la sesión anterior, se revisaron los ejercicios que quedaron pendientes del **anexo 1.6 (procesos particulares de la conservación de la energía)** y el concentrado de los temas vistos de la clase 6 a la 10.

Para introducir el concepto de ciclo y como evaluación diagnóstica, cuando terminó la retroalimentación, se les pidió a los estudiantes que identificaran que es lo que tenían en común los siguientes casos.

- Cuando una persona comienza su día, lo primero que hace es levantarse de la cama, después se prepara para las actividades que va a realizar durante ese día, en algún momento come y al llegar la noche, se prepara para descansar, y después de algunas horas, despierta y comienza el nuevo día
- Cuando se va a utilizar una computadora, primero se prende, después, hay que esperar un poco para que se carguen los programas necesarios, enseguida se realiza el trabajo deseado y por último se apaga, hasta que es nuevamente encendida.
- Cuando alguien se lava los dientes, toma su cepillo, saca la pasta de donde este guardada, la abre y pone un poco sobre el cepillo, cierra la pasta, la guarda, se lava los dientes, los enjuaga y deja nuevamente su cepillo de donde lo tomó al principio.

Se escucharon las opiniones de algunos integrantes del grupo y como los alumnos investigaron previamente el diseño y la forma de la máquina Stirling se les mostraron las imágenes del **Anexo 2.1 (motor de gasolina y máquina Stirling) imágenes 17 y 18** para enseguida preguntarles:

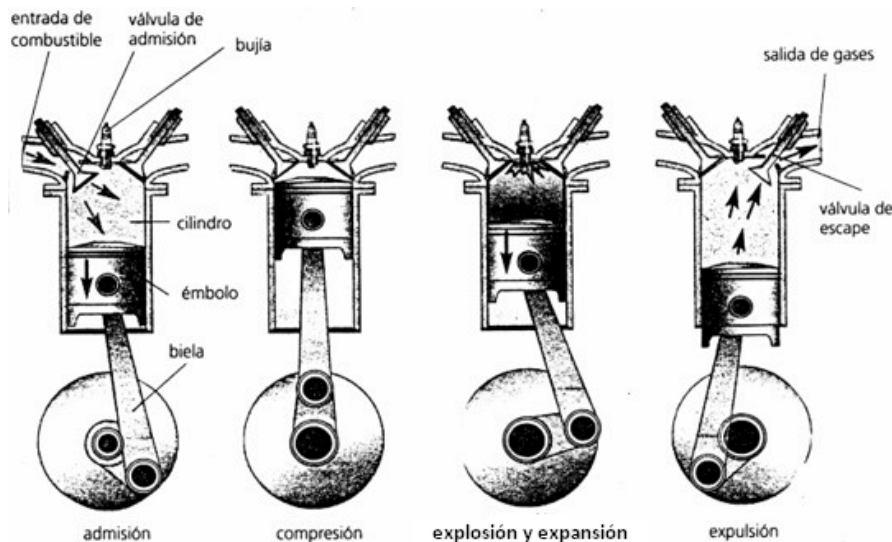


Imagen 17. Motor de gasolina

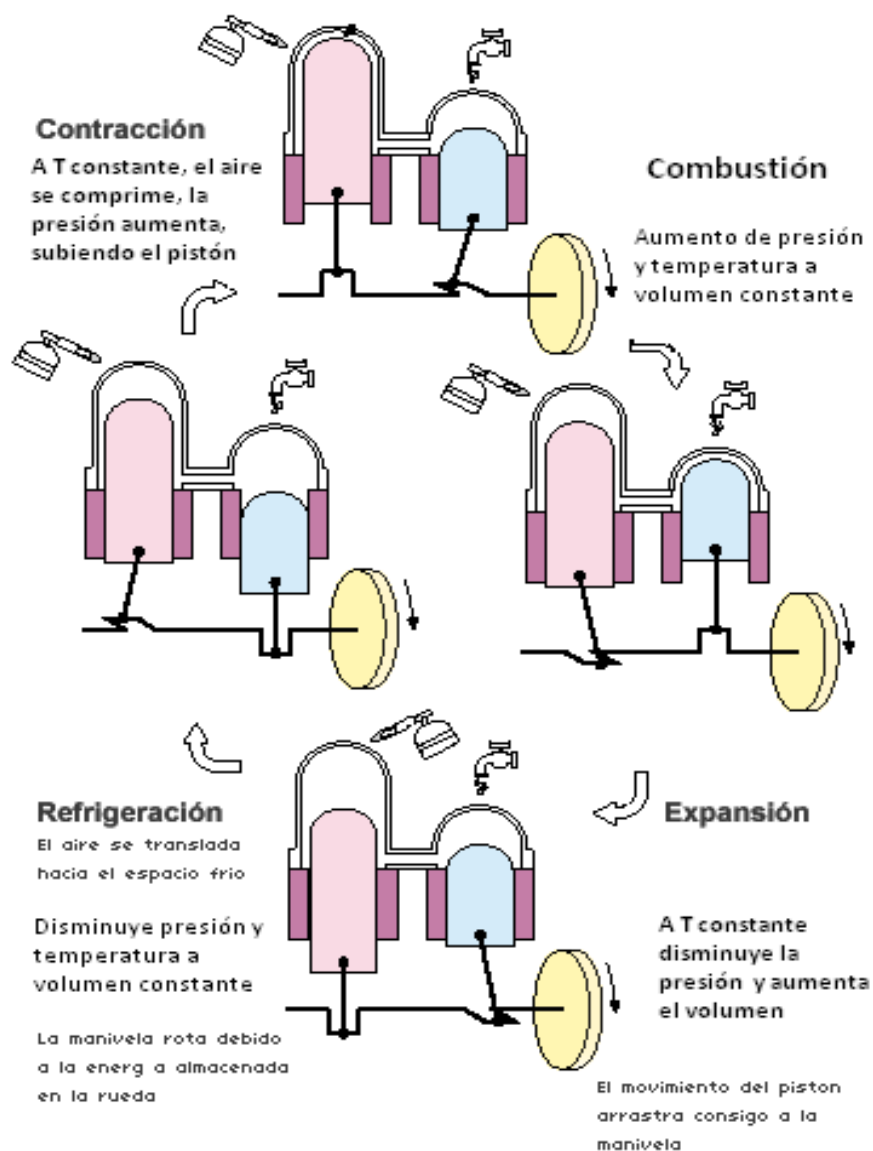


Imagen 18. Máquina Stirling

56. ¿Tendrán algo en común el funcionamiento de las máquinas térmicas mostradas en las **imágenes 16 y 17**?, sí, no, ¿por qué?

57. ¿Qué es lo que cada imagen muestra?, explicar.

Se escucharon algunas respuestas y junto con el análisis hecho de los casos a, b y c, se empezó a guiar a los estudiantes para que comprendieran lo que es un ciclo.

Para las tres clases siguientes, el problema generador fue **P 2.1**

- ➡ **P 2.1** Uno de los temas ambientales muy común en la actualidad, es el de calentamiento global. ¿Cómo y por qué repercute el funcionamiento de los aviones, de los automóviles y de los barcos en este fenómeno?

Después de escuchar algunas respuestas y de hacer un listado con ellas en el pizarrón, los alumnos lo copiaron y se les mostró el **diagrama 14** (👁️) para que vieran que los conceptos a aprender en esta ocasión eran los de ciclo, ciclo reversible e irreversible.

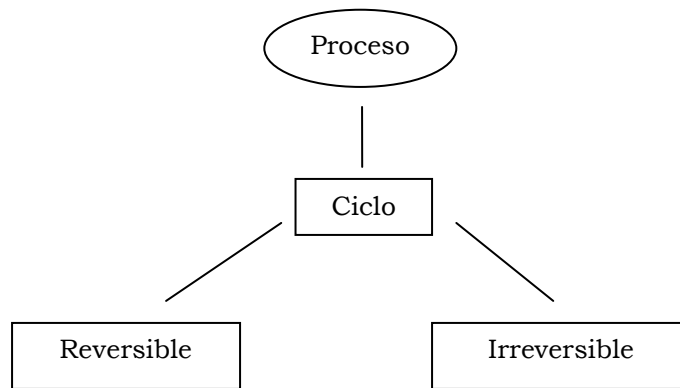


Diagrama 14

Para que los alumnos continuaran aprendiendo del concepto de ciclo, se prosiguió con la construcción del modelo de la máquina Stirling, **Actividad Experimental 2.1** (👋) y a su término, se les pidió a los equipos que contestaran las siguientes preguntas.

58. ¿Qué es un ciclo?

59. ¿Cómo se construye un ciclo?

Como las preguntas fueron hechas de manera muy general, así es como contestaron los alumnos, de manera general y para aterrizar las ideas en la Termodinámica, después de escuchar sus respuestas, se les plantearon algunas preguntas más.

60. ¿El funcionamiento de la máquina Stirling es cíclico?, si, no, ¿por qué?

61. Si su funcionamiento es cíclico, ¿los procesos que lo forman estarán relacionados con los descritos en la clase pasada (clase 10), en los que se utilizó el gas ideal?

62. ¿Para qué sirve una máquina Stirling?

Las respuestas dadas sirvieron para que después de un breve análisis se llegara a la definición de ciclo.

Ciclo: conjunto de procesos relacionados de tal manera que el último termina en donde el primero comienza.

En este momento de la clase fue importante enfatizar que al cerrarse el ciclo, la energía interna final es igual a la energía interna inicial, por lo que en un ciclo el cambio en la energía interna es cero

A continuación se les explicó a los alumnos que los ciclos, se pueden representar en gráficas, como la siguiente imagen 19.

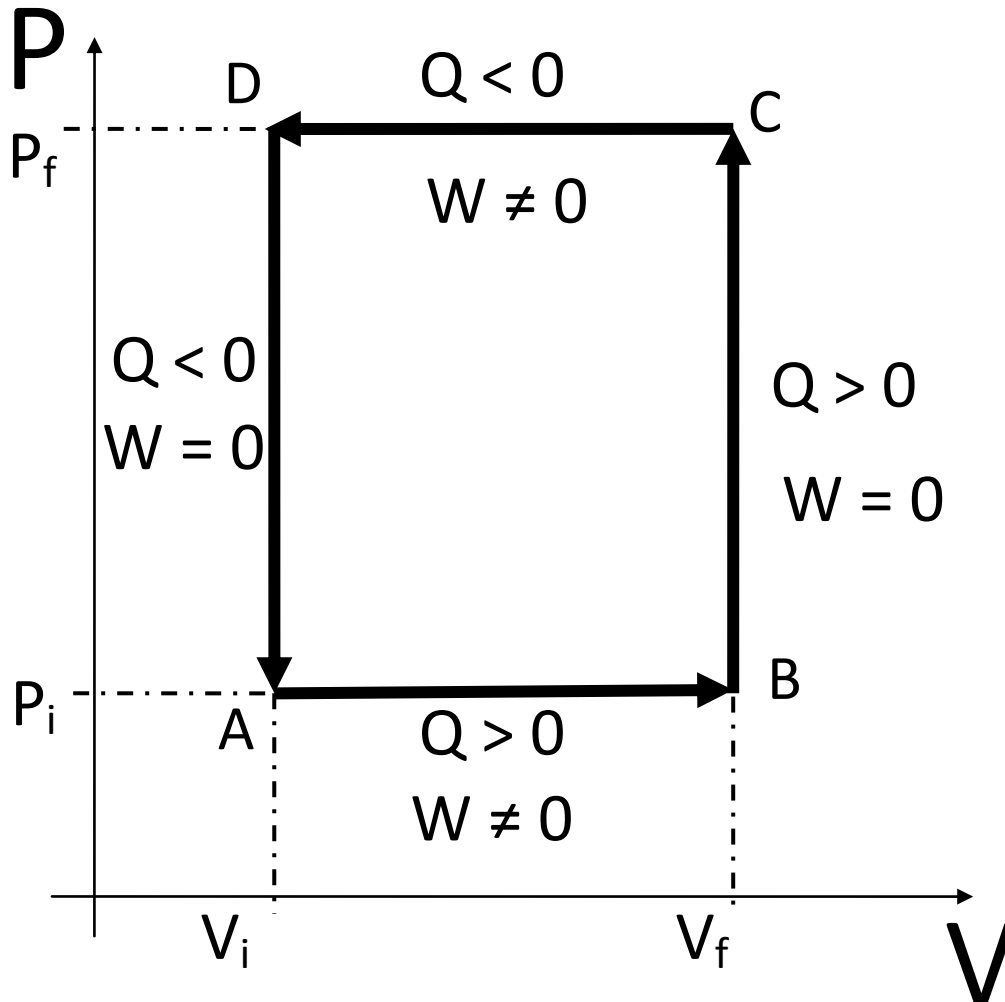


Imagen 19
Ciclo formado con procesos isocóricos e isobáricos

Para comenzar con la descripción de cada proceso, se les indicó a los alumnos que se trabajaría, como en las clases previas, con el gas ideal contenido en el cilindro construido con paredes adiabáticas excepto en la base, y con pistón móvil. La descripción comenzó con la recta que va de A a B, de la cual, se les explicó que como este proceso se llevó a cabo a presión constante, recibe el nombre de proceso isobárico y que como se le suministró calor al gas, su energía interna aumentó y

al aumentar el volumen del gas, éste realiza trabajo sobre sus alrededores. Lo contrario, pasa en la recta formada entre los puntos C y D, es decir, también se llevó a cabo a presión constante y se realizó un trabajo sobre el gas, disminuyendo su volumen, pero cuando el gas perdió calor, al disiparlo en los alrededores, disminuyó su temperatura y también su energía interna. Se prosiguió con el análisis de la recta formada entre los puntos B y C, explicándoles a los estudiantes que este proceso era como el visto en las clases pasadas, en las que al ser el volumen constante el proceso es isocórico, no se realiza trabajo y el calor suministrado al sistema, provoca que la presión y la temperatura aumenten, todo lo contrario de lo que pasa en la recta que va desde D a A, en la que el proceso también es isocórico, pero como el sistema cede calor a los alrededores, la presión y la temperatura disminuyen. Al terminar el ciclo el cambio en la energía interna ΔU es cero.

Después de la explicación anterior y como retroalimentación, se les pidió a los estudiantes que en su cuaderno, dibujaran el siguiente ciclo y lo explicaran, *imagen 20*.

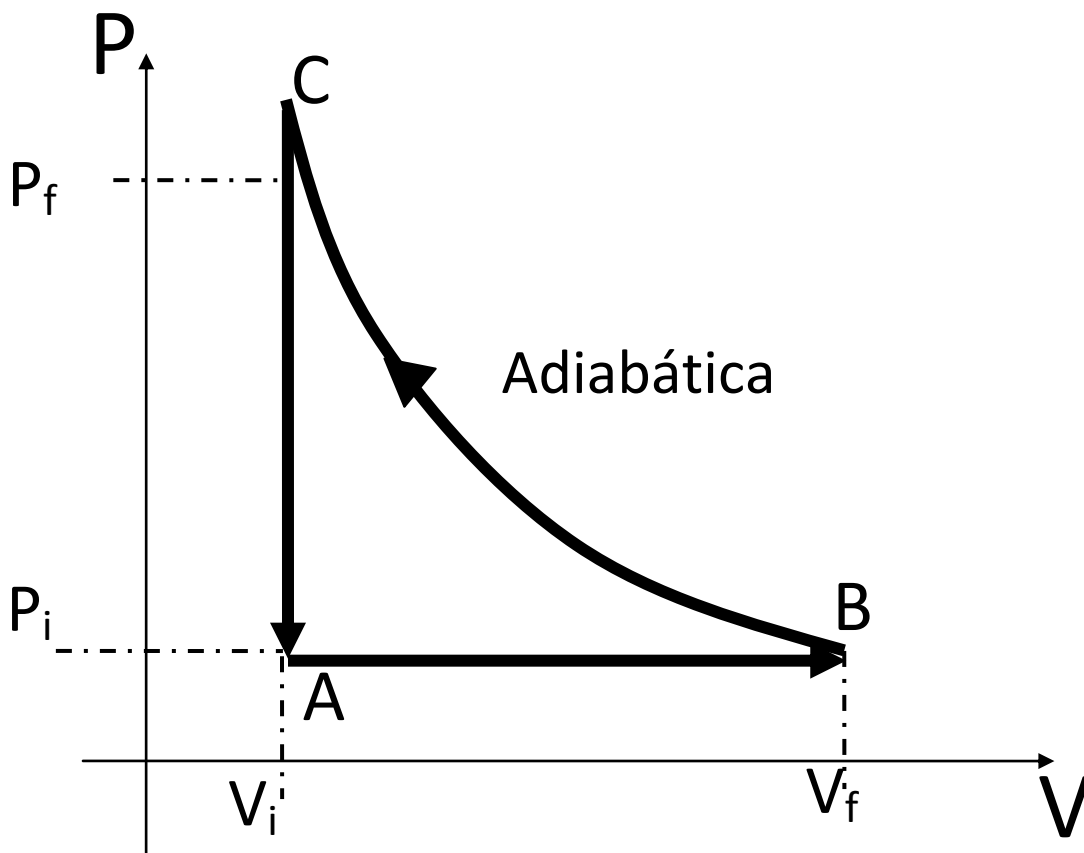


Imagen 20

Ciclo formado con tres procesos, isocórico, adiabático e isobárico

Cuando los alumnos terminaron de describir el ciclo, se resaltó el hecho de que para facilitar el estudio de los ciclos, además de que se considera al gas ideal, se hace la suposición de que los procesos involucrados son **procesos reversibles**. Y para aclarar lo que esto significa, se recurrió al siguiente ejemplo.

- ➔ En el proceso que va de A a B en la *imagen 20* la presión se mantiene constante, mientras esto sucede el gas absorbe calor Q de las fuentes térmicas, también se expande y empuja al pistón

haciendo un trabajo $-W$. Si se quisiera regresar desde B a A siguiendo el mismo camino el gas tendría que ceder una cantidad de calor $-Q$ a las fuentes térmicas y el pistón debería comprimir el gas haciendo una cantidad de trabajo W sobre el gas. El calor suministrado volvería a la fuente de la que se obtuvo, el trabajo total sería cero y se vería como si durante el proceso de ida y vuelta nada hubiera sucedido en los alrededores. Este es un proceso reversible. Todo proceso reversible puede ser siempre representado en una gráfica, debido a que el proceso ocurre en condiciones de equilibrio, y su presión y volumen pueden ser siempre medidos.

Expuesto lo anterior se definió un proceso reversible de la siguiente forma:

Proceso reversible: proceso en el que sin modificar los alrededores, un sistema puede ser regresado desde su estado final a su estado inicial, repitiendo el mismo proceso en dirección contraria.

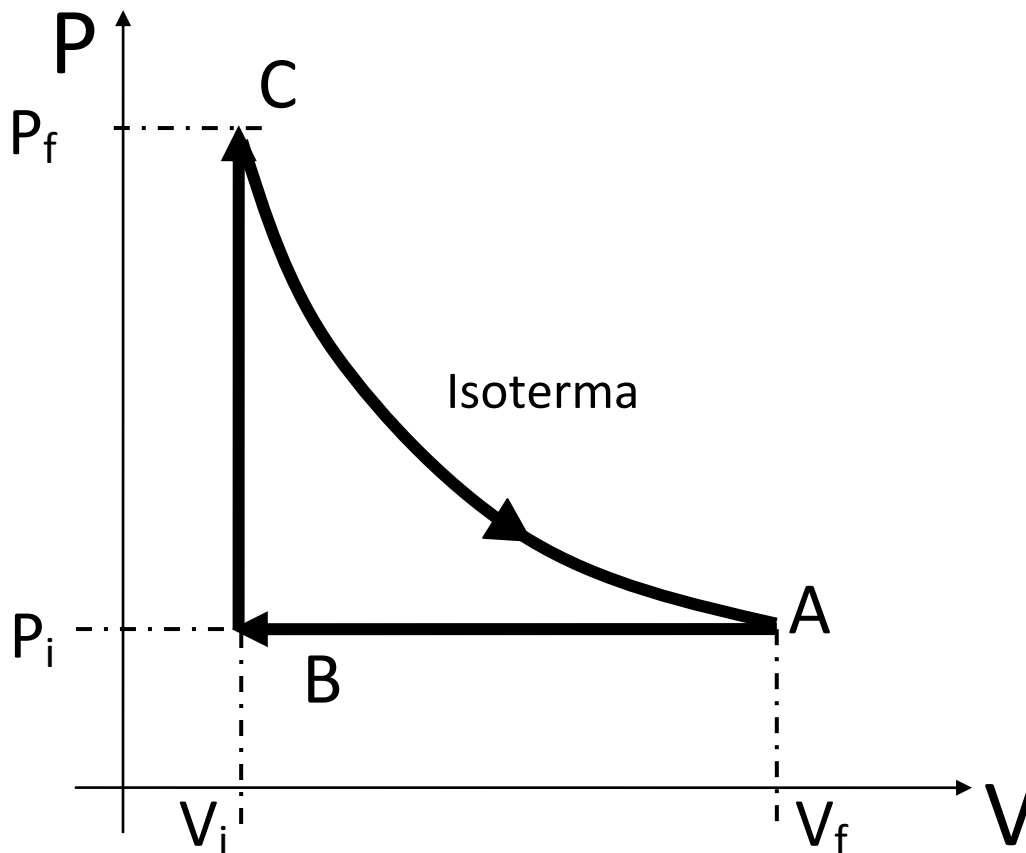


Imagen 21

Ciclo formado con tres procesos, isocórico, isotérmico e isobárico

Al término de la exposición de los ejemplos y de la definición, se hizo la aclaración de que en la realidad, todos los procesos térmicos que se llevan a cabo en la naturaleza son procesos **irreversibles, que son aquellos en los que es imposible modificar un sistema para después regresarlo a su estado inicial con las mismas características y sin modificar sus alrededores, dado que en alguna de sus etapas no ocurre en condiciones de equilibrio;** sin embargo para

estudiar el funcionamiento de motores reales que operan en ciclos irreversibles, los procesos de estos ciclos, pueden ser emulados con procesos reversibles, que son representados en diagramas conocidos como los ciclos de la gasolina, Diesel y Stirling.

Para terminar la clase, de tarea se les dejó a los alumnos que copiaran y describieran en su cuaderno el ciclo mostrado en el pizarrón, *imagen 21*.

Y que de algún periódico o revista, recortaran algunas imágenes de autos, barcos, trenes y aviones, que las pegaran en su cuaderno y que investigaran en internet, cómo se construye un modelo de barco de vapor *imagen 22* además de traer para la siguiente clase, el material necesario para su construcción. Se les sugirieron las siguientes páginas:



Imagen 22
Modelos de barco de vapor

<http://www.youtube.com/watch?v=BCmldP0ugRM>


<http://www.youtube.com/watch?v=ACIUJPs6Eb0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=ZTM3VMPTEIo>

<http://www.youtube.com/watch?v=L1quok96HvQ&feature=related>

Clase 12

Para comenzar la clase y como repaso se les pidió a algunos alumnos que leyeran lo que anotaron en su cuaderno acerca de la descripción del ciclo que se les dejó de tarea y al término de la actividad se analizaron sus respuestas.

Terminado el análisis, se procedió a mostrarles a los alumnos el *diagrama 15* (), que muestra el concepto con el que se trabajó en esta clase, que fue el de máquina térmica y la manera en la que ésta se relaciona con los conceptos de ciclo, trabajo y calor.

Cuando los alumnos terminaron de copiar el diagrama, se presentó el momento adecuado para retomar las imágenes que trajeron y preguntarles:

63. ¿Tendrán algo en común todas éstas imágenes?

64. ¿Son máquinas?

65. ¿Qué es una máquina?

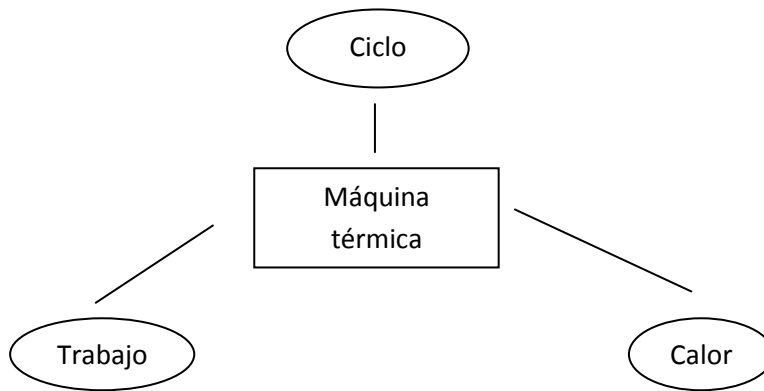


Diagrama 15

Para que los alumnos comenzaran a entender lo que es una máquina térmica, se prosiguió con la construcción del modelo del barco de vapor, **Actividad Experimental 2.2** (👉).

Cuando cada equipo terminó de construir y de probar su prototipo de barco, se les dijo que tomando en cuenta todo lo hecho y aprendido hasta éstos momentos, expresaran lo que para ellos era una máquina de vapor.

Después de escucharlos y comentar las respuestas, se llegó a la definición.

Máquina térmica: es aquella máquina o dispositivo que funcionando en ciclos transforma parte del calor suministrado en trabajo.

Y se les preguntó:

66. Todas las imágenes que trajeron, ¿representan a una máquina térmica?, sí, no ¿por qué?

Se escucharon sus respuestas y se les explicó que una máquina térmica se puede representar con diagramas, como los mostrados en el **Anexo 2.2 (diagramas de máquina térmicas) e imagen 23**. De estos diagramas se destacó la forma en la que el calor se transmite y el trabajo que realiza dicha máquina.

También se les mencionó que para entender el funcionamiento de las máquinas térmicas éste se considera cíclico, es decir, que la máquina completa una serie de procesos, para terminar y comenzar en el mismo punto muchas veces, que éstos procesos se consideran reversibles y que el análisis del

ciclo que analizarían para la siguiente clase, *imagen 24*, permitiría aprender más acerca del comportamiento éstas máquinas.

Para hacer énfasis en que el funcionamiento de los aviones, coches y barcos de vapor es cíclico, se retomó parte del listado formado cuando se planteó el problema generador **P 2.1**.

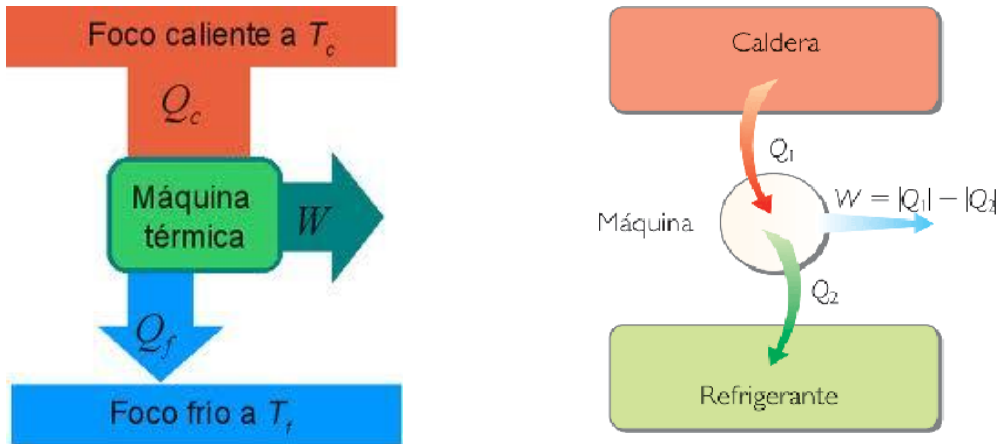


Imagen 23. Diagramas de una máquina térmica

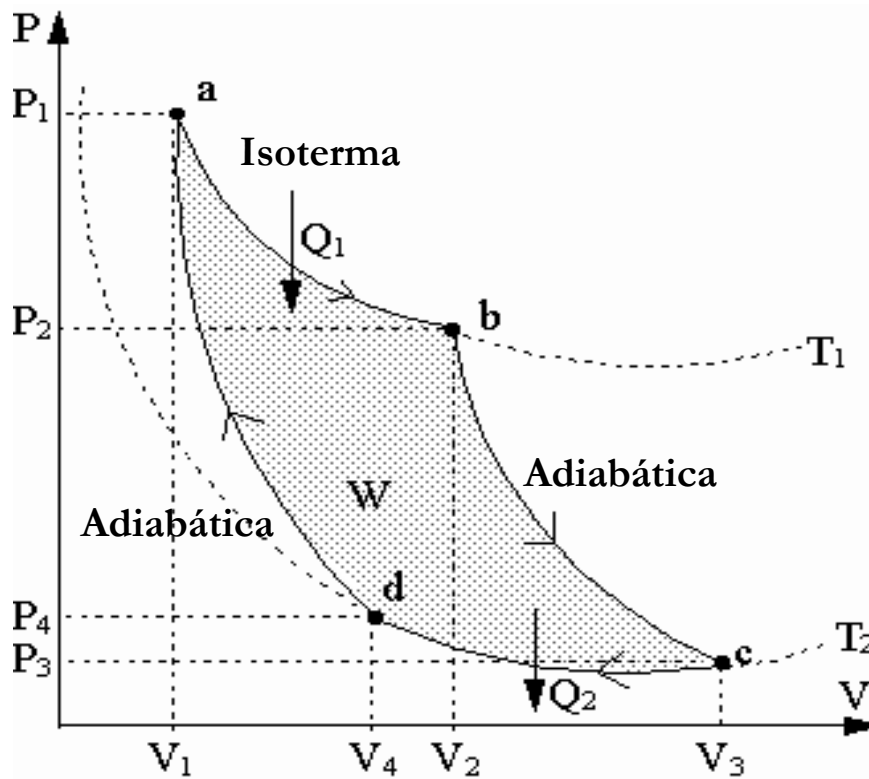


Imagen 24, ciclo de Carnot

La clase terminó pidiéndoles a los estudiantes:

- El reporte de la práctica.
- Que en su cuaderno hicieran dos columnas, que a una de ellas le pusieran por título, máquinas antiguas y a la otra, máquinas actuales, que buscaran en internet las imágenes de aviones, trenes, coches y barcos, antiguos y actuales y que pegaran cada imagen en su columna correspondiente. Después de que formaran las columnas, se les pidió que anotaran las diferencias entre unas máquinas y otras.
- Que investigaran la biografía de Sadi Carnot y que describieran el siguiente ciclo mostrado en la **imagen 24**

Clase 13

La clase inició con una breve descripción de lo más sobresaliente de la vida de Carnot y esta actividad se realizó mediante una plenaria.

El siguiente paso, fue pedirles a algunos estudiantes que leyeran su descripción del ciclo que se les dejó de tarea, y después de escucharlos, se les informó que el ciclo que analizaron, tiene por nombre **Ciclo de Carnot** y que en este ciclo, la máquina opera entre dos fuentes térmicas a distinta temperatura, la primera a alta temperatura (T_1) o foco caliente y la segunda a baja temperatura (T_2) o foco frío. Enseguida, se retomó la **imagen 24** la que representa a este ciclo, y se le describió con detalle de la siguiente manera.

- ❖ En los procesos adiabáticos representados por las curvas bc y da, no hay transferencia de calor entre el sistema y los alrededores, así que el trabajo realizado en cada proceso se debe al cambio de la presión y el volumen respectivos y los cambios en la energía interna para cada proceso son $\Delta U_{bc} = W_{bc}$ y $\Delta U_{da} = W_{da}$, como el cambio de temperatura en el proceso bc es $T_2 - T_1$ y el cambio de temperatura en el proceso da es $-(T_2 - T_1)$, $\Delta U_{bc} = -\Delta U_{da}$
- ❖ Para la isoterma ab, el valor de la temperatura T_1 , es constante y $\Delta U_{ab} = 0$, el volumen aumenta y pasa de V_1 a V_2 , la presión disminuye y pasa de P_1 a P_2 , por lo que retomando la ecuación $\Delta U = Q + W$ se obtiene que $Q_1 = Q_{ab} = -W_{ab}$, es decir, que el calor (Q_1) suministrado por el foco caliente a la máquina durante este proceso, es igual al trabajo realizado por el sistema
- ❖ Para la isoterma cd, el volumen disminuye y pasa de V_3 a V_4 , la presión aumenta y pasa de P_3 a P_4 , por lo que $Q_2 = Q_{cd} = -W_{cd}$, es decir, el calor (Q_2) cedido al foco frío, es igual al trabajo realizado sobre el sistema.
- ❖ En el ciclo la suma de los diferentes cambios en la energía interna son igual a cero $\Delta U = 0$ de tal manera que el trabajo neto $|W|$, es decir el que realiza el sistema menos el que se realiza sobre el sistema será igual al calor absorbido del foco caliente menos el calor cedido al foco frío $|W| = |Q_1| - |Q_2|$

Al término del análisis del ciclo de Carnot, se les pregunto a los estudiantes:

67. ¿Este ciclo, tendrá alguna relación con el funcionamiento de las máquinas térmicas?, sí, no, ¿por qué?

A continuación se expuso ante el grupo, el **diagrama 16** (👁️), en el que se mostró que el concepto a estudiar en esta clase, era el de eficiencia y la forma en la que este concepto se relaciona con los aprendidos en las clases pasadas, que son los de procesos, ciclos, máquina térmica, trabajo, energía interna y calor.

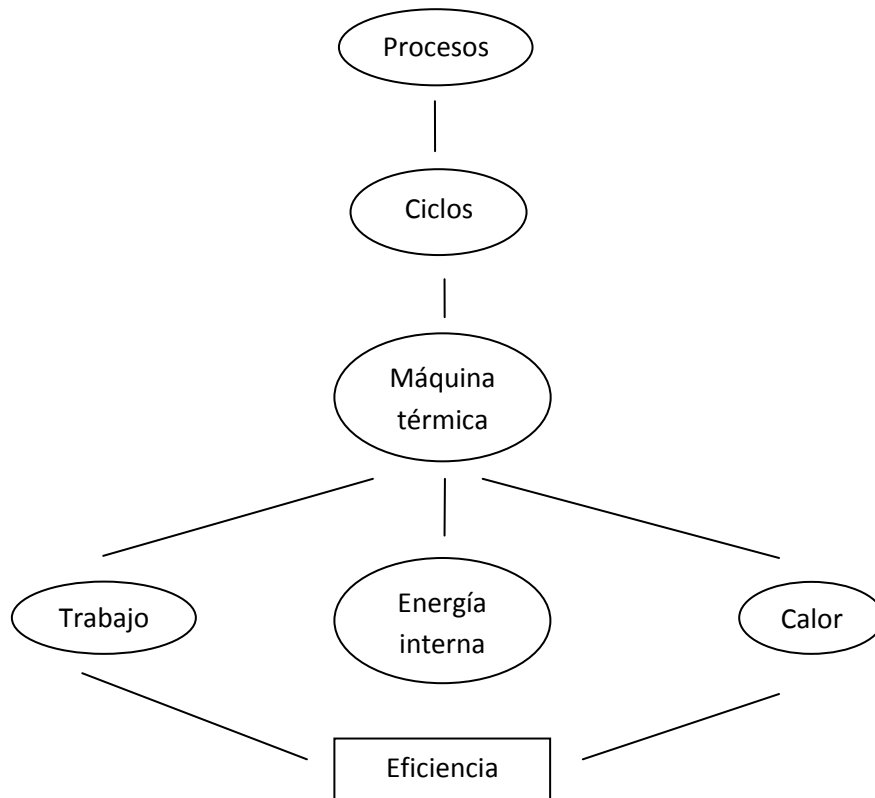


Diagrama 16

Para llegar al concepto de la eficiencia, se les preguntó a los alumnos acerca de las diferencias que encontraron entre las máquinas actuales y las antiguas. En este punto la palabra eficiencia apareció.

Posteriormente se les pidió que basándose en el análisis recién hecho del ciclo de Carnot, en el **diagrama 16** y en las respuestas de las preguntas anteriores, respondieran a las siguientes preguntas:

68. ¿En función de que cantidades se podría definir la eficiencia de una máquina térmica?

69. ¿Cuáles son las cantidades más importantes en el funcionamiento de una máquina térmica?

Al término de las respuestas dadas, se le expuso al grupo que Carnot ideó su propia máquina, usando un gas ideal siguiendo los procesos reversibles descritos en su ciclo. De esta manera, fue capaz de

obtener la eficiencia de su máquina ideal, tomando en cuenta, el trabajo neto realizado por la misma, dividido entre el calor suministrado por la fuente a alta temperatura, es decir:

$$\eta = \frac{|W|}{|Q_1|} \dots\dots\dots(15)$$

Donde la letra η representa a la eficiencia.

Este fue el momento adecuado para definir a la eficiencia como:

Eficiencia: relación entre el calor suministrado a una máquina y el trabajo neto realizado por la misma.

El siguiente paso fue explicarles que es imposible suponer que todo el calor suministrado a la máquina se convierta en trabajo porque siempre hay una parte de ese calor que debe ser cedido a la fuente a baja temperatura o foco frío. Para que los alumnos entendieran la relación entre el trabajo neto realizado por la máquina térmica, el calor que se le suministró y el que se cedió a la fuente fría, se recurrió a los diagramas del **Anexo 2.2 (diagramas de máquina térmicas) e Imagen 22**. En uno de ellos se indica claramente que $W = Q_1 - Q_2$, pero en el otro en donde se indica un foco caliente y uno frío, se les hace notar, que el que dice foco caliente, representa a través de una línea ancha, a una cantidad de calor suministrada mayor a la cantidad de calor que se cede al foco frío, el cual está representado por una línea más delgada. Se les explicó también que esto es una representación del procedimiento que avala que el calor suministrado a la máquina es mayor que el cedido, pero que como ese tema es para otros cursos, se recurre al diagrama que es muy ilustrativo. Así es como se llegó a que la relación (16) se transforma en:

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|} \dots\dots\dots(16)$$

Lo siguiente que se le indicó a los estudiantes, fue que este resultado en varias ocasiones se representa de manera porcentual, así que lo único que tenían que hacer, era multiplicar la ecuación (16) por 100, es decir:

$$\eta_{\%} = \eta \times 100 \dots\dots\dots(17)$$

La ecuación (18) se utilizó para preguntar:

70. ¿Existirá una máquina cuya eficiencia sea del 100%?

Se escucharon sus repuestas y se les explicó que es IMPOSIBLE, que todo el calor suministrado por una fuente térmica a una temperatura T_1 , en una máquina ideal operando en un ciclo formado por procesos reversibles, se convierta en trabajo, porque siempre hay una parte de ese calor que se tiene que ceder a una fuente térmica a temperatura más baja T_2 . Una máquina real que opera en un ciclo formado por procesos irreversibles tendrá una eficiencia menor que la de la máquina ideal, debido a que siempre hay una disipación de calor, mínimo por la fricción que se genera entre las piezas con las que se construye la máquina.

La clase continuó con la resolución de algunos ejercicios numéricos del **Anexo 2.3 (ejercicios numéricos de eficiencia)**, relacionados con la eficiencia de las máquinas térmicas.

Cuando los alumnos terminaron de resolver los ejercicios numéricos indicados, y para que aplicaran lo aprendido, se les pidió que explicaran por escrito, lo que el **Anexo 2.4 (motor de 4 tiempos)**, les mostraba. Cuando los estudiantes terminaron de llenar el anexo se dio paso a un análisis mediante una plenaria, que se encargó de profundizar en el funcionamiento del motor de combustión interna y comenzó informándoles que a los procesos realizados por un motor, se les llama **carreras**, que la sustancia que se utiliza para ponerlo en funcionamiento, generalmente es una mezcla de gasolina y aire, la cual recibe el nombre **sustancia de trabajo**, o **sustancia activa**. El análisis prosiguió explicándoles cada proceso realizado por el motor.

- ❖ Primer tiempo (**imagen con el número 1)**: entra una mezcla de gasolina y aire al cilindro a través de la válvula de admisión y el pistón comienza a desplazarse y por eso a esta carrera se le llama **carrera de admisión**.
- ❖ Segundo tiempo (**imagen con el número 2)**: el pistón comprime rápidamente a la mezcla al deslizarse hacia arriba, aumenta la presión y disminuye el volumen, para que esto sea posible la válvula de admisión y de escape están cerradas. Esta es la **carrera de compresión**.

Entre la carrera de compresión y la de trabajo, incorporado al cilindro hay un objeto llamado bujía, la que al generar un chispazo provoca la combustión de la sustancia activa. En ese pequeño instante de tiempo, el volumen de la mezcla permanece constante debido a la compresión que el pistón ejerce.

- ❖ Tercer tiempo (**imagen con el número 3)**: después de que se generó el chispazo (el cual es producido por la bujía y la combustión es interna), la mezcla se expande y obliga al pistón a deslizarse hacia abajo, como el proceso también se realiza muy rápido, el proceso también se considera adiabático, **carrera de trabajo o de explosión**.
- ❖ Cuarto tiempo (**imagen con el número 4)**: la válvula de escape se abre y como la mezcla está dilatada empieza a salir, el émbolo termina de vaciarse con ayuda del desplazamiento del pistón que se mueve hacia arriba, **carrera de escape o de expulsión**.

Cuando se terminó el análisis del motor de combustión interna de cuatro tiempos, se les pidió a los estudiantes que observaran que el funcionamiento de esta máquina es cíclico.

Se prosiguió pidiéndoles a los alumnos que reflexionaran en cómo una máquina térmica funciona, que pensarán en la dirección en la que el calor suministrado se transmite, de donde a donde, en cómo su ciclo permite describir dicho funcionamiento y en lo que habían aprendido de la eficiencia de estas máquinas. Después de analizar sus respuestas, se llegó a que:

- ❖ **Es imposible transferir de manera natural, calor de la parte fría a la parte caliente de un sistema.**

- ❖ **Es imposible que todo el calor suministrado a un sistema se transformara en trabajo para terminar en el mismo estado en el que inició.**

Lo cual se les presentó como una de las formas en las que se puede enunciar la segunda ley de la Termodinámica.

Como retroalimentación, se retomó el listado formado con el planteamiento del problema generador **P 2.1** y se hizo una breve reflexión acerca de cómo las máquinas térmicas influyen en el calentamiento global.

Como tarea, se les dejó a los estudiantes la resolución de algunos ejercicios más del **Anexo 2.3 (ejercicios numéricos de eficiencia)** y la sopa de letras del **Anexo 2.4**

Esta fue la última clase de la segunda ley de la Termodinámica, así que, para la clase siguiente, se les indicó a los alumnos que elaboraran un mapa, resumen, cuadro o lo que quisieran, para concentrar la información de éstas últimas tres sesiones.

También se les pidió que en una hoja tamaño carta hicieran un mapa mental en el que concentraran todo lo visto desde la primera clase (clase 1), hasta esta (clase 13).

Clase 14 (Evaluación de primera y segunda ley, ideas preliminares)

La evaluación se dividirá en dos partes, la primera se realizará de manera grupal y la segunda, de manera individual.

Grupal

Se formaron equipos de 4 alumnos y entre todos plantearon una situación, un suceso, un acontecimiento, etc., de la vida común, en el que estuvieran presentes, por lo menos dos conceptos de cada una de las leyes.

Individual

Aplicación del examen, **Anexo 2.5 y entrega de su mapa mental**

Capítulo 3

Resultados y conclusiones

Al tomar en cuenta las ideas previas, los estilos de aprendizaje, las relaciones con la vida cotidiana y la tecnología, el estilo de las clases cambió de expositivas y semipasivas a más participativas e interactivas en las que se cambiaron los materiales, dinámicas como por ejemplo, se trabajó más en equipos, con preguntas intercaladas y con muchas actividades experimentales.

Deserción

Como resultado con este nuevo tipo de clases la deserción cambió del 24% al 2% ver **tabla 3**. En la tabla, los grupos 244 pertenecen a cursos impartidos antes de entrar a la maestría. Durante la elaboración de la propuesta se hicieron pruebas parciales en la ENP-4 y CB-3, con esta experiencia se complementó y modificó la propuesta hasta construirla en forma actual. La propuesta completa se aplicó desde 2010 en CB-3, en los grupos 301, 305, 308 y 313.

Grupo	Semestre	Inscritos	Evalutados	Retención	Promedio
244	2007-A	33	27	82%	6.7
244	2007-B	21	16	76%	6.8
244	2008-A	41	35	85%	6.3
301	2010-B	41	38	93%	6.4
305	2010-B	42	41	98%	6.5
308	2010-B	30	29	97%	6.2
301	2011-B	56	55	98%	6.3
305	2011-B	53	48	91%	6.3
301	2012-B	50	48	96%	7.9
308	2012-B	43	41	95%	7
313	2012-B	44	41	93%	7.7

Tabla 3
Tabla de aprovechamiento y retención

A partir de que se aplicó esta estrategia didáctica hubo mayor participación, los alumnos que generalmente se mostraban pasivos como respuesta a las clases de estilo tradicional pasaron a participar activamente durante la clase, proponer experimentos para el laboratorio y entregar todas las prácticas y trabajos solicitados. A pesar de que las calificaciones son semejantes (como lo muestra la tabla), las evaluaciones son más cercanas a los intereses de los estudiantes como se puede ver en los anexos. No sólo los exámenes cambiaron, en el laboratorio se diseñaron prácticas diferentes y se les permitió diseñar nuevas actividades o realizar variaciones en la actividad experimental indicada. Se pasó de calificar simplemente por medio de exámenes y entrega de reportes de laboratorio individuales a tomar en cuenta exámenes, tareas, reportes grupales, prototipos, mapas mentales por equipos e individuales, participaciones y autoevaluaciones, todo esto se diseñó de tal forma que se tomara en cuenta tanto los estilos de aprendizaje, como el entorno y las ideas previas de los alumnos, con la intención de conducirlos a adquirir un aprendizaje más significativo que el logrado antes de aplicar la estrategia.

Trabajo colaborativo, en equipo

Con base en los estilos de aprendizaje se organizaron los equipos de trabajo. Se logró un equilibrio entre los estilos de aprendizaje y los estudiantes fueron capaces de trabajar en equipo, haciendo a un lado las individualidades. Cada integrante cooperaba en la tarea que debían realizar y aprendieron a apoyarse dentro del equipo intercambiando ideas, opiniones, preguntas o dudas.

Aun cuando los estudiantes llegaban a la clase motivados, a la mayoría de ellos les costó un poco de trabajo comenzar a funcionar como un “equipo de trabajo”, pero después de algunos intentos, los resultados fueron sorprendentes, las instrucciones dadas para cada actividad, independiente del lugar en el que se trabajara, eran repetidas sólo una vez y no muchas como en cursos anteriores. Los reportes de laboratorio se entregaron en tiempo y forma y cada vez que se les pedía que formaran equipos para realizar algún trabajo o actividad, lo hacían sin mayores problemas.

Un logro grande se obtuvo con un grupo que no estaba considerado en la propuesta porque la temática del mismo no era la termodinámica, pero que debido a la indisciplina y malos resultados académicos se decidió organizarlos de la misma manera que se propone en este trabajo. Se identificó el sistema de aprendizaje de cada alumno para formar los equipos. A pesar de que inicialmente los estudiantes se resistieron a trabajar en su nuevo equipo en vez de con sus amigos, la nueva organización llevó a superar la problemática y el grupo paso de una completa apatía e indisciplina a un grupo participativo. Los resultados obtenidos sorprendieron a los mismos estudiantes y la resistencia puesta en un principio desapareció. Fue como si se estuviera dando clases a otro grupo. Esta experiencia muestra que la estrategia propuesta de organizar los equipos a partir de sus estilos de aprendizaje puede funcionar aún en otro ambiente.

Modificación de los niveles de desempeño

El proyecto se desarrolló basado en las tres primeras leyes de la Termodinámica. Algunos ejemplos que demuestran un avance en el nivel de aprendizaje de los estudiantes son:

- A partir de la actividad experimental 0.1 aprendieron a distinguir entre las paredes aislantes y adiabáticas, ya que pudieron contestar correctamente y con argumentos las preguntas 5, 6 y 7 de la página 22.
- Una de las tareas consistió en pedirles que escribieran un fenómeno de la vida cotidiana en el que se presenta equilibrio térmico, página 31
- Después de realizar la práctica de dilatación pudieron identificarla en fenómenos cotidianos, página 35.
- Representaron mediante un dibujo las tres formas de transmisión de calor, página 44, **imágenes 25 y 26**

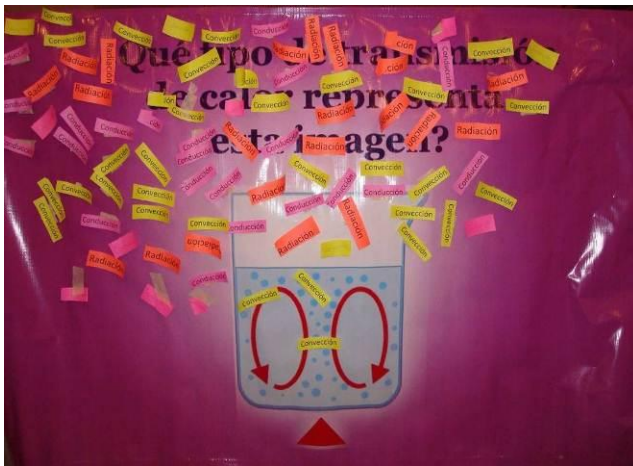


Imagen 25



Imagen 26

- Dieron ejemplos relacionados con la vida cotidiana de los procesos isocórico, isotérmico y adiabático, páginas 61, 63 y 64.
- Como aplicación del funcionamiento de las máquinas térmicas construyeron los prototipos de una máquina Stirling y de barco de vapor y, página 68 y 73, *imágenes 27 y 28.*

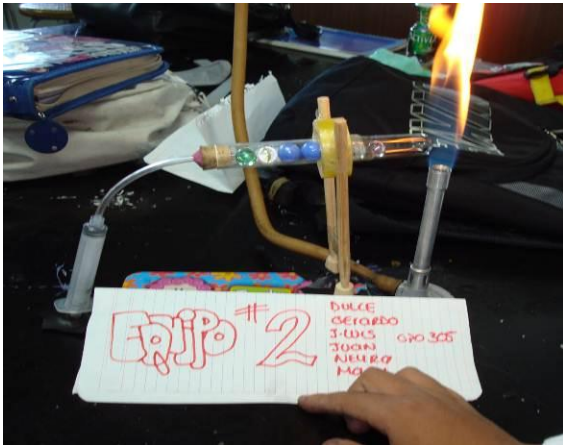


Imagen 27
Modelos de máquina Stirling



Imagen 28
Modelos de barco de vapor

Estas actividades, en las que participaron todos los alumnos, indican que de acuerdo con las diferentes clasificaciones del nivel de desempeño descrito en la TABLA 2 (página 17), que éste no se quedó en el nivel mas bajo. Fueron capaces de: identificar, interpretar y emplear conceptos científicos en diferentes contextos, seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y realizar aplicaciones

A fin de determinar si al finalizar esta estrategia didáctica los alumnos son capaces de relacionar todos los conceptos introducidos una de las evaluaciones que se realizaron, consistió en pedirles que elaboraran un mapa mental en el que ilustraran la relación entre los conceptos introducidos desde la ley cero hasta la segunda ley de la Termodinámica. Los resultados que a continuación se muestran, indican que los alumnos fueron capaces de relacionar muchos de los conceptos revisados y que se formaron un panorama completo e integraron dichas leyes, *imágenes 29 y 30*

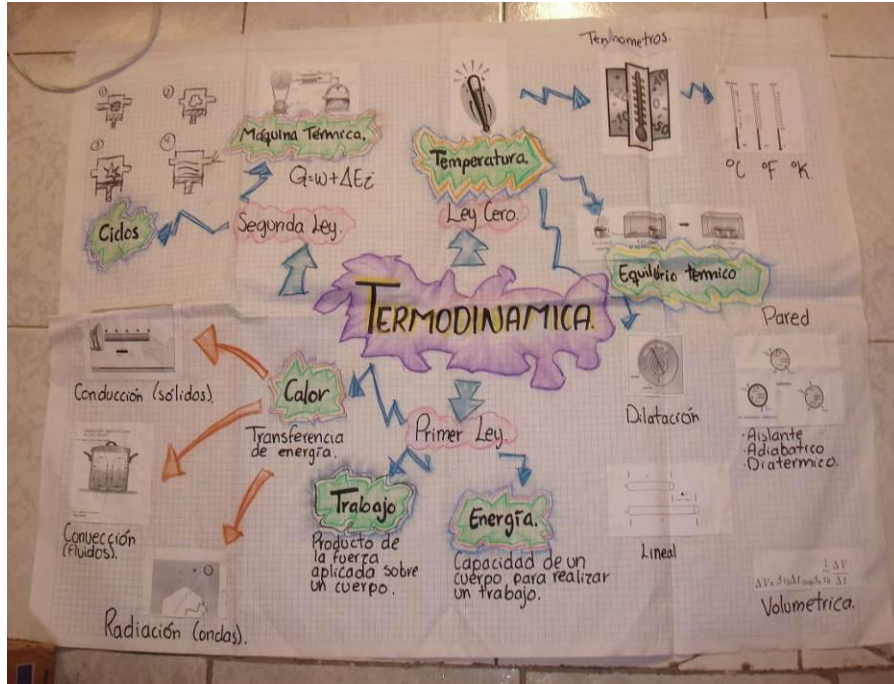


Imagen 29
Integración de las tres leyes

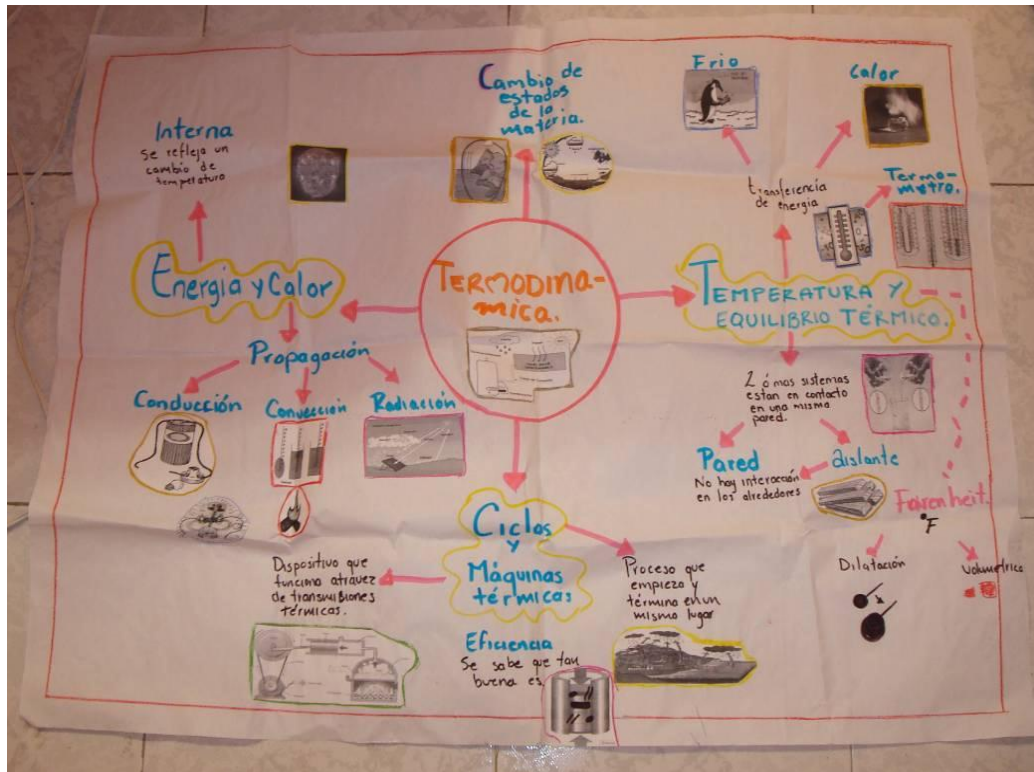


Imagen 30
Integración de las tres leyes

Hay autores como Willingham (2005) que consideran que no se debe enseñar a los estudiantes en su modalidad dominante de aprendizaje, sino que el material debe ser preparado en aquella modalidad en la que puede ser aprendido por todos los estudiantes de mejor manera, ya que responde al tipo de aprendizaje que se busca. Llega a afirmar que cuando se cree que se han tenido mejores resultados atendiendo a la modalidad de aprendizaje usualmente se debe a que los materiales preparados especialmente para las modalidades son mejores materiales que los que se utilizaban con anterioridad. Esto es evidente en este trabajo donde a partir de los estilos de aprendizaje se realizaron muchos cambios en la clase que evidentemente mejora a las que se daban con anterioridad.

La conclusión general de este trabajo es que cuando el profesor tiene interés en que sus estudiantes aprendan, los toma en cuenta y diseña estrategias para responder a los intereses de los mismos, de esta forma se logran aprendizajes más significativos. En este trabajo se involucró a los estudiantes a través de los estilos de aprendizaje, equipos de trabajo, ideas previas y aplicaciones cercanas a su realidad o sea de acuerdo a Kumar (2009) proporcionando una mezcla de actividades visuales, auditivas y kinestésicas.

Anexos



Cuestionario para identificar el tipo de inteligencia de percepción dominante¹ (Modelo PNL)

Nombre: _____ Grupo: _____

Escuela: _____

Instrucciones: Elige una opción con la que **más** te identifiques de cada una de las preguntas y coloca la letra dentro del paréntesis:

1. () ¿Cuál de las siguientes actividades disfrutas más?
 - a) Escuchar música
 - b) Ver películas
 - c) Bailar con buena música

2. () ¿Qué programa de televisión prefieres?
 - a) Reportajes de descubrimientos y lugares
 - b) Cómic y de entretenimiento
 - c) Noticias del mundo

3. () Cuando platicas con algún(a) amigo(a), tú:
 - a) La escuchas atentamente
 - b) La observas
 - c) Le tocas el hombro de vez en cuando

4. () ¿Qué preferirías hacer un sábado por la tarde?
 - a) Quedarte en casa
 - b) Ir a un concierto
 - c) Ir al cine

5. () ¿Qué tipo de exámenes se te facilitan más?
 - a) Oral
 - b) Escrito
 - c) De opción múltiple

6. () ¿Cómo te orientas más fácilmente?
 - a) Mediante el uso de un mapa
 - b) Pidiendo indicaciones
 - c) A través de la intuición

7. () ¿En qué preferirías ocupar tu tiempo en un lugar de descanso?
 - a) Pensar
 - b) Caminar por los alrededores
 - c) Descansar.

8. () ¿Qué te halaga más?
- a) Que te digan que tienes buen aspecto
 - b) Que te digan que tienes un trato muy agradable
 - c) Que te digan que tienes una conversación interesante
9. () ¿De qué manera se te facilita aprender algo?
- a) Repitiendo en voz alta
 - b) Escribiéndolo varias veces
 - c) Relacionándolo con algo divertido
10. () ¿De qué manera te formas una opinión de otras personas?
- a) Por el tono de su voz
 - b) Por la forma de estrecharte la mano
 - c) Por su aspecto
11. () ¿Cómo te consideras?
- a) Atlético
 - b) Intelectual
 - c) Sociable
12. () ¿Qué tipo de películas te gustan más?
- a) Clásicas
 - b) De acción
 - c) De amor
13. () ¿Cómo prefieres mantenerte en contacto con otra persona?
- a) Por correo electrónico
 - b) Viéndola de vez en cuando
 - c) Por teléfono
14. () Si no encuentras las llaves en una bolsa
- a) La buscas mirando
 - b) Sacudes la bolsa para oír el ruido
 - c) Bucas al tacto
15. () Cuando tratas de recordar algo, ¿cómo lo haces?
- a) A través de imágenes
 - b) A través de emociones
 - c) A través de sonidos
16. () ¿Con qué frase te identificas más?
- a) Reconozco a las personas por su voz
 - b) No recuerdo el aspecto de la gente
 - c) Recuerdo el aspecto de alguien, pero no su nombre
17. () ¿Cuál de los siguientes entretenimientos prefieres?
- a) Tocar un instrumento musical
 - b) Sacar fotografías

c) Construir algo

18. () ¿Cómo es tu forma de vestir?

- a) Impecable
- b) Informal
- c) Muy informal

19. () ¿Cómo se te facilita entender algo?

- a) Cuando te lo explican verbalmente
- b) Cuando utilizan medios visuales
- c) Cuando se realiza a través de alguna actividad

20. () ¿Por qué te distingues?

- a) Por tener una gran intuición
- b) Por ser un buen conversador
- c) Por ser un buen observador

21. () ¿Qué es lo que más disfrutas de un amanecer?

- a) La emoción de vivir un nuevo día
- b) Las tonalidades del cielo
- c) El canto de las aves

22. () Si pudieras elegir ¿qué preferirías ser?

- a) Un gran médico
- b) Un gran músico
- c) Un gran pintor

23. () Cuando eliges tu ropa, ¿qué es lo más importante para ti?

- a) Que sea adecuada
- b) Que luzca bien
- c) Que sea cómoda

24. () ¿Qué es lo que más disfrutas de tu habitación?

- a) Que sea silenciosa
- b) Que sea confortable
- c) Que esté limpia y ordenada

25. () ¿A qué tipo de espectáculo preferirías asistir?

- a) A un concierto de música
- b) A un espectáculo de magia
- c) A una muestra gastronómica

26. () ¿Qué te atrae más de una persona?

- a) Su trato y forma de ser
- b) Su aspecto físico
- c) Su conversación

27. () ¿Qué es lo que más disfrutas de viajar?

- a) Conocer personas y hacer nuevos amigos
- b) Conocer lugares nuevos
- c) Aprender sobre otras costumbres

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Marca la respuesta que elegiste para cada una de las preguntas y al final suma verticalmente la cantidad de marcas por columna.

PREGUNTA	VISUAL	AUDITIVO	KINESTÉSICO
1	B	A	C
2	A	C	B
3	B	A	C
4	C	B	A
5	B	A	C
6	A	B	C
7	B	A	C
8	A	C	B
9	B	A	C
10	C	A	B
11	A	B	C
12	B	A	C
13	A	C	B
14	A	B	C
15	A	C	B
16	C	A	B
17	B	A	C
18	A	B	C
19	B	A	C
20	C	B	A
21	B	C	A
22	C	B	A
23	B	A	C
24	C	A	B
25	B	A	C
26	B	C	A
27	B	C	A
TOTAL			

EL TOTAL PERMITE IDENTIFICAR QUE CANAL DE PERCEPCIÓN ES EL DOMINANTE, SEGÚN EL NÚMERO DE RESPUESTAS QUE SE ELIGIERON EN EL CUESTIONAR

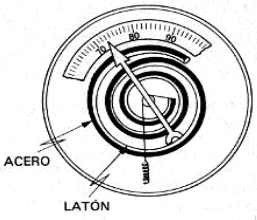
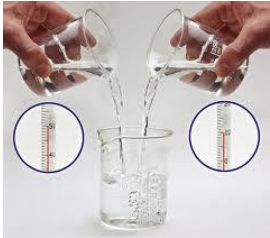
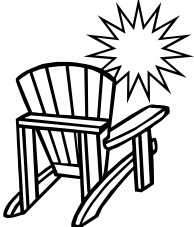
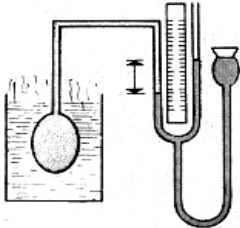
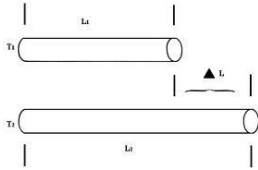
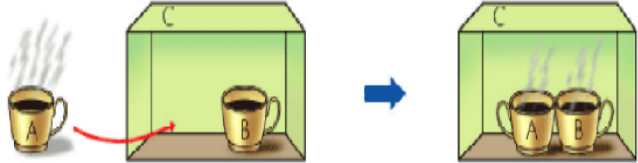
Mi preferencia porcentual, basada en este cuestionario, es _____

Evaluación diagnóstica

Nombre: _____ Grupo: _____

Propósito: Revisar los conocimientos previos del alumno respecto a la ley cero de la Termodinámica

Instrucciones: Relacione cada una de las palabras de la columna de la izquierda con algunas de las imágenes de la derecha dibujando una línea entre palabra e imagen, utilice el color azul para la temperatura, el rojo para la dilatación y el negro para el equilibrio térmico.

<p>Dilatación</p>	 
<p>Temperatura</p>	  
<p>Equilibrio Térmico</p>	

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/historia/historia.htm>

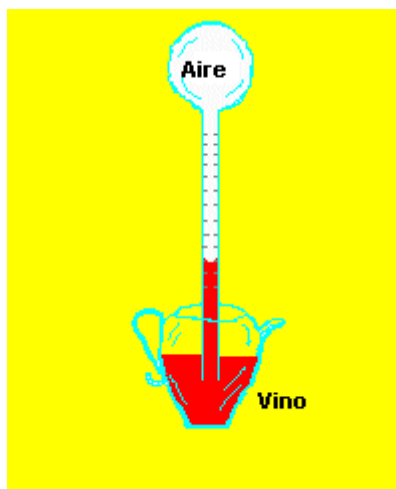
Breve historia de las escalas termométricas

La temperatura de los cuerpos es un concepto que el hombre primitivo (precientífico) captó a través de sus sentidos.

Si tocamos dos piedras iguales, una a la sombra y otra calentada por el sol (o por el fuego de una hoguera) las encontramos diferentes. Tienen algo distinto que detecta nuestro tacto, la temperatura. La temperatura no depende de si la piedra se desplaza o de si está quieta y tampoco varía si se fragmenta.

Las primeras valoraciones de la temperatura dadas a través del tacto son simples y poco matizadas. De una sustancia sólo podemos decir que esta caliente, tibia (caliente como el cuerpo humano), templada (a la temperatura del ambiente), fría y muy fría.

Con el diseño de aparatos se pudieron establecer escalas para una valoración más precisa de la temperatura.



El primer termómetro (vocablo que proviene del griego *thermes* y *metron*, medida del calor) se atribuye a Galileo que diseñó uno en 1592 con un bulbo de vidrio del tamaño de un puño y abierto a la atmósfera a través de un tubo delgado.

Para evaluar la temperatura ambiente, calentaba con la mano el bulbo e introducía parte del tubo (boca abajo) en un recipiente con agua coloreada. El aire circundante, más frío que la mano, enfriaba el aire encerrado en el bulbo y el agua coloreada ascendía por el tubo.

La distancia entre el nivel del líquido en el tubo y en el recipiente se relacionaba con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano y la del aire.

Si se enfriaba la habitación el aire se contraía y el nivel del agua ascendía en el tubo. Si se calentaba el aire en el tubo, se dilataba y empujaba el agua hacia abajo.

Las variaciones de presión atmosférica que soporta el agua pueden hacer variar el nivel del líquido sin que varíe la temperatura. Debido a este factor las medidas de temperatura obtenidas por el método de Galileo tienen errores. En 1644 Torricelli estudió la presión y construyó el primer barómetro para medirla.

En 1641, el Duque de Toscana, construye el termómetro de bulbo de alcohol con capilar sellado, como los que usamos actualmente. Para la construcción de estos aparatos fue fundamental el avance de la tecnología en el trabajo del vidrio.

Posteriormente se descubrió, pese a la engañosa evidencia de nuestros sentidos, que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura (ley del equilibrio térmico). Al descubrir esta ley se introduce por primera vez una diferencia clara entre calor y temperatura.

Los termómetros tuvieron sus primeras aplicaciones prácticas en Meteorología, en Agricultura (estudio de la incubación de huevos), en Medicina (fiebres), etc., pero las escalas eran arbitrarias: "estaba tan caliente como el doble del día más caliente del verano" o tan fría como "el día más frío del invierno".

Antes de la aparición de los termómetros de mercurio se construyeron termómetros de alcohol como los de Amontons y Reamur.

En 1717 Fahrenheit, un germano-holandés (nació en Dancing y emigró a Amsterdam), fabricante de instrumentos técnicos, construyó e introdujo el termómetro de mercurio con bulbo (usado todavía hoy) y tomó como puntos fijos:

- el de congelación de una disolución saturada de sal común en agua, que es la temperatura más baja que se podía obtener en un laboratorio, mezclando hielo o nieve y sal.
- y la temperatura del cuerpo humano - una referencia demasiado ligada a la condición del hombre- .

Dividió la distancia que recorría el mercurio en el capilar entre estos dos estados en 96 partes iguales. Newton había sugerido 12 partes iguales entre la congelación del agua y la temperatura del cuerpo humano. El número 96 viene de la escala de 12 grados, usada en Italia en el S. XVII ($12 \times 8 = 96$).

Aunque la temperatura de la mejor proporción de hielo y sal es alrededor de -20 °C Fahrenheit, finalmente, ajustó la escala para que el punto de congelación del agua (0 °C en la escala Celsius) fuera de 32 °F y la temperatura de ebullición del agua de 212 °F.

La escala Fahrenheit, que se usa todavía en los países anglosajones, no tenía valores negativos (no se podían lograr en esa época temperaturas por debajo de cero grados) y era bastante precisa por la dilatación casi uniforme del mercurio en ese intervalo de temperaturas.

En la Inglaterra victoriana de Guillermo Brown una fiebre que provocara 100 grados de temperatura libraba al niño de ir a clase ese día.

Con este termómetro de precisión Fahrenheit consiguió medir la variación de la temperatura de ebullición del agua con la presión del aire ambiente y comprobó que todos los líquidos tiene un punto de ebullición característico.



En 1740, Celsius, científico sueco de Upsala, propuso los puntos de fusión y ebullición del agua al nivel del mar ($P=1 \text{ atm}$) como puntos fijos y una división de la escala en 100 partes (grados).

Como en Suecia interesaba más medir el grado de frío que el de calor le asignó el 100 al punto de fusión del hielo y el 0 al del vapor del agua en la ebullición. Más tarde el botánico y explorador Linneo invirtió el orden y le asignó el 0 al punto de congelación del agua.

Esta escala, que se llamó centígrada por contraposición a la mayoría de las demás graduaciones, que eran de 60 grados según la tradición astronómica, ha perdurado hasta época reciente (1967) y se proyectó en el Sistema métrico decimal (posterior a la Revolución Francesa).

La escala Kelvin tiene como referencia la temperatura más baja del cosmos.

Para definir la escala absoluta o Kelvin es necesario recordar lo que es el punto triple. El llamado punto triple es un punto muy próximo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ en el que el agua, el hielo y el vapor de agua están en equilibrio.

En 1967 se adoptó la temperatura del punto triple del agua como único punto fijo para la definición de la escala absoluta de temperaturas y se conservó la separación centígrada de la escala Celsius. El nivel cero queda a $-273,15 \text{ K}$ del punto triple y se define como cero absoluto o 0 K . En esta escala no existen temperaturas negativas. Esta escala sustituye a la escala centígrada o Celsius.

A la temperatura del cero absoluto no existe ningún tipo de movimiento. Es la temperatura más baja posible y todo el movimiento atómico y molecular se detiene. Todos los objetos tienen una temperatura más alta que el cero absoluto y por lo tanto pueden emitir energía térmica.

Nombre: _____ Grupo: _____

Comparación entre escalas

Instrucciones: Gradúa cada uno de los siguientes termómetros colocando los valores que faltan dependiendo de la escala en la que miden, la cual se indica debajo de cada uno de ellos. Indica tus operaciones en la sección de la derecha del dibujo.

Considera las siguientes relaciones.

Celsius a Kelvin

$$K = 273 + ^\circ C$$

Kelvin a Celsius

$$^\circ C = K - 273$$

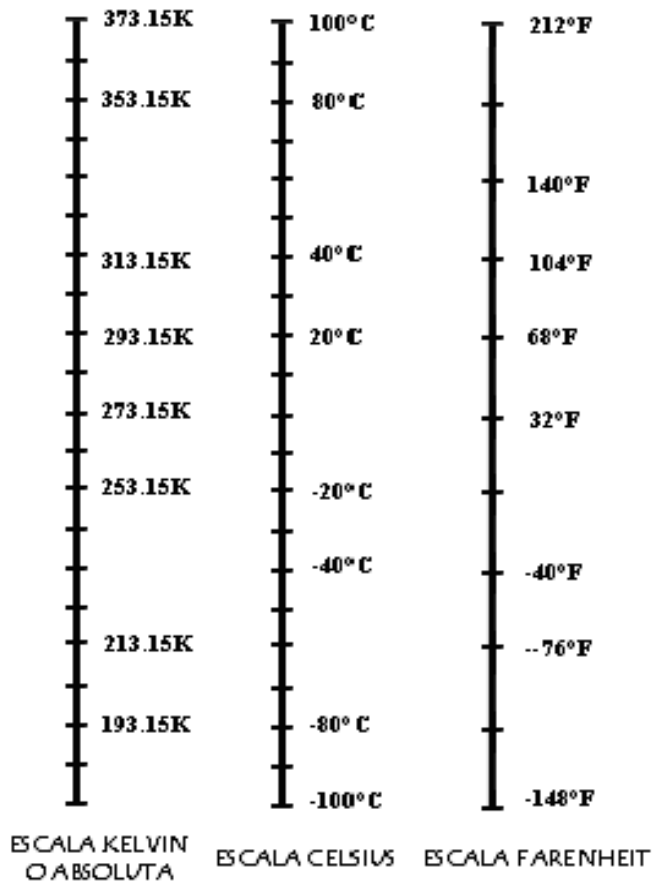
Celsius a Farenheit

$$^\circ F = \frac{9}{5} ^\circ C + 32$$

Farenheit a Celsius

$$^\circ C = \frac{5}{9} (^\circ F - 32)$$

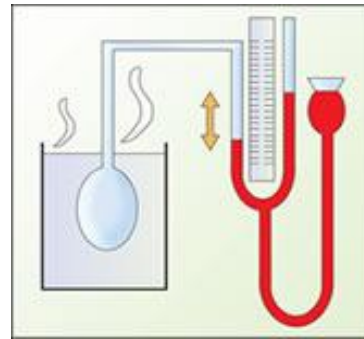
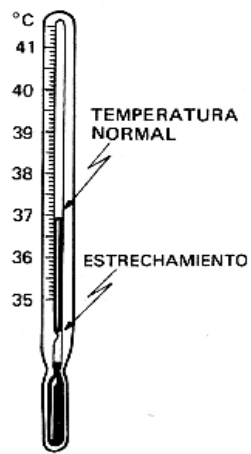
Operaciones

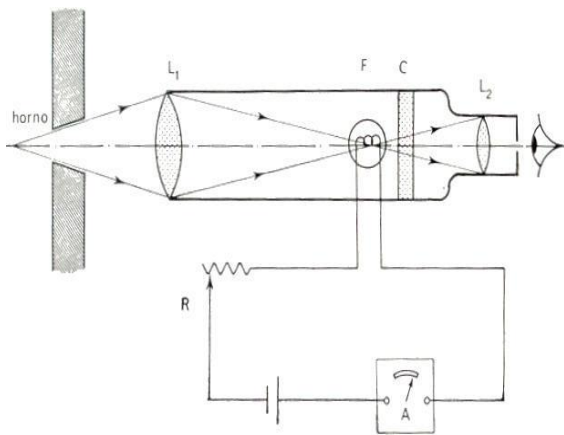
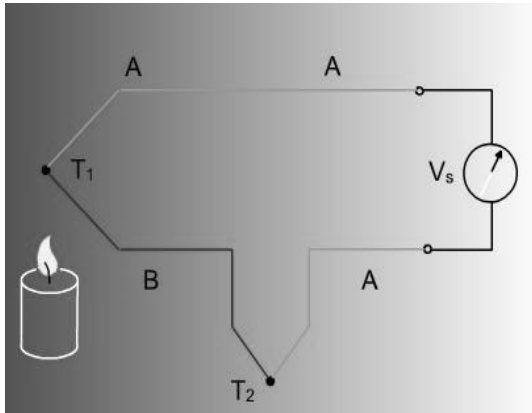
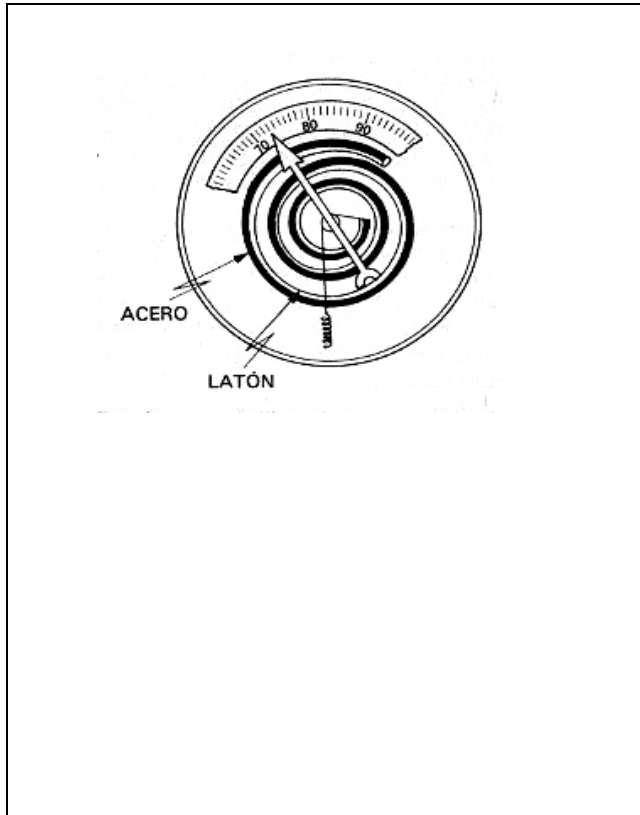


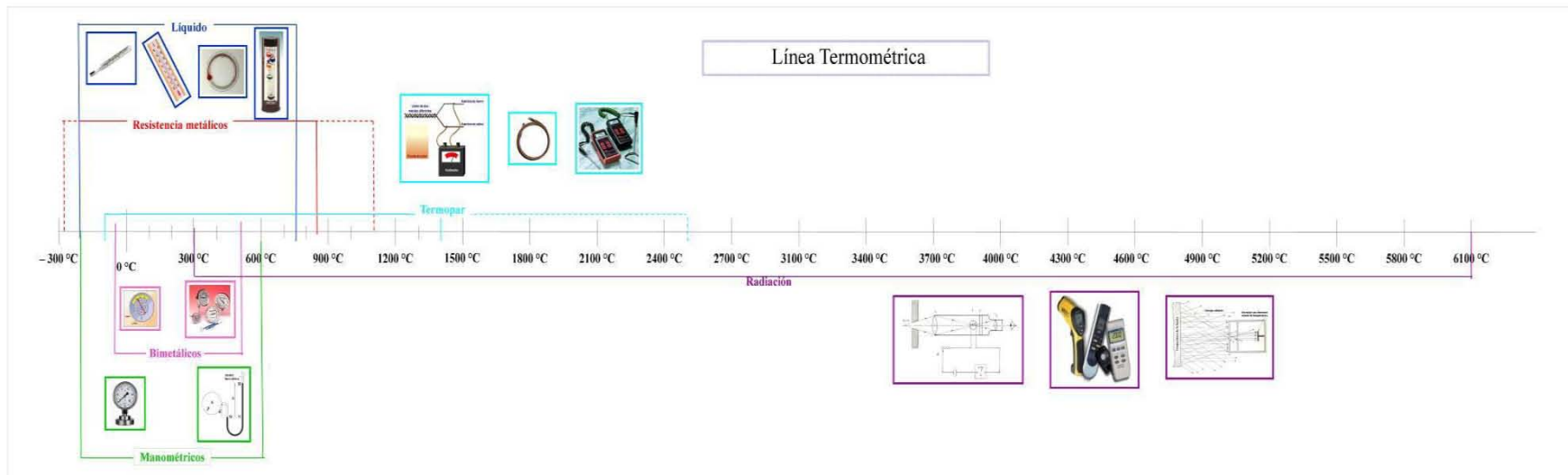
Evaluación formativa de termómetros

Nombre : _____ Grupo: _____

Instrucciones: debajo de cada una de las imágenes coloque el nombre de cada uno de los termómetros, explique su funcionamiento o simplemente explique lo que sepa de él.







Ejercicios numéricos de dilatación

1.- Un carpintero que vive en Cuernavaca utiliza una regla de aluminio de 1 m para hacer unas marcas en el entrepaño de una repisa. Si después de utilizarla la deja expuesta al Sol y su temperatura se incrementa de 293 K a 35 °C, al utilizarla nuevamente nota que las marcas del entrepaño no coinciden con las de la regla.

- a) ¿Cuál es la diferencia entre las marcas hechas en el entrepaño y la graduación de la regla?
- b) ¿Cuál es el valor de la nueva longitud de la regla?

2.- Una tubería de cobre tiene 8 m de longitud a temperatura ambiente (20 °C). Si la tubería se va a utilizar para conducir vapor de una casa a la calle, ¿cuántos centímetros quedara fuera de la banqueta si se calienta hasta 373 K?

3.- El cable en el que se transporta la energía eléctrica es de cobre y evidentemente cuando la temperatura disminuye se contrae, por eso es que se le deja un sobrante entre poste y poste de luz. Para darse una idea de que tanto se contrae dicho cable, calcule la longitud final de un alambre de cobre de 5 km de longitud inicial si su temperatura disminuye de 295 K a 5°C.

4.- Un plato cuadrado de aluminio tiene una superficie de 256 cm², si se calienta de 15 °C a 95°F, ¿cabrá una crepa también cuadrada que abarca una superficie de 256.1 cm²?

5.- ¿Cuál es el valor de la superficie final de una ventana que está hecha de acero si su temperatura se incrementa de 77 °F a 307 K y su superficie inicial es de 15,000 cm²?

6.- Si en lugar de incrementarse la temperatura de la ventana del ejercicio 5 se disminuye de 68°F a – 3 °C. Calcule la superficie final.

7.- Si en los anillo de gravesande utilizados en la práctica de laboratorio el volumen inicial de la esfera de acero era de 45 cm³. Calcule el volumen final si se incremento su temperatura de 59 °F a 325 K si su volumen.

8.- Una pecera con una capacidad de 30,000 cm³ se encuentra llena hasta el ras de agua. ¿Se derramará el agua si se calienta todo el sistema de 24°C a 367 K?

Comportamiento del agua



El comportamiento del agua es de gran importancia en la naturaleza. Si el agua tuviera la mayor densidad en su punto de congelación, entonces el agua más fría se iría al fondo de lagos y océanos y éstos se congelarían del fondo hacia la superficie. Durante los meses del invierno se extinguiría la vida marina. Pero eso no ocurre, porque el agua más densa que va al fondo de una masa de agua está cuatro grados por encima de la temperatura de congelación. El agua en el punto de congelación, 0°C , es menos densa, por lo que el hielo se forma en la superficie.

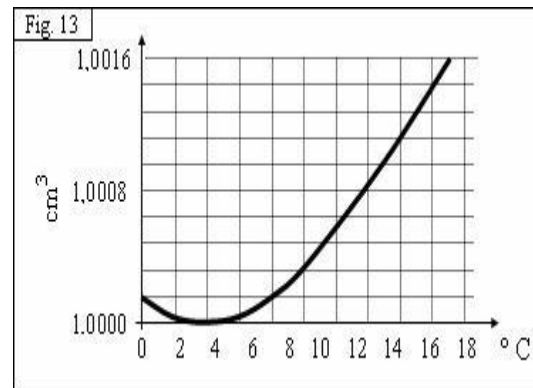
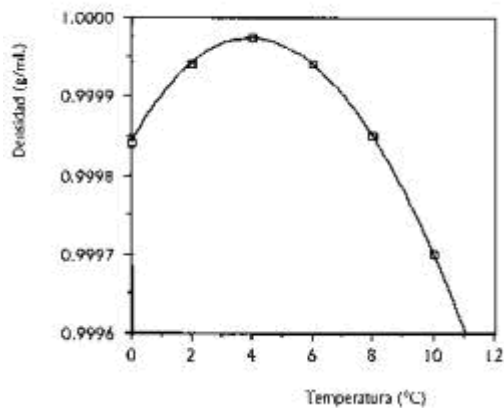
Examínese esto con más detalle. La mayor parte del enfriamiento en un estanque ocurre en su superficie cuando el aire en sus proximidades es más frío que el agua. Conforme se enfría la superficie del agua, ésta se hace más densa y se va al fondo. El agua “flota” en la superficie, enfriándose más, sólo si tiene la misma o menor densidad que el agua que se halla debajo. Considérese una masa de agua que está inicialmente a, digamos, 10°C . No es posible enfriarla a 0°C sin antes pasar por la temperatura de 4°C . Y el agua a 4°C no puede permanecer en la superficie para enfriarse más, a menos de que toda el agua que está por debajo de la que se encuentra en contacto con la de la superficie tenga por lo menos la misma densidad – esto es, a menos de que toda el agua debajo esté a 4°C –. Si el agua debajo de la superficie está a cualquier temperatura diferente de 4°C , cualquier agua a 4°C en la superficie será más densa y se ira al fondo antes de que se le pueda enfriar más. Así, antes de que se pueda formar el hielo, *toda* el agua de un estanque debe enfriarse a 4°C . Sólo cuando se cumpla esta condición es posible que el agua de la superficie se enfríe a 3, 2, 1 y 0°C sin que se vaya al fondo. Entonces se puede formar hielo. Se puede ver que el agua de la superficie es la primera en congelarse. Sin continúa el enfriamiento del estanque ello da por resultado la congelación del agua inmediatamente que está junto al hielo; así que, un estanque se congela de la superficie hacia el fondo. Durante un invierno riguroso el hielo tiene mayor espesor que uno más ligero.

Dado que toda el agua de un lago debe enfriarse a 4°C antes de que pueda alcanzar temperaturas más bajas, las masas de agua muy profundas no se cubren de hielo incluso en los inviernos más fríos. Esto se debe a que el invierno no es lo suficientemente largo para que toda el agua se enfríe a 4°C ,

ésta se va al fondo. A causa del elevado valor del calor específico del agua y su baja capacidad de conducción del calor, el fondo de los lagos profundos en las regiones frías está a una temperatura constante de 4°C todo el año. Los peces sobreviven gracias a que esto es así.

Pero, ¿Por qué sucede todo lo expuesto con anterioridad?, ¿Qué produce este comportamiento tan raro en el agua?. Cuando cierta cantidad de agua se calienta y su temperatura se incrementa de 0°C a 4°C esta se **contrae**, al incrementar más su temperatura, el agua comienza a **dilatarse**, continuando con este comportamiento hasta el punto de ebullición, a nivel del mar, 100°C. El resultado de este comportamiento singular es que el agua tiene su menor volumen y mayor densidad a 4°C. Ver par de gráficas que se muestran a continuación.

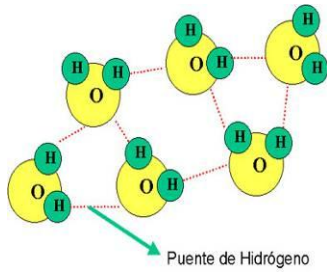
Densidad del agua en función de la temperatura



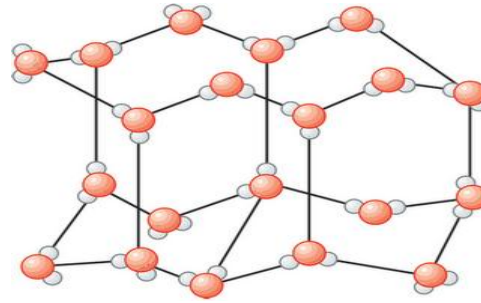
Dilatación del agua con el incremento en la temperatura

Una cierta cantidad de agua tiene su menor volumen y mayor densidad a los 4°C y su mayor volumen y menor densidad en forma sólida, el hielo.

La explicación de este comportamiento tiene que ver con la extraña estructura cristalina del hielo. Los cristales de la mayor parte de los sólidos están estructurados de tal manera que el estado sólido ocupa un volumen más pequeño que el estado líquido. Sin embargo, el hielo tiene cristales de estructura abierta, ver figuras abajo mostradas. Estos cristales son consecuencia de la forma angular de las moléculas del agua y del hecho de que las fuerzas que unen las moléculas del agua entre sí son más intensas a ciertos ángulos. En esta estructura abierta las moléculas del agua ocupan un volumen mayor que el estado líquido. En consecuencia, el hielo es menos denso que el agua.



Agua líquida



Agua sólida

El descenso de la curva de la gráfica que muestra la dilatación del agua cuando se calienta de los 0°C a los 4°C, se debe a que se están llevando a cabo dos tipos de cambio de volumen. La fusión de los cristales de hielo causa una reducción del volumen. Entre 0°C y 10°C, el agua (convertida en “agua nieve” microscópica) contiene cristales de hielo microscópicos. Cuando se alcanza una temperatura de alrededor de 10°C todos los cristales se han fundido. Mientras los cristales se funden al aumentar la temperatura entre 0°C y 10°C, el incremento en el movimiento molecular produce una expansión. Haya o no cristales de hielo en el agua, el incremento en el movimiento de vibración de las moléculas hace aumentar el volumen del agua. Si se combinan los efectos de la contracción y de la expansión se obtiene la gráfica de la dilatación del agua mostrada con anterioridad.

<p>Es aquella que cuando se dilata se expande igual en todas las direcciones, y según los griegos tiene el cuerpo perfecto, “la esfera”.</p> 	<p>La presión es una variable que se incrementa dentro de ella cuando ésta se expone al fuego “la olla express”.</p> 
<p>Es un recipiente ermitaño porque casi no interactúa con sus alrededores y el vacío es su acompañante , “el termo”</p> 	<p>Es la heroína del transporte, evita muchos accidentes en el metro debido a que su dilatación es menor que la de las vías, “la madera”</p> 
<p>Mide la temperatura, gracias a la dilatación lineal de mercurio que contiene, “el termómetro”</p> 	<p>Luisa no quiere ir a la escuela pero su mamá es mas lista y con un termómetro le mide “la temperatura”</p> 

<p>Es tan buena para mantener las sustancias calientes como frías, gracias a que el unicel es un buen material aislante, “la hielera”</p> 	<p>Gracias al equilibrio térmico a bajas temperaturas que produce en su interior cuando metemos comida o bebidas nos podemos refrescar en un día caluroso, “el refrigerador”</p> 
<p>Se dilata y se contrae como algunas sustancias y de vez en cuando le hace falta a una que otra persona “el tornillo de metal”</p> 	<p>El número que se le asigna a la ley de la termodinámica que involucra al equilibrio térmico y también representa la calificación más popular de toda la tropa, “el cero”</p> 
<p>Sustancia rara que llega a reventar las tuberías cuando disminuye mucho la temperatura en algún lugar, y no es extraterrestre, “el agua”</p> 	<p>El pirómetro no lo puede tocar pero puede medir su temperatura “el sol”</p> 

La que le baja lo caliente al café porque está fría y se produce un equilibrio térmico, “la leche”



Lo colocan en el piso y se deforma si no se toma en cuenta su dilatación, “el cemento”



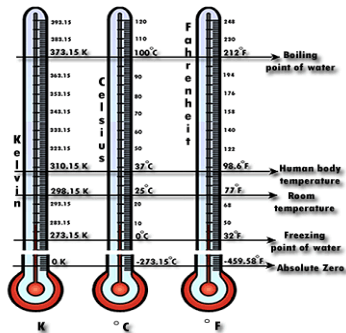
Por vivir en un lugar tan frío como Canadá, en Veracruz se siente como si estuviera en el infierno, “el eskimal”



No quiere que su presión se altere cuando se pone en contacto con un cuerpo más caliente y por eso deja que su volumen se expanda, “el termómetro de gas a presión constante”



Cada quien puede medir la temperatura en la que mas le guste, “las escalas termométricas”

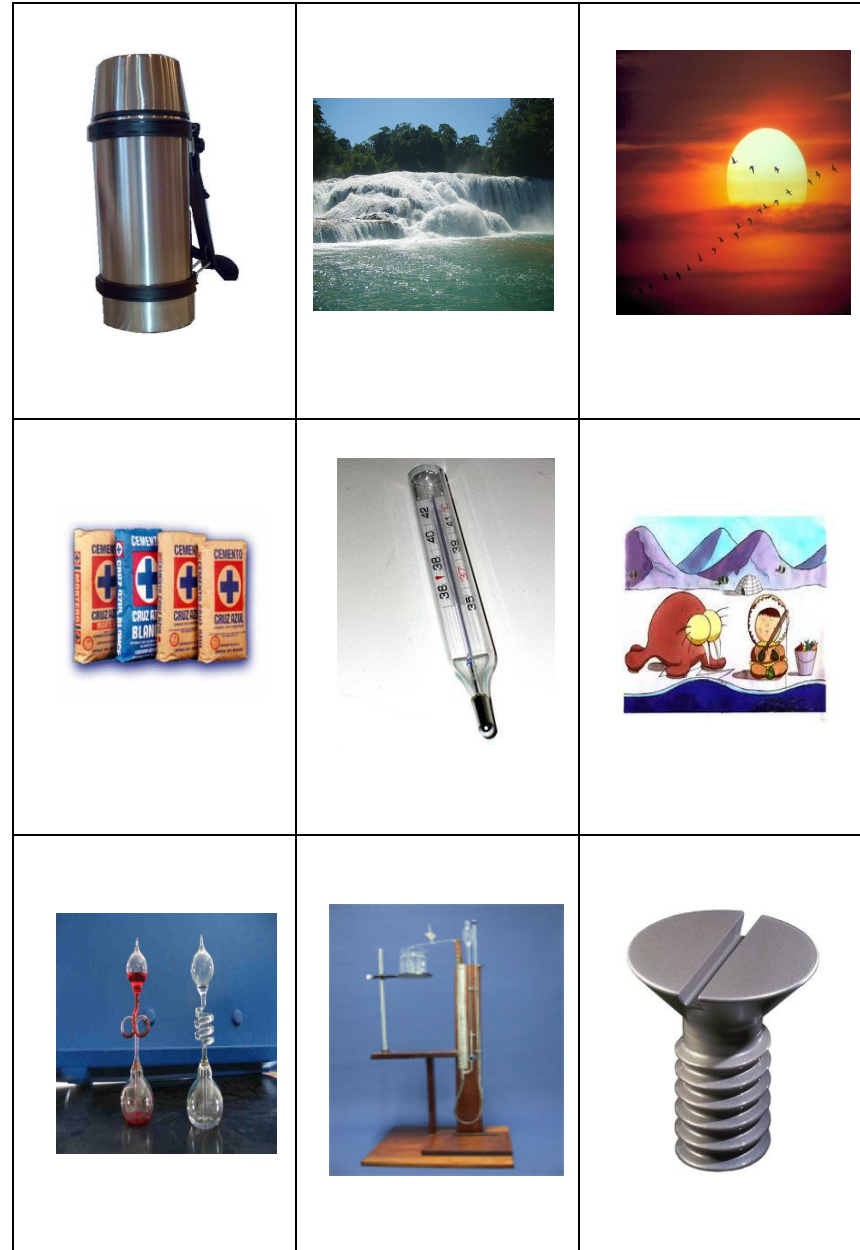


Aumenta su temperatura cuando lo tocas, “el termoscopio”















Examen Parcial No. 1
Colegio de Bachilleres, Plantel "03" Iztacalco

Nombre: _____ Grupo: _____

Objetivo: El estudiante demostrará, el conjunto de las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la unidad I.

I.- **Instrucciones:** A la izquierda del enunciado, dentro del paréntesis, coloca la letra que represente la respuesta correcta. (0.6 pts)

- 1.- () Los principales conceptos relacionados con el funcionamiento de un termómetro son:
- a) Equilibrio térmico y dilatación
 - b) Paredes aislantes y temperatura
 - c) Temperatura y equilibrio térmico
 - d) Equilibrio térmico y paredes diatérmicas
- 2.- () En el termoscopio de alcohol fabricado en clase, ¿Qué tipo de dilatación se presentó?
- a) Superficial b) Volumétrica c) Lineal d) Tridimensional
- 3.- () ¿Qué tipo de pared representa el abrigo que nos ponemos a eso de las 6 de la mañana en un día cualquiera del mes de diciembre?
- a) Conductora b) Diatérmica c) Adiabática d) Aislante
- 4.- () ¿De qué material preferirías que estuviera hecho tu vaso para mantener frío tu refresco durante más tiempo?
- a) Metal b) Unicel c) Vidrio d) Plástico
- 5.- () La temperatura mide
- a) El calor contenido en una sustancia
 - b) La energía cinética de cada molécula contenida en una sustancia
 - c) La energía térmica contenida en una sustancia
 - d) Ninguna de las anteriores.
- 6.- () ¿En cuál de los siguientes sistemas se notaría mejor la dilatación al incrementar su temperatura?
- a) La placa de un coche b) Una varilla de metal c) Un globo d) La puerta de una casa

II.- **Instrucciones:** Coloque dentro del paréntesis una V, si el enunciado que a continuación se describe es verdadero y una F si es falso. (1.2 pts)

- 1.- () El cuerpo humano es un termómetro infalible.
- 2.- () El cuerpo humano sirve como termoscopio
- 3.- () La basura contenida dentro de un bote cerrado tiene la misma temperatura que el medio ambiente
- 4.- () La temperatura es la propiedad de las sustancias que nos ayuda a determinar si dos cuerpos, sustancias o sistemas se encuentran en equilibrio térmico.
- 5.- () Durante el día, la casa en la que vivimos se contrae.
- 6.- () Las paredes que rodean a un sistema térmico pueden ser imaginarias.

III.- Instrucciones: Conteste cada uno de los siguientes planteamientos.

1.- ¿Tiene fiebre una persona que registra en un termómetro 104°F ?, sí, no, ¿Por qué? (0.4 pts)

2.- Un matraz hecho de vidrio resistente al calor, tiene un volumen de 50 cm^3 a una temperatura de 68°F . Calcule el incremento en su volumen cuando la temperatura aumentó a 323 K , si $\beta = 0.9 \times 10^{-5}\text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ (0.8 pts)

3.- Calcule la longitud final de una barra de latón de 7 m y a la que se le incrementó su temperatura de 25°C a 323K y cuyo coeficiente de dilatación tienen un valor de $1.9 \times 10^{-5}\text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ (1 pto)

Examen Parcial No. 1
Colegio de Bachilleres, Plantel "03" Iztacalco

Nombre: _____ Grupo: _____

Objetivo: El estudiante demostrará, el conjunto de las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la unidad I.

I.- **Instrucciones:** A la izquierda del enunciado, dentro del paréntesis, coloca la letra que represente la respuesta correcta. (0.6 pts)

- 1.- () ¿Qué representa la temperatura de un cuerpo, un sistema o una sustancia?
- a) Una medida del calor y lo frío
 - b) Una propiedad
 - c) Una medida de la energía cinética
 - d) El equilibrio térmico
- 2.- () En el termoscopio fabricado en clase con ayuda de la espiral del cuaderno, ¿Qué tipo de dilatación se presentó?
- a) Superficial b) Volumétrica c) Lineal d) Tridimensional
- 3.- () ¿Qué tipo de pared representa la playera que nos ponemos a eso de las 10 de la mañana en un día cualquiera del mes de mayo?
- a) Aislante b) Conductora c) Adiabática d) Diatérmica
- 4.- () Si quiero que mi café se enfríe rápido ¿en un vaso de que material lo vierto?
- a) Metal b) Unicel c) Vidrio d) Plástico
- 5.- () Los principales conceptos relacionados con el funcionamiento de un termoscopio son:
- a) Equilibrio térmico y dilatación
 - b) Paredes aislantes y temperatura
 - c) Temperatura y equilibrio térmico
 - d) Equilibrio térmico y paredes diatérmicas
- 6.- () ¿En cuál de estados de la materia se notaría mejor la dilatación al incrementar su temperatura?
- a) Sólido b) Líquido c) Gas d) Plasma

II.- **Instrucciones:** Coloque dentro del paréntesis una V, si el enunciado que a continuación se describe es verdadero y una F si es falso. (1.2 pts)

- 1.- () Una mesa de metal se encuentra equilibrio térmico con el medio ambiente
- 2.- () La temperatura es la propiedad de las sustancias que nos ayuda a determinar si dos cuerpos, sustancias o sistemas se encuentran en equilibrio térmico.
- 3.- () Durante la noche, la casa en la que vivimos se contrae.
- 4.- () Las paredes que rodean a un sistema térmico siempre son imaginarias.
- 5.- () El termómetro interno de las personas sirve para decidir el tipo de ropa que va a usar día con día.
- 6.- () Cuando te comes un helado, este se derrite porque la mano con la que lo sostienes incrementa su temperatura.

III.- Instrucciones: Conteste cada uno de los siguientes planteamientos.

1.- ¿Está caliente una silla que tiene una temperatura de 298K?, sí, no, ¿por qué? (0.4 pts)

2.- Una puerta de acero se expuso al Sol durante un cierto tiempo, si se calentó de 291 K a 86 °F, calcule el incremento en su área si originalmente era de 1.57 m², considere que su coeficiente tiene un valor de $3.3 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ (0.8 pts)

3.- Calcule el volumen final de una esfera de plomo a la que se le incrementó su temperatura de 22°C a 482 °F si su coeficiente de dilatación tienen un valor de $0.12 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ y su volumen inicial era de 60 cm³. (1 pto)

Breve historia del calor

Desde la época de los griegos, ya existía una gran controversia acerca de la definición del calor, ¿Qué es realmente?, era lo que muchos científicos se venían preguntando desde entonces. Fue hasta el s. XVII que Joseph Black un médico y químico escocés, comenzó a resolver este misterio al distinguir entre el concepto de calor y temperatura, él decía que la “temperatura” tiene **relación** (no que es) con el número observado en un termómetro y que el “calor” era el nombre para “algo” que se intercambiaba entre dos cuerpos a temperaturas distintas. Robert Hooke afirmó que “El calor es la propiedad de un cuerpo que se obtiene como resultado del movimiento o agitación de sus partes”, ¿estará en lo cierto? y así como él, Newton, Boyle y otros tantos científicos más exponían su punto de vista.

En el s. XVIII se aceptó gradualmente la teoría de la combustión, basada en la existencia de una “materia que tenía el color del fuego”, sin peso y contenida en las sustancias como la madera, el carbón y la pólvora. A dicha materia se le llamó **flogisto**. Tiempo más tarde, esta teoría fue desechada y su lugar lo ocupó otra, basada en la idea de que el calor era un fluido que no podía ser creado ni destruido y al cual, Lavoisier lo llamó **calórico**. Dicha teoría fue aceptada durante mucho tiempo ya que explicaba satisfactoriamente muchos de los fenómenos relacionados con el calor, sin embargo, **las hipótesis falsas pueden explicar satisfactoriamente varios acontecimientos o fenómenos, Figura 1.**

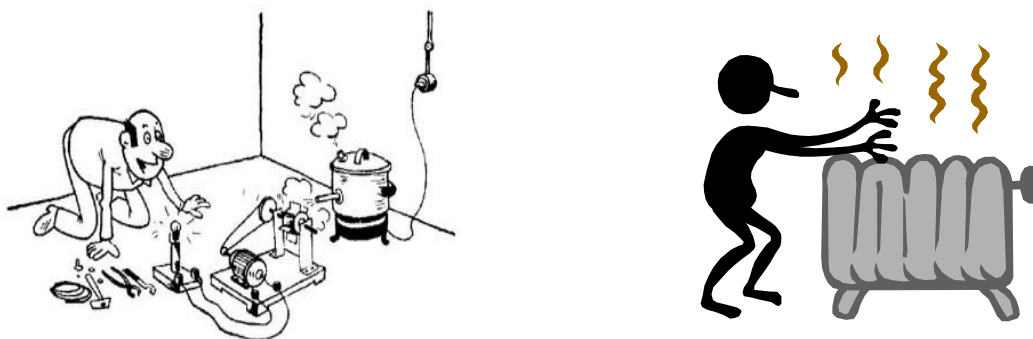


Figura 1

A pesar de la amplia aceptación del calórico, algunos científicos no estaban de acuerdo con ella y en 1798 **fue atacada fuertemente** por Benjamín Thompson, quién más tarde se convertiría en el conde Rumford, él estaba intensamente interesado en los fenómenos térmicos, fue el primero en apreciar la importancia del fenómeno de la convección y realizó muchos experimentos relacionados con la teoría del calórico, centrados en el hecho de que toda sustancia material existente en la Tierra,

debería de tener peso, aunque fuese mínimo. Al describir los resultados de sus investigaciones, concluyó que el calentamiento y el enfriamiento de una sustancia no tenían efecto detectable sobre su peso, es obvio que para concluir esto, utilizó balanzas muy precisas y los dispositivos para realizar sus experimentos estaban lo mejor asilados posibles. Rumford entonces, centró su atención en la producción del calor por medio de la fricción y en una ocasión que se encontraba en el arsenal de Múnich, observó como se perforaba el centro de una pieza de metal con la que estaba construyendo un cañón, se dio cuenta entonces de que aun cuando la broca del taladro estaba lisa, la pieza metálica se seguía calentando y que por lo tanto el calor **¡NO!** era una sustancia que cada cuerpo contenía y que en algún momento bajo ciertas condiciones, se liberaba, sino que se debía a la energía que el movimiento del taladro transmitía a las partículas del metal, **Figura 2.**



Benjamín Thompson,
Conde de Rumford

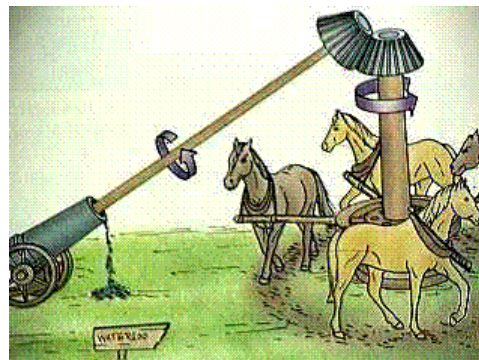


Figura 2

Rumford consideró como muy significativa “la notable circunstancia de que la fuente de calor generada por la fricción en estos experimentos parecía inagotable” y esto era muy difícil de creer ya que cualquier sustancia material **siempre se agota.**

Los estudios hechos por el conde Rumford, inspiraron fuertemente a un científico llamado James Joule quién diseñó un experimento que le permitió establecer la equivalencia entre el calor y el trabajo mecánico realizado sobre un sistema.

El dispositivo empleado para realizar su experimento se muestra en la **Figura 3.** Como se puede observar, el eje se hace girar con ayuda de un par de masas que se encuentran a una altura conocida y que suben y bajan por medio de las poleas que las sostienen. Cuando el eje gira, las aspas que tiene unidas se mueven, provocando fricción con la cantidad de agua en la que se encuentran sumergidas y por lo tanto, incrementando su temperatura. Es importante mencionar que en el sistema construido por Joule, las paredes del recipiente estaban bien selladas y eran de madera muy gruesa para

minimizar la pérdida del calor, por conducción o radiación. Gracias a esto, una de las conclusiones más importantes que obtuvo fue la siguiente:

La cantidad de calor producida por la fricción entre cuerpos, sean sólidos o líquidos siempre es proporcional a la cantidad de trabajo suministrado, cuando el sistema está aislado.



James Joule

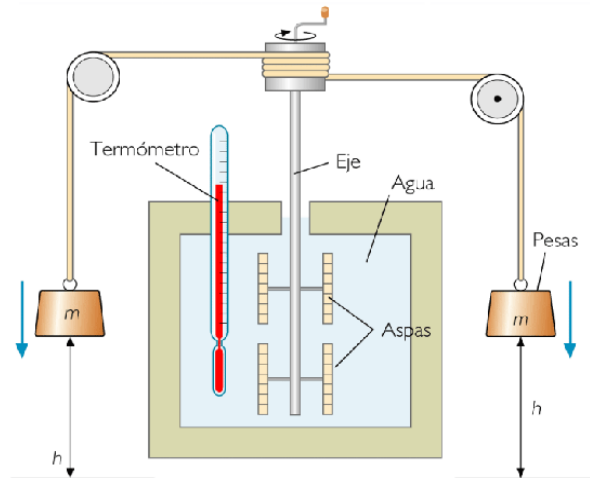


Figura 3

Calor específico de algunas sustancias a 25°C y a presión atmosférica					
Sustancia	Ce (J/Kg°C)	Ce (cal/g°C)	Sustancia	Ce (J/Kg°C)	Ce (cal/g°C)
Metales			Otros sólidos		
Plomo	128	0.0305	Latón	380	0.092
Oro	129	0.0308	Vidrio	837	0.200
Cadmio	230	0.055	Mármol	860	0.21
Plata	234	0.056	Madera	1700	0.41
Germanio	322	0.077	Hielo (-5°C)	2090	0.50
Cobre	387	0.0924	Líquidos		
Hierro	448	0.107	Mercurio	140	0.033
Silicio	703	0.168	Alcohol (etílico)	2400	0.58
Aluminio	900	0.215	Agua (15°C)	4186	1
Berilio	1830	0.436			

Ejercicios numéricos relacionados con el calor específico

1.- Doña Sofía es la dueña de un negocio de comida en el centro del DF y al momento de empezar a preparar la comida, se dio cuenta de que tenía un par de cacerolas del mismo material, aluminio, pero de masa diferente, es decir, $m_A > m_B$, de esto se dio cuenta porque una estaba más pesada que la otra. Ayúdala a Doña Sofía a decidir en qué cacerola puede preparar más rápido la comida porque se va a calentar más rápido analizando las respuestas de las siguientes preguntas.

- a) ¿El calor específico de A es mayor, menor o igual al de B?, ¿por qué?
- b) La capacidad calorífica de A, ¿es mayor, menor o igual a la de B?, ¿por qué?
- c) Entonces si A y B sufrieran el mismo incremento de temperatura, ¿cuál cedería mayor cantidad de calor tanto al ambiente como a la comida que contiene?

2.- Imagínate que sumerges un huevo crudo en 1 Kg de agua y otro huevo crudo en 1 Kg de aceite, en recipientes iguales. Si pones a calentar los dos al mismo tiempo, ¿cuál huevo se cocerá primero y por qué?

3.- Cuando se deja una cuchara dentro de una cacerola en la que se está haciendo la sopa, ésta terminando calentándose después de algún tiempo, si la cuchara tiene una masa de 80 g y es de aluminio, ¿qué cantidad de calor se le habrá suministrado si su temperatura se incrementó de 22°C a 30°C?

4.- Un herrero se encuentra entre los materiales que utiliza para trabajar dos cucharas del mismo tamaño pero de diferente material, una es de plata y la otra de cobre. Como las quiere fundir para hacer un adorno sobre la superficie de una puerta. ¿A cuál cuchara le suministrará una mayor cantidad de calor si la masa de cada una es de 300g y el incrementó en su temperatura de 20°C a 1000°C?

5.- Un artesano a un bloque de cobre con una masa de 200 g, le incrementó su temperatura de 24°C a 950 K.

- a) ¿Qué cantidad de calor le suministro al bloque?
- b) Si el artesano le suministrara 781,200 J ¿Cuál sería el incremento en la temperatura del bloque?

6.- Un herrero necesitaba identificar el material del que estaba hecho un bloque cuya masa era de 500g, para esto, le incrementó su temperatura de 294 K a 50°C suministrándole así una cantidad de calor de 1856 J.

- a) ¿Cuál es el valor del calor específico del material?
- b) ¿De qué material se trata?

7.- Si el marco de una ventana hecho de hierro de 600 g se encuentra a una temperatura de 35 °C por estar expuesto al sol.

- a) ¿Cuántas calorías deben suministrársele para que su temperatura se eleve de a 248 °F?
- b) ¿Cuál será su temperatura final si se le suministran 8,000 cal?
- c) ¿Cuál es el valor de su capacidad calorífica?
- d) ¿Cuántas calorías serían liberadas si su temperatura disminuyera de 212 °F a 298 K?

Identificación teórica del material desconocido

1.- Identifique el material del que está hecho una barra cuya masa es de 317 g, que se pone a calentar en un vaso de precipitados con agua hasta que alcanza una temperatura de 90 °C, para posteriormente introducirlo con rapidez en un calorímetro cuya capacidad calorífica es de 32.55 cal/°C y que contiene 300 g de agua a 18 °C. Cuando el equilibrio térmico se alcanza, la temperatura final del sistema es de 25 °C.

2.- Identifique el material del que está hecho un bloque cuya masa es de 335.2 g, que se pone a calentar hasta alcanza una temperatura de 100 °C, para posteriormente introducirlo con rapidez en un calorímetro cuya capacidad calorífica es de 13.02 cal/°C y que contiene 450 g de agua a 23 °C. Cuando el equilibrio térmico se alcanza, la temperatura final del sistema es de 26 °C.

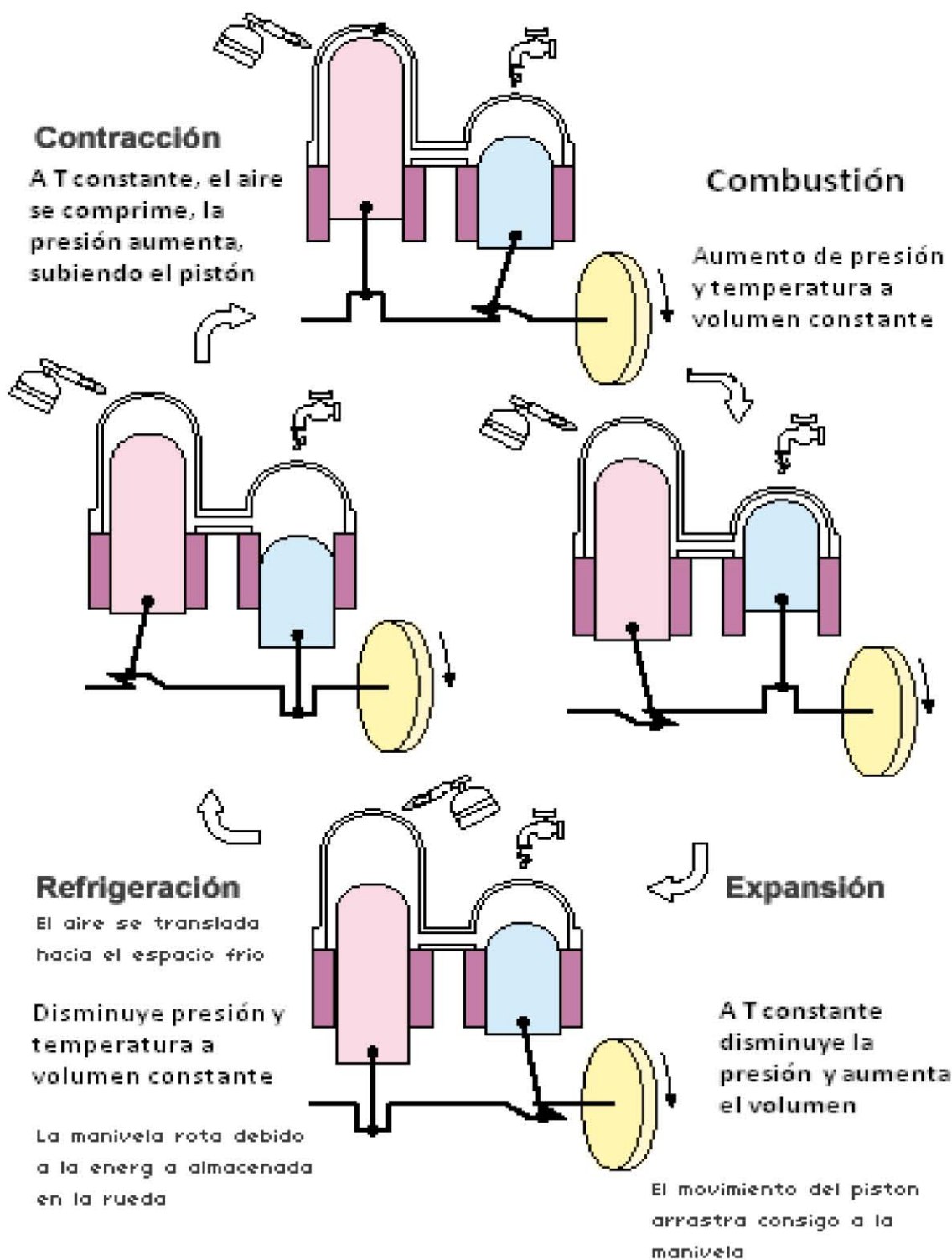
Ejercicios numéricos del principio de Conservación de la Energía

1. ¿Qué cantidad de calor se le debe suministrar a un émbolo que contiene gas ideal para que al elevar su pistón se realice un trabajo de 1200 J y el cambio en la energía interna del dicho gas sea de 350 cal?
2. Al aire contenido en una bazuca se le suministraron 400 cal para que al empujar una pastilla de unicel que se le puso como tapa se realizara un trabajo de 80 J. ¿Cuánto cambio la energía interna del gas?
3. En un proceso químico industrial, se presentó un cambio en la energía interna del sistema de 550 cal, mientras que un trabajo de 200 J es realizado por el mismo. ¿Cuánto calor expresado en calorías se le suministró al sistema?
4. Si una cacerola con alimento se tapa y absorbe 480 cal, mientras su energía interna sufre un cambio de 1500 J. ¿Cuál es el valor del trabajo realizado por el sistema?
5. Si en una olla exprés mal tapada la energía interna del sistema se incrementó 500 J. ¿Cuánto trabajo se realizó para botar la tapa si en el proceso fueron absorbidas 191 cal?
6. Sobre el pistón de una prensa hidráulica se realiza un trabajo de 100 J y este libera 40 cal hacia los alrededores. ¿Cuál es el valor de la variación en su energía interna?
7. Supón que al jugar con una jeringa, sellas el orificio por donde entra la aguja. Si realizaras un trabajo de 700 J sobre el gas que contiene la jeringa al sumir el émbolo
 - a) ¿Qué cantidad de calor será transferida en el proceso si la energía interna del gas tienen una variación de 300 J ?.
 - b) El gas encerrado en la jeringa, ¿cedió o absorbió calor?
8. Suponte que es posible conseguir una jeringa de vidrio y que al ponerla a calentar se le suministran 100 J, si su émbolo se queda fijo y por lo tanto no efectúa trabajo externo, ¿Cuál es el valor del cambio en la energía interna del sistema en calorías?

Ejercicios numéricos de los casos especiales del principio de Conservación de la Energía

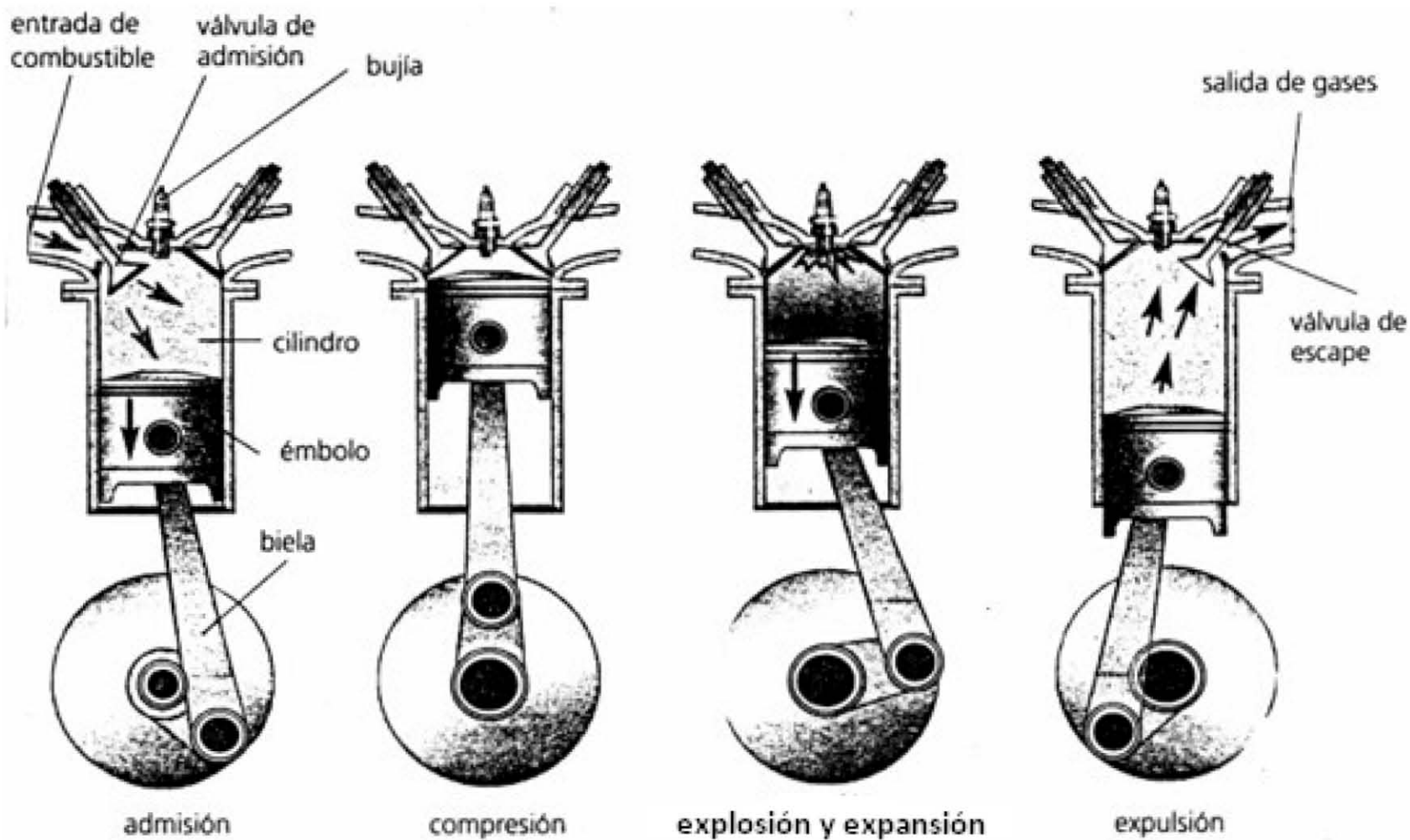
- Un gas está encerrado en una lata de cobre.
 - ¿Cuánto calor en calorías es necesario suministra al sistema para incrementar la energía interna 59 J?
 - ¿Qué tipo de proceso termodinámico intervienen en este caso?
- Si en un gas encerrado en un pistón el trabajo realizado durante una compresión adiabática es de 140 J.
 - ¿Hay transferencia de calor en el sistema?
 - Calcule el incremento en la energía interna del sistema en calorías.
- Suponga que un gas encerrado en un émbolo se expande rápidamente, si el trabajo realizado por él fue de 250 J, responda lo siguiente:
 - Si la expansión es muy rápida, ¿qué se puede decir acerca de la cantidad de calor que el gas intercambia con sus alrededores?
 - ¿Cómo se le denomina a este proceso?, ¿por qué?
 - ¿Cuál es el valor del cambio en la energía interna del gas?
- A un gas encerrado en un cilindro hermético, se le suministran 40 cal, ¿cuál es el valor de la variación en joules en su energía interna?
- Durante una expansión isotérmica, un gas encerrado en un émbolo con un pistón movable cede 317,520 J. Si el pistón tiene una masa de 90 Kg, calcule:
 - El trabajo producido por el gas.
 - La distancia recorrida por el pistón.
- A un gas encerrado en un émbolo se le comprime adiabáticamente.
 - ¿Aumenta la temperatura del gas?, sí, no, ¿por qué?
 - ¿Aumenta la energía interna del gas?, sí, no, ¿por qué?
 - ¿El gas absorbe calor?, sí, no, ¿por qué?
 - ¿Cuál es entonces la causa del aumento en la temperatura del gas?

Maquina Stirling



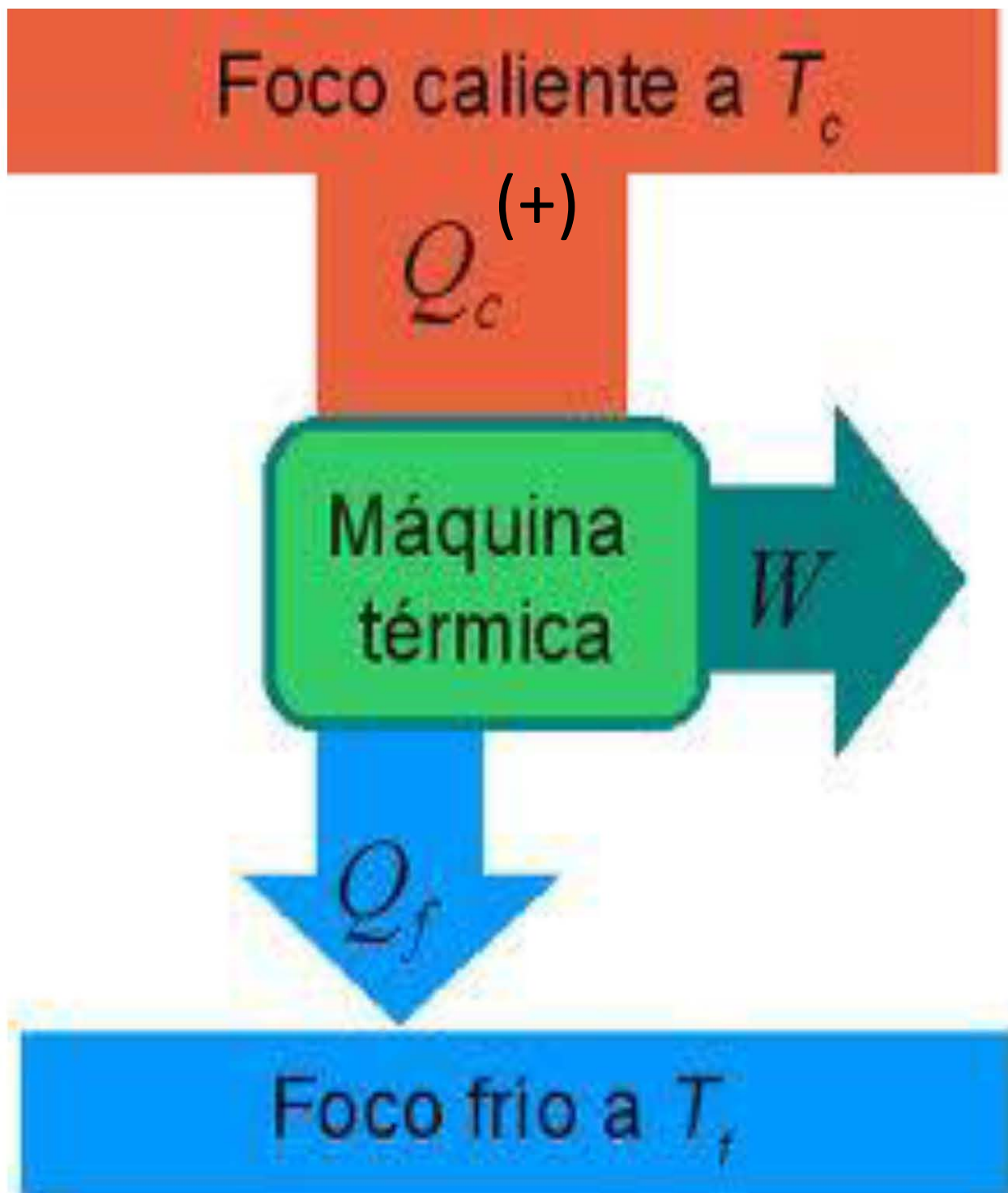
<http://news.soloclima.com/divulgacion/eficiencia-energetica/el-motor-stirling>

Motor de auto



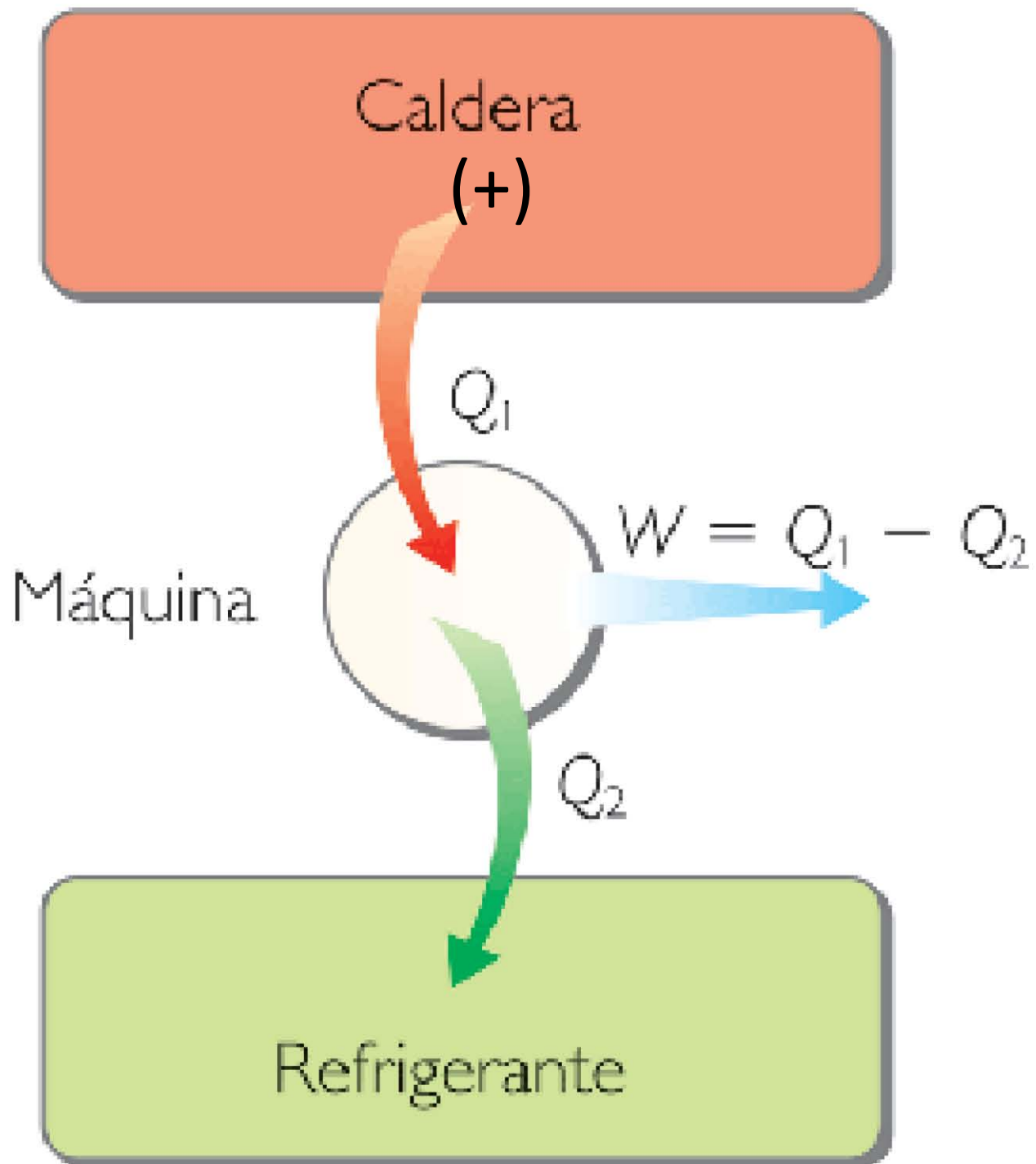
http://www.portalplanetasedna.com.ar/motor_explosion.htm

Diagrama de Máquina Térmica



http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ejemplo_de_m%C3%A1quina_t%C3%A9rmica

Diagrama de Máquina Térmica



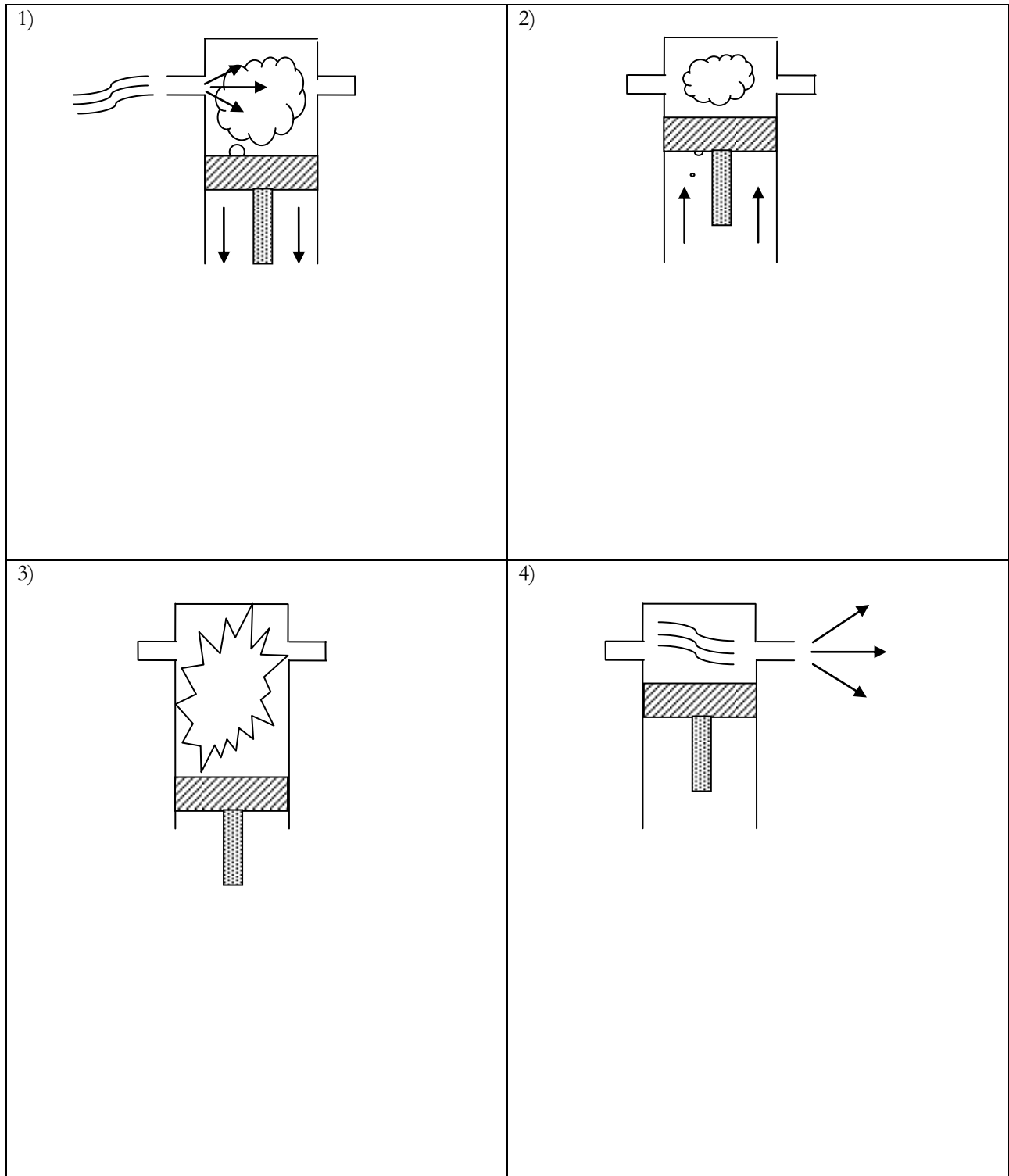
http://mx.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/graficos-maquina-termica.html?x1=20070924klpcnafyq_108.Ees&x=20070924klpcnafyq_297.Kes

Ejercicios numéricos del concepto de eficiencia

- 1.- Calcule que tan eficiente es el motor de un automóvil al que se le suministraron 5800 cal para que en un ciclo realice un trabajo de 17052 J
- 2.- Si a la caldera de un barco de vapor se le suministran 38000 cal, de las cuales 26600 se pierden por transferencia de calor al ambiente, ¿qué tan eficiente es?
- 3.- Los motores que utilizan los aviones para volar se llaman turborreactores. Si a uno de éstos motores se le suministraron 25000 cal, de las cuales 10800 disipo en la atmósfera. Determine:
 - a) Su eficiencia
 - b) La cantidad de trabajo realizada en Joules
- 4.- ¿Cuál es la eficiencia de una locomotora que realiza 300 J de trabajo en cada ciclo, al tiempo que desecha 600 J hacia el medio ambiente?
- 5.- Calcule en Joules el trabajo que producirá un barco de vapor cuya eficiencia es de 22%, al suministrarle 4500 cal.
- 6.- Determine en Joules el trabajo producido por un automóvil antiguo cuya eficiencia era del 20% al suministrarle 87000 cal.
- 7.- Si durante un ciclo completo, el motor de un automóvil absorbe 600 cal y disipa 200 hacia el entorno.
 - a) ¿Cuánto trabajo realiza?
 - b) ¿Cuál es la eficiencia?
- 8.- Si el motor de un cohete tiene una eficiencia del 37% y pierde 400 J en cada ciclo. Calcule:
 - a) El trabajo realizado
 - b) El calor que se absorbe en cada ciclo

Motor de combustión interna

Instrucciones: Para cada uno de los dibujos que abajo se muestran describe lo que ves



Sopa de letras

Instrucciones: encuentra las palabras que completan o responden correctamente a cada uno de los enunciados siguientes y escríbelas en la línea correspondiente.

A	N	O	I	S	L	U	P	X	E	R
C	D	I	S	I	P	A	D	O	G	I
I	A	M	R	E	T	O	S	I	A	S
M	E	V	I	S	O	E	F	S	S	O
R	N	O	I	S	E	R	P	M	O	C
E	B	W	I	L	I	H	R	I	L	O
T	R	A	B	A	J	O	U	R	I	R
S	Q	U	E	D	L	U	N	A	N	I
O	G	A	S	A	O	I	R	G	A	C
P	B	W	C	E	P	A	C	S	E	O
A	N	O	I	S	O	L	P	X	E	A

- 1.- El nombre de cada una de las cuatro carreras bajo las que funciona básicamente un motor de combustión interna son: _____, _____, _____ y _____.
- 2.- Nombre de la curva que se obtiene cuando un proceso se realiza a temperatura constante _____.
- 3.- El calor disipado por una máquina térmica, también es llamado calor _____ al medio ambiente.
- 4.- Es la sustancia más común para se utiliza para el funcionamiento de un motor de combustión interna _____.
- 5.- Cuál es el nombre de la máquina que transforma el calor en trabajo _____.
- 6.- Nombre del proceso en el que el volumen se mantiene constante _____.
- 7.- Temperatura y _____ son difíciles de definir



Examen Parcial No. 2

Colegio de Bachilleres, Plantel "03" Iztacalco

Nombre: _____ Grupo: _____

Objetivo: El estudiante demostrará, el conjunto de las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de las unidades II y III.

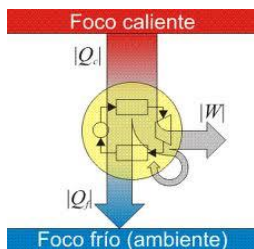
I.- **Instrucciones:** coloque dentro del paréntesis la letra que representa la respuesta de la pregunta o situación planteada (0.1 pts)

- | | | |
|-------------|--|-----------------------------|
| 1.- () | ¿Debido a que se incrementa la temperatura de un sistema? | A) Isocórico |
| 2.- () | ¿Debido a que forma de la transmisión del calor una casa de dos pisos tiene una temperatura en planta alta y otra en la planta baja? | B) Máquina Térmica |
| 3.- () | ¿Cuál de las cantidades vistas en clase permite identificar el material del que está hecho un objeto? | C) Joules |
| 4.- () | ¿Qué tipo de máquina representa un barco de vapor? | D) Calorías |
| 5.- () | ¿Cuáles son las unidades del trabajo? | E) Corrientes de convección |
| 6.- () | ¿Cuál es la cantidad física que se transmite solamente de la parte caliente a la parte fría de una sustancia? | F) Máquina ideal |
| 7.- () | La "sensación" que el cuerpo recibe para decidir si un cuerpo está frío o caliente al tocarlo, ¿se debe a su? | G) Un Ciclo |
| 8.- () | ¿Qué nombre recibe la máquina que hipotéticamente tiene una eficiencia del 100%? | H) Un Proceso |
| 9.- () | ¿Qué tipo de proceso se presenta en una olla exprés? | I) Transmisión del calor |
| 10.- () | El funcionamiento de la máquina Stirling ¿qué representa? | J) Calor |
| | | K) Radiación |
| | | L) Conductividad Térmica |
| | | M) Calor específico |
| | | N) Capacidad térmica |
| | | O) Mecánica |
| | | P) Temperatura |

II.- **Instrucciones:** complete los enunciados siguientes (0.2 pts)

- 1.- A la transmisión del calor que se presenta en una barra de metal se le llama _____
- 2.- Principio con el que se le relaciona a la primera ley de Termodinámica _____
- 3.- Cuando un gas se expande rápidamente, ¿Qué cantidad física se mantiene constante?

- 4.- Nombre del científico que encontró la equivalencia entre el calor y los joules _____



5.- ¿Qué tipo de máquina representa la figura? _____

III.- **Instrucciones:** resuelva cada uno de los siguientes problemas ESCRIBIENDO TODO EL PROCEDIMIENTO.

1. A un gas encerrado en un émbolo se le comprime adiabáticamente. (0.6 pts)

- a) ¿Aumenta la temperatura del gas?, sí, no, ¿por qué?
- b) ¿Aumenta la energía interna del gas?, sí, no, ¿por qué?
- c) ¿El gas absorbe calor?, sí, no, ¿por qué?
- d) ¿Cuál es entonces la causa del aumento en la temperatura del gas?

2. A un bloque de cobre con una masa de 200 g, se le incrementó su temperatura de 56°F a 355 K. ¿Qué cantidad de calor se suministró al bloque si su $C_e = 0.0924 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$? (0.7 pts)

3. Calcule la cantidad de trabajo realizado por una máquina cuya eficiencia equivale a 0.22 si se le suministraron 18900 J. (0.7 pts)



Examen Parcial No. 2

Colegio de Bachilleres, Plantel "03" Iztacalco

Nombre: _____ Grupo: _____

Objetivo: El estudiante demostrará, el conjunto de las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de las unidades II y III.

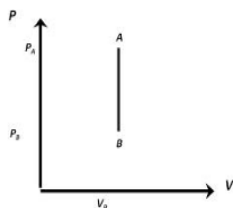
I.- **Instrucciones:** coloque dentro del paréntesis la letra que representa la respuesta de la pregunta o situación planteada (0.1 pts)

- | | | |
|----------|--|-----------------------------|
| 1.- () | ¿Cuáles son las unidades del calor? | A) Isocórico |
| 2.- () | ¿Qué nombre recibe la máquina que hipotéticamente tiene una eficiencia del 100%? | B) Isotérmico |
| 3.- () | ¿Qué tipo de proceso se realiza cuando juegas con una jeringa y metes su émbolo rápidamente evitando la salida del aire? | C) Máquina Térmica |
| 4.- () | ¿Qué forma de transmisión de calor permite que el planeta Tierra incremente su temperatura? | D) Joules |
| 5.- () | El funcionamiento del motor de un automóvil, ¿Qué representa? | E) Calorías |
| 6.- () | ¿Qué tipo de máquina representa una locomotora? | F) Corrientes de convección |
| 7.- () | Nombre del científico que diseñó un ciclo para obtener la eficiencia de una máquina térmica | G) Máquina ideal |
| 8.- () | ¿Cuál de las cantidades vistas en clase permite identificar el material del que está hecho un objeto? | H) Un Ciclo |
| 9.- () | La cantidad de calor que se le suministra a una sustancia dependen de su masa, el cambio en su temperatura y de su | I) Un Proceso |
| 10.- () | ¿Qué cantidad vista en clase permite saber si un Porsche es mejor que un Camaro? | J) Material |
| | | K) Eficiencia |
| | | L) Calor |
| | | M) Radiación |
| | | N) Conductividad Térmica |
| | | O) Calor específico |
| | | P) Capacidad térmica |
| | | Q) Carnot |
| | | R) Temperatura |

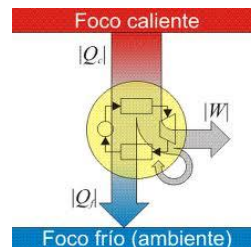
II.- **Instrucciones:** complete los enunciados siguientes (0.2 pts)

1.- De manera natural, el calor se transmite de la parte _____ a la parte _____ de una sustancia.

2.- Se le define como la transmisión de la energía debido a una diferencia de temperaturas entre dos o más sistemas _____



3.- ¿Qué tipo de proceso representa la gráfica?




4.- ¿Qué tipo de máquina representa la figura?

Productos derivados de este trabajo

El 29 de Mayo del 2010 se participó en Puebla en el XVII Taller Internacional , Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física con la exposición de un Cartel.


M
A
D
E
M
S
-
F
I
S
I
C
A

U
N
A
M



“Un enfoque didáctico de las leyes de la Termodinámica para el nivel medio superior”

¿Los profesores consideran mi estilo de aprendizaje cuando planean sus clases?



Todas las personas desarrollan diferentes habilidades: habilidad con la música, con el manejo de los números, con la comunicación, etc., asociadas con el desarrollo diferenciado entre ambos lados del cerebro.

Este proyecto está centrado en realizar planes de clase, para que los estudiantes del nivel medio superior comprendan algunos fenómenos de la naturaleza a través de las primeras tres leyes de la termodinámica, tomando en cuenta su estilos de aprendizaje o habilidades, es decir, si son auditivos, kinestésicos o visuales.

En los planes de clase, los conceptos serán desarrollados de maneras distintas:

- Actividades grupales en las que los alumnos, expresan sus ideas para que, guiados por el profesor, concluyan la definición correcta de los conceptos.
- Actividades experimentales, para introducir y trabajar los conceptos.
- Proyecciones de videos, en los que se desarrollan los conceptos, etc.

Por último se elaborarán notas, que sirvan para el docente, como un respaldo o información extra, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.




Por ejemplo

Transmisión del calor.

Discusión grupal de las diferentes formas de transmisión del calor, en la que los auditivos ponen atención.

Los estudiantes elaboran por equipos, la representación con un dibujo de una de las formas de transmisión del calor, que se les fue asignada previamente de manera aleatoria. Durante la actividad, se capta el interés de los kinestésicos y visuales.

Para reafirmar el concepto, todos los dibujos se exponen frente al grupo, y los equipos votan por la mejor representación de cada transmisión del calor.



UNAM
POSGRADO
Instituto de Física y Matemáticas

Cartel elaborado por: Ingrid Escobedo Estr
Agradecimiento: coordinación de MADE

135

THE IMPORTANCE OF LEARNING STYLES IN TEACHING THERMODYNAMICS

The World Conference on Physics Education, Istanbul, Turkey. July 1-6, 2012

Pilar Segarra¹, Maria De Los Angeles Ortiz¹, Ingrid Escobedo², Susana Orozco¹, Virgen Huerta³

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

²Colegio de Bachilleres, Ciudad de México, Mexico

³Escuela Nacional Preparatoria, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

To help improve high school students' learning and their perception of physics, a group of university teachers work side by side with high school teachers in professional learning communities. Opposite of what appears in literature, we believe that high school teachers should be actively involved in developing teaching approaches, materials and sequences, to be consistent with the actual conditions of the high school classroom.

In these learning communities, different topics of the curriculum had been addressed, trying to define appropriate ways of teaching physics at high school level. Each work is not independent; all are part of an inclusive project, approached from different angles and always taking into account the relation of physics with daily life, environment and culture. The research question is how the applied method, in each case, promotes better learning. All of the high school teachers have many years experience working at this level so it is easy to compare the results of the groups both before and after having introduced the new approach.

With this research question in mind, different teaching techniques had been used. In all cases, the students (15 to 18 years) are taken into account as follows: what they know and think; the environment where they live and their interests. Context is important; students' interests are different depending on what they want to do in life and on their socioeconomic status and parents' education; although all of us live in Mexico City, a Western globalized city.

The general project is illustrated in this work, with the specific way in which the study of thermal phenomena was approached introducing different learning styles, beside the general methodology of the project. The study was done at Colegio de Bachilleres, a public high school in Mexico City, in 8 groups with a total of 380 students. Since students with different learning styles represent the world differently, teaching was done so that everyone could learn. Special attention was paid to kinesthetic students, as traditional teaching favors the audio learning of style students. Although the investigation was done in thermodynamics, the same methodology has been used by the same teacher in other areas and groups.

From this work it follows that all students feel involved in the class, do not skip and have more interest in physics. There was a change in attitude which favors learning. To appreciate their learning, we have their graphical representations, mind maps and finally their scores which are compared with the scores of other groups of the same teacher in previous years.

Bibliografía

Artículos

- Alonso, M.; Gil, D.; Martínez, J. (1996). Evaluar no es calificar. La Evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 30, pp.15-26.
- Barojas, J; Lopez, R Y Martínez, M. (2011). Dificultades para cambiar y oportunidades para mejorar en educación: la formación de profesores de Física para el bachillerato. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55 (2).
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educ. quím.*, 15[2], pp.210-217.
- Campanario, J; Mora, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Campanario, J; Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, pp.155-169.
- Castaño, M.A.; Marqués, M.; Storre, R.; Capo, A.J.; López, D. (2010). Tengo una respuesta para usted sobre estilos de aprendizaje, creencias y cambios en los estudiantes, *Actas de las XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JEUNI-2010)* 275-282.. <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/11786> consultado septiembre 2012
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre causas que lo originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(2). pp.183-208.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(3). pp 388-402.
- Churhces, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. Eduteka. <http://edorigami.wikispaces.com>. Pp 1-12
- De Posada, J.M. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 1(2). pp 92-113.
- Driver, R., Easley, J. (1986), Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education* 5, pp.61-84.
- Gil, D., (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (2), 111-121.
- Gil, D. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: Un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Gil, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, R., Gene, A., Gonzales, E., Guisasola, J., Martínez-Torregorsa, J., Pessoa De Carvalho, A.M., Salinas, J., Tricárico, H., Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las ciencias* 17 (3), 503-512.
- Gutierrez, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las ciencias*, 5 (2), pp.118-128.

- Hobden, P. (1998). The role of routine problem tasks in science teaching. En International Handbook of Science Education, Part II (Fraser, B., and Tobin, K., ED.), Kluwer Academic Publishers, Great Britain, , pp.219-232.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo del laboratorio, *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), pp.299-313.
- Miller, J. (2002). Examining the interplay between constructivism and different learning styles, ICOTS International Conference on Teaching of Statistics, South Africa.. http://icots6.haifa.ac.il/PAPERS/8A4_MILL.PDF Consultado septiembre 2012
- Moreira, M. A.; Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência Educação*, 9, pp 301-315.
- Picquart, M. (2008). ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física? *Latin American Journal of Physics Education*, 2 (1) 29-36.
- Sanmartí N. (1994). Aprender ciencias desde la diversidad, ¿fuente de problemas o fuente de riqueza?. Aula de Innovación educativa, 27.
- Solbes, J; Montserrat, R. Y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencias: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 91, pp 91-117.
- Solis, R. (1984). Ideas Intuitivas y Aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, pp.83-89.
- Spengler, M., Craveri, A., Anido, M. (2012). El conocimiento de los estilos de aprendizaje como orientadores en la selección, análisis y producción del material didáctico. La estandarización de los instrumentos para su evaluación. *Revista estilos de aprendizaje*, 9 (9), pp.169-193.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), 205,
- William L; William G Y Dufrense, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp 387-400.

Libros

- Alonso, C., Gallego, D. y Honey, P. Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. 7ª edición, Ediciones Mensajero, Bilbao, 2002
- Black, W. y Hartley, J. Termodinámica. México. Compañía Editorial Continental. Tercera Reimpresión, 1993.
- Callen H. Thermodynamics and Introduction to Thermostatitics. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. John Wiley & Sons. Second Edition.1985
- Carmona, G. Termodinámica Clásica. México. Las prensas de Ciencias. 2007.
- Contreras, O. y Del Bosque, A. Aprender con Estrategia, Desarrollando mis inteligencias múltiples. México. Pax México. 2004.
- De Miguel M. Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. España. Alianza Editorial. 2006.
- Díaz – Barriga, F. y Hernández G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw – Hill. 2001.

- García, L. De la Máquina de Vapor al Cero Absoluto. México. Fondo de Cultura Económica. 1986.
- García, L. Introducción a la Termodinámica Clásica. México. Trillas. 2005.
- Glynn, S. y Duit, R. Learning science in the schools. Research reforming practice. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. New Jersey. 1995
- Haig, A. Enseñar bien es un arte. España. Narcea, S.A. de ediciones. 2010.
- Halliday D, Resnick R. Física Vol I. México, Compañía Editorial Continental (CECSA), Quinta Edición en inglés, Cuarta en español, 2006.
- Hernández, R. Aprendamos a Elaborar Exámenes Escritos. Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. 2002.
- Hewitt, P. Física Conceptual. México. Pearson – Addison Wesley. 2007.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. La Ciencia de los alumnos. México. Fontamara. 2002.
- INEE, Pisa en el aula: Ciencias. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México, 2011
- Lozano, A. Estilos de Aprendizaje y Enseñanza. Trillas. 2009.
- Labinowics, e. Introducción a piaget, “la teoría de piaget”. Fondo interamericano. México.1982.
- Máximo, A. y Alvarenga, B. Física General con Experimentos Sencillos. México. Oxford. 2003.
- Mengual, J. Física al alcance de todos. España. Pearson Educación, S.A. 2006.
- OCDE, PISA 2006. Marco de Evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. Santillana, España. 2006.
- Pozo, j. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. “la Teoría de Ausubel” y “La Teoría de Vigotsky”. Ediciones Morata. Madrid. 1989.
- Quezada, R. Cómo planear la enseñanza estratégica. México. Limusa. 2006.
- Reese, R. Física Universitaria, vol. I. México. Thomson. 2002.
- Rius, M. y Castro M. Calor y Movimiento. México. Fondo de Cultura Económica. 1998.
- Serway, R. y Jewet, J. Física I. México. Thomson. 2004.
- UNAM, Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM. Consejo Académico de Bachillerato. Documento de trabajo. UNAM, México. 2001
- Villalobos, E. Educación y Estilos de Aprendizaje – Enseñanza. Publicaciones Cruz O.S.A. 2011.
- Woolnough, B. Effective Science Teaching. Open University Press, Great Britain. 1994
- Young, H. y Freedman, R. Física Universitaria, vol. I. México. Pearson. Décimo Segunda edición. 2009.
- Zemansky, M. y Dittman, R. Calor y Termodinámica. España. McGraw – Hill. Sexta Edición. 1990.

Páginas de Internet

- Huerta Uriel, 2009, Cuestionarios para la identificación de estilos de aprendizaje, pp., en <<http://sites.google.com/site/estilosdeaprendizajeitt/cuestionarios>>, consultado el 16/Junio/2011
- Pulido Pérez Xóchitl, Zecua Loiza Arabia, Proyecto para aplicar Técnicas de PNL en la educación media superior, pp., <<http://www.scribd.com/doc/17540626/Proyecto-para-aplicar-tecnicas-de-PNL-en-la-educacion>>, consultado el 18/Junio/2011

- Casatroja, Ferreira. Temperatura y Calor, Historia de una confusión, pp., <<http://www.fisica-facil.com/Temario/Termodinamica/Teorico/Calor%20y%20temperatura/Calor.htm>>, consultado el 25/Junio/2011
- Sabag Nashle Nasif, 2009, Calor (Biofísica), Biology Cabinet Journal Online, 30 de noviembre 2009, pp., <<http://biocab.org/Calor.html>>, consultado el 22/Enero2011
- Casatroja, Ferreira, Primera Ley, pp., <<http://www.fisica-facil.com/Temario/Termodinamica/Teorico/Principios-0-1/Termo1.htm>>, consultado el 8/Enero/2011
- Álvarez Eduardo Néstor, Mediciones de temperatura, termómetros e introducción, pp., <<http://laboratorios.fi.uba.ar/lscm/termometros.pdf>>, consultado el 12/Noviembre/2010
- Cuadro traducido por Nuria de Salvador de *Developing Students' Multiple Intelligences*. NICHOLSON-NELSON, K. (New York: Scholastic Professional Books 1998), pp., <<http://www.galeon.com/aprenderaaprender/intmultiples/caractmi.htm>> consultado el 30/Marzo/2010
- Garrido Roberto, conceptos de energía interna, calor y temperatura, formación continuada del profesorado de ciencias: una experiencia en Centroamérica, Organización de Estados Iberoamericanos, pp., <<http://www.campus-oei.org/fpciencia/art02.htm>> consultado el 18/Junio/2011
- INEE, Base de datos PISA 2009, <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-pisa/bases-de-datos-pisa-2009> consultado septiembre 2012

• **Páginas que carecen de un autor específico pero cuyo contenido está relacionado con la tesis.**

- Pp., <http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/>, consultado el 18/Junio/2011
- Video de la historia del calor, parte I, pp., <<http://www.youtube.com/watch?v=JL9bq8G7ZBc&feature=related>>, consultado el 22/Junio/2011
- Video de la historia del calor, parte II, pp., <<http://www.youtube.com/watch?v=PeV0cR3HnBY&feature=related>>, consultado el 2/Agosto/2011
- Cómo hacer una lanchita pof-pof, pp., <<http://www.youtube.com/watch?v=uXthjWSEdDo&feature=related>>, consultado el 20/Junio/2011
- Aelopila o eolipila con un pedazo de alambre de cobre, pp., <<http://www.youtube.com/watch?v=6dZ56yNldJQ&feature=related>>, consultado el 25/Abril/2011
- Eolipila, pp., <http://www.youtube.com/watch?v=Q_r8MN6QsBU>, consultado el 18/Junio/2011
- pp., <<http://www.monografias.com/trabajos5/eductecnica/eductecnica.shtml>>, consultado el 24/Mayo/2011
- Página que relaciona el color con la temperatura, pp., <<http://www.fotonostra.com/fotografia/elcolor.htm>>, consultado el 17/Junio/2011
- Pp., <<http://www.sabelotodo.org/termicos/medirtemperatura.html>>, consultado el 10/Octubre/2011

- Termómetros, pp., <http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_termometro.asp?k=62>, consultado el 18/Junio/2010
- Termómetros, pp., <<http://www.scribd.com/doc/23494756/MEDICION-DE-LA-VARIABLE-TEMPERATURA-1ra-Parte>>, consultado el 18/Junio/2011
- Cuestionrio de PNL, pp., <<http://www.slideshare.net/dilohero/cuestionario-para-identificar-el-tipo-de-inteligencia-de-percepcin-dominante-semana-1-7744461>>, consultado el 20/Noviembre/2012