



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

CONCEPTOS TERMODINAMICOS BASICOS EN UNA  
PREPARATORIA DEL DISTRITO FEDERAL:  
PROPUESTA DIDACTICA PARA LA DETENCCION  
Y EL TRATAMIENTO DE IDEAS PREVIAS.

**T R A B A J O       E S C R I T O**  
**VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R A       Q U I M I C A**  
**P R E S E N T A :**  
**ANA EDITH RAMOS RAMIREZ**



MEXICO, D.F. **EXAMENES PROFESIONALES**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

2005

m. 341895



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

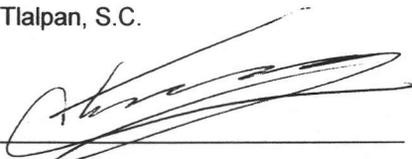
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

## JURADO ASIGNADO:

Presidente Profa. Susana Flores Almazán  
Vocal Profa. Leticia Ofelia Cervantes Espinosa  
Secretario Profa. Teresa Delgado Herrera  
1º suplente Profa. Sandra Galimberti Cazorzi  
2º suplente Prof. Juvenal Flores De La Rosa

Lugar: Instituto Tlalpan, S.C.

Asesora:



Susana Flores Almazán

Sustentante:



Ana Edith Ramos Ramírez

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ana Edith Ramos

Ramírez

FECHA: 10 mar 105

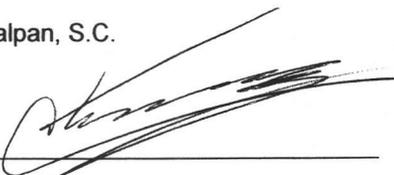
FIRMA: 

## JURADO ASIGNADO:

Presidente    Profa. Susana Flores Almazán  
Vocal        Profa. Leticia Ofelia Cervantes Espinosa  
Secretario   Profa. Teresa Delgado Herrera  
1º suplente   Profa. Sandra Galimberti Cazorzi  
2º suplente   Prof. Juvenal Flores De La Rosa

Lugar: Instituto Tlalpan, S.C.

Asesora:



Susana Flores Almazán

Sustentante:



Ana Edith Ramos Ramírez

## AGRADECIMIENTOS

*A Eric, mi vida, por ser quien eres, por haber aparecido en mi camino, por amarme.*

*A mis papás, por su amor, por haberme acompañado y apoyado durante toda mi vida.*

*A mis hermanos Jorge y Ale, por todos los momentos que hemos disfrutado juntos.*

*A la familia Chávez Miranda, por haberme acogido como si siempre hubiera formado parte de ellos.*

*A mis primos Isabel, Iyari y Raénari, a quienes quiero como hermanos.*

*Al Instituto Tlalpan, donde he crecido profesionalmente, por haberme abierto sus puertas.*

*A todas las personas que han estado conmigo en momentos importantes y que tienen un lugar especial en mi corazón.*

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>MARCO TEÓRICO DE LA DIDÁCTICA DE LA DISCIPLINA.</b> .....	9
<b>IDEAS PREVIAS O PRECONCEPCIONES.</b> .....	9
<b>EVALUACIÓN.</b> .....	11
<b>LA AUTORREGULACIÓN DE LOS APRENDIZAJES</b> .....	11
<b>INSTRUMENTOS DIDÁCTICOS.</b> .....	13
<b>PRECONCEPCIONES CON RESPECTO A LOS CONCEPTOS DE CALOR,     TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.</b> .....	14
<b>OBJETIVOS Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	18
<b>ESTRATEGIAS SUGERIDAS.</b> .....	20
<b>I. DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS.</b> .....	20
<b>II. ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN</b> .....	21
<b>III. EXPERIENCIA PRÁCTICA DE TEMPERATURA</b> .....	21
<b>IV. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
<b>V. USO DE ANALOGÍAS</b> .....	23
<b>VI. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA</b> .....	23
<b>VII. PRÁCTICA DE LABORATORIO.</b> .....	24
<b>VIII. ANÁLISIS DE PROBLEMAS.</b> .....	25
<b>RESULTADOS DE LAS ESTRATEGIAS.</b> .....	26
<b>I. APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS.</b> -	26
<b>II. ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN.</b> .....	28
<b>III. EXPERIENCIA PRÁCTICA DE TEMPERATURA</b> .....	28
<b>IV. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	29
<b>V. USO DE ANALOGÍAS.</b> .....	29
<b>VI. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA</b> .....	29
<b>VII. PRÁCTICA DE LABORATORIO.</b> .....	30
<b>VIII. ANÁLISIS DE PROBLEMAS.</b> .....	30
<b>PROCESO DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE.</b> .....	31
<b>1ª PARTE: CUESTIONARIO DE AUTORREGULACIÓN.</b> .....	31
<b>2ª PARTE: EVALUACIÓN PRÁCTICA.</b> .....	31
<b>3ª PARTE: MAPA CONCEPTUAL.</b> .....	32

4ª PARTE: PRUEBA DE PAPEL Y LÁPIZ.	32
<i>CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.</i>	33
<i>BIBLIOGRAFÍA.</i>	35
<i>ANEXOS.</i>	37
ANEXO I. MARCO TEÓRICO DE LA DISCIPLINA	37
ANEXO II. CUESTIONARIO INTRODUCTORIO	46
ANEXO III. ARTÍCULO PARA LA ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN	48
ANEXO IV. PRÁCTICA: MEZCLAS A DIFERENTES TEMPERATURAS, DE ROBINSON Y HEWITT.	53
ANEXO V. PROBLEMAS Y CUESTIONARIOS RELATIVOS A LOS CONCEPTOS DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA Y A PROCESOS QUE LOS INVOLUCREN.	56
ANEXO VI. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN.	70

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo originalmente fue elaborado como un proyecto terminal para el *Diplomado Básico en Educación Química* para profesores del Sistema Incorporado a la UNAM.

Al ser profesora de Física a nivel Preparatoria, me interesaban diversos temas en los cuales podría aplicar los conocimientos adquiridos en el Diplomado mencionado en cuanto al ámbito de didáctica. Sin embargo, al estar en contacto también con otros profesores de Preparatoria, Secundaria y Primaria, tuve la oportunidad de revisar los planes de estudio y los libros de texto que se manejan en estos dos niveles educativos en el área de Ciencias. Fue en base a esta revisión y a pláticas que pude establecer con los otros profesores, que me decidí finalmente por una temática no muy sencilla de tratar: los conceptos de calor, temperatura y energía interna.

A pesar de existir una gran cantidad de estudios en la didáctica de este tema, es común encontrar –sobre todo en libros de texto –definiciones de los conceptos mencionados que todavía apoyan la teoría del calórico que ya está en desuso, así como explicaciones a fenómenos de la vida diaria que la favorecen también. Al encontrarse en los libros de texto, es común que este tipo de explicaciones sean utilizadas también por los profesores, por lo cual estamos creando en nuestros jóvenes ideas erróneas que no van de acuerdo a las aceptadas por la ciencia en la actualidad.

La propuesta didáctica que presento ha sido aplicada ya a dos grupos de estudiantes del primer grado de preparatoria, con edades de 16 años aproximadamente, pertenecientes al nivel socioeconómico medio. Todos ellos han sido parte de la población estudiantil del Instituto Tlalpan S.C., una escuela particular ubicada en la Delegación de Tlalpan, al sur de la Ciudad de México. Esta propuesta se diseñó para llevarse a cabo dentro del tema 7 de la unidad 3 “Equilibrio Térmico” dentro de la asignatura de Física III, clave 1401, de acuerdo al plan de estudios de 1996 de la Escuela Nacional Preparatoria.

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo presento una estrategia didáctica en la que incluyo una serie de actividades que permitan a los estudiantes *aprender* de manera significativa los conceptos de calor, temperatura y energía interna, y puedan utilizarlos correctamente y aplicarlos a situaciones reales para explicar fenómenos de la vida cotidiana.

Es importante conocer el entorno en el que se desarrolla la estrategia didáctica propuesta, pues su adecuado funcionamiento siempre tendrá una fuerte dependencia a las características propias de los alumnos y la escuela en la cual se validará la propuesta didáctica. Por este motivo, es probable que al aplicarse a otro grupo de estudiantes con características diferentes –nivel socioeconómico, preparación previa, etc. –, se obtengan resultados distintos.

Se parte de un marco teórico donde se expone lo publicado acerca de la didáctica para tratar los conceptos involucrados en este trabajo. En este marco didáctico se dan las ideas previas que se presentan más frecuentemente en los alumnos con respecto a la temperatura y el calor de acuerdo a algunas fuentes consultadas, así como la manera en que los autores de dichas fuentes proponen tratarlas para que se lleve un cambio conceptual adecuado. Este marco de la didáctica también expone las bases de la evaluación, su importancia y algunas estrategias que faciliten esta práctica.

En el siguiente capítulo de este trabajo se define el problema que desea atacarse y se dan los objetivos que se pretenden alcanzar al finalizar el proyecto propuesto.

A continuación se presentan las estrategias sugeridas para desarrollar la propuesta didáctica. Comienzo con una metodología para detectar las ideas previas que tienen los estudiantes y una actividad de motivación que se retomará constantemente a lo largo del desarrollo del tema. También se dan otras actividades complementarias, como una investigación bibliográfica, el uso de analogías, el análisis de problemas diversos, dos actividades prácticas y una experiencia de cátedra.

Posterior a la explicación de las estrategias se presentan, como validación de éstas, los resultados que se obtuvieron al aplicarlas en los grupos de estudiantes.

Puesto que el proceso de evaluación del aprendizaje es una de las partes más importantes en este proyecto, constituye por sí solo un capítulo más del presente trabajo. En esta parte se proponen cuatro actividades con el objeto de evaluar el aprendizaje adquirido

por los alumnos. La primera de ellas es un ejercicio de autorregulación, que tiene como objeto hacer que el alumno participe dentro de su propia evaluación, y hacerlo consciente de la evolución que han tenido sus ideas después de haber participado en las actividades realizadas con ese fin. El resto de las actividades de evaluación que se proponen son: una evaluación práctica, un mapa conceptual a completar y una prueba a papel y lápiz.

Inmediatamente después se dan los comentarios finales al trabajo, junto con las conclusiones del mismo.

En los anexos se tiene un marco teórico disciplinar, en el cual se explica la teoría de los temas a tratar en la propuesta. En esta parte, además de dar un breve panorama de su origen histórico, se definen conceptos como temperatura, calor, energía interna, sistema, capacidad térmica y capacidad térmica específica. Dentro de los mismos anexos están todos los materiales escritos que se utilizaron con los alumnos dentro de las estrategias didácticas: cuestionarios, problemas y exámenes, algunos de ellos obtenidos de diversas fuentes bibliográficas y otros generados por la autora del presente trabajo.

## MARCO TEÓRICO DE LA DIDÁCTICA DE LA DISCIPLINA.

### IDEAS PREVIAS O PRECONCEPCIONES.

Es un hecho ya que la instrucción o enseñanza tradicional, que no toma en cuenta las creencias de los estudiantes, da resultados muy pobres y carece de efectividad al intentar sustituir sus ideas "ingenuas" por concepciones científicas.

En la literatura se encuentran diferentes sinónimos para el término de *ideas previas*: *preconcepciones*, *preconceptos*, *ideas alternativas*. Se les llama así a las interpretaciones de los fenómenos físicos hechas por una persona a partir del uso de "evidencias de sentido común". Estas preconcepciones a menudo van en contra de lo aceptado por la comunidad científica y se presentan inclusive en profesores y autores de libros de texto en ciencias (Michinel Machado, 1994). De hecho, los libros de texto son frecuentemente fuentes generadoras de concepciones previas de los estudiantes, ya sea directamente al ser leídos por ellos o por medio del profesor que hace uso de ellos.

Lo dicho anteriormente no significa que las preconcepciones sean siempre incorrectas. Muchas de ellas pueden ser elaboraciones complejas y, sobre todo, válidas en el contexto en que se formulan, pues son razonamientos que en la vida cotidiana "funcionan". Es por esto que actualmente se cree que el aprender Ciencias no implica deshacerse de las preconcepciones de los alumnos (que ya les funcionan en un contexto cotidiano), sino que aprendan otras formas de ver y explicar fenómenos de una manera válida en un contexto científico.

Las características de las preconcepciones son (Sanmartí, 2002):

1. **Generalidad:** se encuentran en individuos de diferentes capacidades, géneros y culturas.
2. **Persistencia a lo largo de los años y de la instrucción escolar.** Esta persistencia es mayor en las concepciones que tienen una base sensorial.
3. **Dependencia del contexto:** normalmente, los estudiantes hacen construcciones *ad hoc* o sobre la marcha, para dar respuesta a situaciones que se le presentan. Esto provoca que cambien las ideas expresadas por ellos al cambiar la manera en que se les plantea la pregunta.

La detección de las preconcepciones de los alumnos constituye una parte medular del presente trabajo. Sin embargo, una estrategia que pretenda lograr resultados más allá de lo que se pueda lograr con una enseñanza tradicional, no debe conformarse con la detección de las ideas previas de los alumnos: deberá también propiciar que hagan una reflexión profunda sobre sus ideas y que sean capaces de contrastarlas con los nuevos conocimientos que están descubriendo, pues de otra manera no se dará un cambio en ellas.

Siendo más ambiciosos aún, incluso se desearía que las estrategias didácticas aplicadas lograran en los alumnos un aprendizaje con una evolución conceptual, aunque esta evolución es un proceso complejo y gradual que no se puede llevar a cabo de un día para otro.

#### **Ideas previas en los profesores.**

"Las ideas previas que aparecen en la literatura sobre enseñanza de la ciencia se presentan constantemente en los profesores" (Gallegos, Flores y Valdés, 2004). Las instituciones educativas del país, tales como la Secretaría de Educación Pública, ha hecho grandes esfuerzos por implementar programas de estudio regidos por un modelo constructivista mediante el desarrollo de diversos cursos, como los Cursos Nacionales de Actualización para profesores. Sin embargo, el esfuerzo no ha sido suficiente, pues hay diversos estudios en los que se demuestra que a menudo el docente es el que carece de elementos para planear e instrumentar su curso de esta manera, y muchas veces incluso carece de conocimientos sólidos en el área en la cual está impartiendo sus clases.

#### **Efectos de las preconcepciones en alumnos.**

Los adolescentes que no pueden diferenciar entre los conceptos de calor y temperatura, por ejemplo, carecen de bases sólidas en su conocimiento que les permitan desarrollar un análisis más profundo de muchos procesos termodinámicos (Yeo y Marjan, 2001).

## **EVALUACIÓN.**

La evaluación es un proceso muy complejo, y debe ser un instrumento para ayudar a que el alumno aprenda mejor, es decir, debe servir para ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación en realidad es un proceso constituido por 3 fases: recopilación de información, análisis de la información recabada y toma de decisiones de acuerdo con el juicio emitido (Sanmartí, 2002).

De hecho, se sabe que la evaluación forma parte del currículum oculto del profesorado. Si se quiere cambiar la práctica educativa, es indispensable cambiar la práctica de evaluación: desde su finalidad, hasta el qué y cómo se evalúa.

Generalmente, la evaluación es la etapa menos atractiva para muchos profesores, pero alrededor de ella gira todo el trabajo escolar, pues da la pauta para establecer los ajustes a realizar para satisfacer la diversidad de necesidades que se generan en el aula.

La evaluación no se puede llevar a cabo únicamente al final del proceso de enseñanza – aprendizaje. Tampoco debe ser realizada únicamente por el profesor. Tanto éste como el alumno deben participar en este proceso. La evaluación puede desarrollarse en tres momentos diferentes (Ballester, 2000):

- a) La evaluación al inicio de un proceso de enseñanza-aprendizaje.
- b) La evaluación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- c) La evaluación al final del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **LA AUTORREGULACIÓN DE LOS APRENDIZAJES**

Aunque se pretende que todos los alumnos adquieran un aprendizaje significativo durante el proceso didáctico, es un hecho que no todos progresan de la misma manera ni al mismo ritmo. Es por eso que, si se quiere atender a la diversidad que se da dentro del salón de clases, el proceso didáctico debe adecuarse a los avances observados en los estudiantes. Esto implica una regulación continua de los aprendizajes (Sanmartí, 2002).

Esta regulación no debe llevarla a cabo únicamente el profesor: el alumno debe aprender a autoevaluarse y a autorregularse, de tal manera que construya un sistema propio y autónomo para aprender, y lo mejore poco a poco.

Cada persona tiene un estilo personal de aprendizaje que ha ido construyendo progresivamente durante toda su vida. Sin embargo, el profesor puede formar parte de este proceso de autorregulación de aprendizajes: es posible que ayude al alumno a *aprender a aprender*. Debemos dejar la creencia de que la evaluación es una tarea únicamente del profesor: el alumno puede ser capaz de reconocer cuáles son sus aciertos y cuáles sus dificultades.

“En todo proceso de aprendizaje son importantes los momentos en que el individuo reflexiona autónomamente sobre lo que está aprendiendo, sobre cuáles son las ideas de las que ahora puede hablar y aplicar y antes desconocía. Ha de poder reconocer y sentir el placer que representa aprender” (Sanmartí, 2002).

Como primer paso en esta participación del alumno, se desea que éste sea consciente de lo que el profesor pretende enseñarle y de qué manera lo piensa hacer. Para que esta parte dé los resultados deseados, es necesario que el alumno elabore una representación del producto final que se espera en cada actividad, no desde el punto de vista de un experto, sino desde su misma visión.

También es de igual importancia la anticipación y la planificación de la acción: un alumno que sabe anticiparse y planificar las acciones a llevar a cabo, es capaz de representarse mentalmente las acciones que tiene que realizar para tener éxito en la resolución de las tareas que se propone.

Además de estar consciente de los objetivos de las actividades a desarrollar, el alumno debe conocer también los objetivos de la evaluación, y en este sentido, son muy valiosas las prácticas como las siguientes: la autoevaluación (evaluación por parte de los estudiantes de sus propias producciones), la evaluación mutua (evaluación por un alumno o grupo de alumnos de las producciones de otros) y la coevaluación (evaluación de un estudiante por él mismo y por el profesor) (Ballester, 2000).

La autorregulación consiste en que el individuo que aprende se dé cuenta de las modificaciones que debe hacer en las estrategias que utiliza para aprender y actúe en consecuencia. En la medida en que una persona es más capaz de autorregular, más autónomo se vuelve en su aprendizaje y va reafirmando su estilo de aprendizaje.

## INSTRUMENTOS DIDÁCTICOS.

Hay una gran cantidad de instrumentos que pueden utilizarse dentro de una estrategia didáctica. Aquí muestro las generalidades únicamente de tres de ellas, pues las consideré importantes, ya que se incluyen en la propuesta que presento:

1. **Mapas conceptuales.** Fueron propuestos como una forma gráfica de representar relaciones significativas entre conceptos en forma de oraciones completas (Novak, 1988).

En los mapas conceptuales es necesario:

- a) Identificar y seleccionar los conceptos relevantes.
- b) Establecer una jerarquía entre ellos, de los más generales a los más particulares.
- c) Establecer relaciones entre conceptos y representarlas gráficamente por medio de flechas, incluyendo un *relacionante*, que es la proposición que une a los conceptos.

Uno de los usos del mapa conceptual (que es el que se le da en este trabajo) es como un instrumento de evaluación final, en donde se requiere establecer criterios específicos de evaluación que tomen en cuenta el número de conceptos utilizados, su jerarquización y las interrelaciones incluidas.

En ocasiones se pueden dar mapas semielaborados, que los alumnos deban completar rellenando huecos (Ontoris, 1995).

2. **Recursos bibliográficos:** cuando son bien utilizados, los libros y revistas son una fuente de información muy importante, y un recurso que vale la pena explotar.

También se puede hacer uso de un libro de texto, aunque éste debe utilizarse como un referente común de síntesis de aprendizajes, no como mediador único del aprendizaje.

Sin embargo, en esta categoría también se incluye a los periódicos, las revistas de divulgación científica, las biografías de científicos, los libros de ciencia ficción, los libros de experimentos y las colecciones de libros de divulgación científica.

3. **Uso de analogías:** el empleo de analogías es muy popular y frecuente. Una analogía es una proposición que indica que una cosa o evento es semejante a otro. Una analogía se compone generalmente de cuatro elementos (Díaz Barriga, 1993):

- a) El contenido que el alumno debe aprender (por lo general abstracto y/o complejo).
- b) El vehículo, que es el contenido familiar y concreto para el alumno, con el que establecerá la analogía.
- c) El conectivo, que une al contenido y vehículo: "es similar a", "se parece a", "es como", etc.
- d) La explicación de la relación analógica, donde además se aclaran los limitantes de ella.

Solamente se puede utilizar este instrumento cuando la información a aprender se presta para relacionarla con conocimientos aprendidos anteriormente, siempre y cuando el alumno los maneje bien.

### **PRECONCEPCIONES CON RESPECTO A LOS CONCEPTOS DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.**

A pesar de que hay mucha información en la didáctica de calor y temperatura, este tema es uno de los más difíciles de tratar en un curso y de lograr un cambio en las ideas previas o preconcepciones de los estudiantes. Una de las razones para que esto suceda es que palabras como *calor*, *caliente*, *calentar*, *frío*, *enfriar*, etc. forman parte del vocabulario de cualquier persona desde su niñez. Es común escuchar expresiones como: "Cierra la puerta porque está entrando el frío" o "tengo un suéter de lana que es muy calentito".

A continuación mencionaré solo los puntos que considero más importantes tratar tomando en cuenta el tipo de alumnos y el entorno explicado en la presentación.

En la bibliografía se encuentra evidencia de las ideas previas que manejan los estudiantes desde pequeños, y aunque algunas de ellas se reportan como características de la niñez, se incluirán dentro de la parte de detección de ideas previas de los adolescentes de 4º grado de bachillerato, para no dar pie a suposiciones de que ya hayan desaparecido algunas de las ideas que se tenían en los primeros años de vida.

Una de las ideas previas más comunes es aquella en la que se hacen asociaciones calor/estado, es decir, hay una confusión entre los términos calor y temperatura y tienden a utilizarse de manera indistinta (Driver, 1992).

Con respecto a la temperatura, es muy probable que los alumnos hagan asociaciones entre esta propiedad y la naturaleza de la sustancia, catalogando a las sustancias en frías –por ejemplo los metales – y calientes –como la madera o la lana. Así, cuando se les pide elegir el mejor material para aislar térmicamente un objeto caliente, por lo general eligen materiales como la madera. Si, por el contrario, se desea aislar un objeto frío, escogen metales como el aluminio (Hierrezuelo y Moreno, 1988). Esta es de las ideas erróneas más difíciles de sustituir en los alumnos, y se requiere del análisis detallado de una buena cantidad de fenómenos para los cuales este tipo de explicaciones no sean lo suficientemente sólidas

Vale la pena incluir aquí una tabla encontrada en la literatura (Domínguez, 1998) con respecto a las ideas alternativas más comunes con respecto a los conceptos a tratar:

CONCEPTO	IDEAS ALTERNATIVAS
CALOR	Algo material, contenido en el cuerpo (sistema); cuanto más calor tiene el cuerpo más caliente estará. En los cuerpos el calor puede pasar de unas partes a otras o de unos cuerpos a otros.
CALOR / FRÍO	Son dos fluidos materiales y opuestos. La sensación calor/frío es consecuencia de la transferencia del calor/frío al cuerpo.
CALENTAR / ENFRIAR	Ganancia o pérdida de ese ente material llamado <i>calor</i> .
CALIENTE / FRÍO	Son propiedades características de los cuerpos. Por ejemplo, los metales son fríos por naturaleza.
TEMPÉRATURA	Temperatura = calor. Temperatura y calor son sinónimos y aquella, en todo caso, mide la cantidad de calor que tiene el sistema. La temperatura depende de la masa o del volumen.
DILATACIÓN	Paso de calor al interior del cuerpo haciéndolo más grande y, como consecuencia, más pesado.

Otros autores (Driver y Tiberghien, 1992) proponen hacer un cambio en los planes y programas de estudio, pues en su mayoría no toman en cuenta esta dificultad de los alumnos en comprender conceptos como la temperatura. Sugieren hacer diversos experimentos de calentamiento y enfriamiento de sustancias muy diferentes, que les permitieran monitorear temperaturas de la sustancia y los alrededores. Proponen también realizar experimentos en los que puedan observar los cambios de estado para el agua, midiendo las temperaturas que intervienen (hervir agua, fundir hielo). Por último, recomiendan efectuar diversas pruebas que ayuden a los alumnos a generalizar las nociones que han aprendido para ampliar su ámbito de aplicación.

Es importante asegurarse de que los estudiantes comprendan el significado de los conceptos que están manejando, para que pueda utilizarlos correctamente. Deben comprender también que cuando se analizan diversos fenómenos termodinámicos, se habla de varios sistemas interactuando. Los alumnos normalmente consideran un único sistema, sobre todo cuando en la pregunta que se les plantea no se hacen explícitos los sistemas interactuantes. Por ejemplo, cuando se les pide que analicen la fusión de un hielo en un vaso, es muy común que no consideren el medio ambiente que rodea al hielo.

Otra situación muy común que no permite que los alumnos modifiquen sus ideas previas es el manejo de conceptos como el frío y el calor como antónimos. Es decir, mientras que en el lenguaje común y corriente el frío es antagónico al calor, pudiendo darle frío o calor, en el lenguaje científico, el frío no tiene un significado propio, mientras que el calor es una forma de energía que se transfiere entre objetos a diferentes temperaturas, siempre del objeto de mayor temperatura al de menor temperatura.

Para clarificar el concepto de calor, es necesario que el alumno haya comprendido previamente el de temperatura. También se deberá insistir en que el calor no es algo que los cuerpos puedan contener. Esto puede complicarse un poco porque además de trabajar en cambiar estos conceptos que se manejaban previamente, se debe introducir el concepto de energía interna, cuya definición es la que a menudo se cree que es la del calor. En esta labor es muy útil el uso de analogías, que ayudan al alumno a comprender la mecánica en la que aparece el calor.

En cuanto a los materiales aislantes o conductores, generalmente se cree que existen sustancias propiamente frías, capaces de mantener o aislar el frío, y que hay otras

sustancias calientes, que pueden guardar o aislar el calor, y aún cuando manejan los términos aislante o conductor, lo hacen de manera inadecuada.

En algunas fuentes se recomienda dedicar el tiempo necesario a realizar diversas actividades, experimentos y/o mediciones en las que los alumnos se vayan despojando de esas ideas erróneas que tienen por descubrimiento propio y vayan adquiriendo un lenguaje adecuado en un ámbito científico. A continuación menciono un ejemplo de esto, tomado de la bibliografía (Sanmartí, 2002):

*Un alumno entra a clase y quitándose la bufanda dice: "He cogido mucho frío". Puesto que en esos días están estudiando la diferencia entre calor y temperatura, la profesora decide utilizar esta expresión del alumno como punto de partida de su clase. Para ello, plantea a la clase el reto: ¿Cómo diríamos "He cogido mucho frío" si habláramos en un congreso científico?*

*Primero propone la realización de un experimento en el que se mezclan líquidos a diferentes temperaturas. Posteriormente, anima a la génesis de explicaciones.*

*...Después de consensuar la mejor explicación posible en el contexto de aquella clase, los estudiantes tuvieron que escribir cómo responder al reto individualmente. Posteriormente, pusieron las distintas frases en común –primero en pequeño grupo y después en gran grupo -. La frase pactada fue "Estoy transfiriendo mucha energía desde mi cuerpo al exterior en forma de calor".*

Otros autores (Martín, M.A. et al, 2000) recomiendan que a nivel secundaria, se hable de la energía como un concepto general, viéndola como el resultado de la interacción entre sistemas y comprendiendo la ley de la conservación de la energía estudiando varios casos. Recomiendan también que sea hasta un nivel posterior cuando se centre el estudio en la energía mecánica; el trabajo debe tratarse únicamente en casos en que la fuerza es constante. Con respecto al concepto de calor, una vez que se ha comprendido el concepto global de energía y la ley de conservación, se debe definir el de calor, introduciendo hasta este momento el nuevo concepto de energía interna, con la finalidad de que los alumnos no crean que el calor es "un tipo de energía que se encuentra en los cuerpos". También se debe tratar la 1ª ley de la Termodinámica como una forma de expresar la ley de conservación de la energía. Para facilitar la comprensión de conceptos como calor, energía interna y temperatura, los autores aconsejan la introducción a este nivel de la teoría cinético-molecular de la materia, para darle al estudiante una herramienta más completa que le ayude a visualizar mejor estos conceptos.

## OBJETIVOS Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

A pesar de que existe una gran cantidad de información con respecto a la didáctica de temas como el calor y la temperatura, son contados los estudios que se han hecho al respecto con jóvenes de preparatoria en nuestro país. Es por eso que el presente trabajo se propone dar una visión de lo que un grupo de alumnos de esta edad conoce sobre el tema y la manera en que aborda problemas que involucren los conceptos de calor, temperatura y energía interna.

A menudo se oye decir a los profesores que sus alumnos parecen haber aprendido muchos conceptos en sus cursos de ciencias, sin embargo, cuando se trata de explicar fenómenos que ocurren en su vida cotidiana, incluso los más sencillos, no aplican dichos conceptos, y continúan utilizando las ideas alternativas que ya tenían antes de haber estudiado ciencias.

Como primer objetivo, se este trabajo pretende detectar las ideas previas o preconceptos que los alumnos tienen con respecto a los conceptos de calor, temperatura y energía interna y a los procesos que involucran una transferencia de calor.

Posteriormente, se proponen una serie de estrategias didácticas que tienen como finalidad:

- Que el alumno utilice un lenguaje "científico", es decir, más adecuado a la terminología aceptada actualmente por la ciencia, tratando de evitar términos como "caliente", "frío", "calor absorbido", "calor cedido", y cualquier otro término que utilice implícitamente la teoría del calórico.
- Que el alumno pueda dar respuesta a diversos fenómenos que observa en la vida cotidiana, en términos de transferencia de energía, utilizando siempre la ley de conservación de ésta.
- Que el alumno contraste sus ideas previas al estudio de la unidad con los nuevos conocimientos presentados, de tal manera que se haga consciente de cualquier modificación en sus concepciones de los fenómenos físicos involucrados.

La propuesta planteada está diseñada para utilizarse como una introducción a la unidad de termodinámica, y puede utilizarse tanto en el primer grado de la preparatoria

como en el tercer grado, teniendo que hacer más profundización en el análisis de algunas partes en este último caso.

Además de comenzar con una indagación de las ideas previas de los alumnos, se propone una serie de actividades de motivación de tal manera que el alumno no se pierda en la teoría y siempre tenga visibles las aplicaciones directas del tema que se está estudiando.

También es muy importante mencionar que en todo momento se tomará en cuenta la evaluación, de tal manera que se dé seguimiento de la evolución de las ideas de los alumnos, y se observe si se dio o no una evolución conceptual.

## ESTRATEGIAS SUGERIDAS.

A continuación se describen las estrategias utilizadas para abordar el tema en cuestión con los estudiantes, incluyendo en cada una las modificaciones que se hicieron de su aplicación en el primer grupo a su aplicación en el segundo. Es importante mencionar que las actividades no necesariamente deben aplicarse en el orden que se describe aquí, sobre todo en el caso del análisis de problemas, que se pueden ir intercalando en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### I. DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS.

Para detectar las preconcepciones de los alumnos acerca del calor y la temperatura y los fenómenos relacionados con dichos conceptos, se aplica un cuestionario escrito. Se decidió que un cuestionario sería más conveniente que cualquier otra actividad por las siguientes razones:

- El alumno analiza cada pregunta de manera individual, de tal manera que sus respuestas no son afectadas por las opiniones de sus compañeros
- Sus respuestas quedan por escrito, y al ir comprendiendo los conceptos durante la clase, el alumno se hace consciente de las ideas erróneas o incompletas que manejaba antes de estudiar el tema de manera formal.
- El profesor puede coleccionar la mayor cantidad de información posible en cuanto a las ideas previas de los alumnos en un periodo corto de tiempo.

En el segundo grupo de alumnos decidí aplicar el mismo cuestionario, pero las preguntas 1, 2, 3 y 4 fueron abiertas, para no inducir una respuesta en los alumnos, y que cualquier respuesta se diera de manera espontánea, y así observar si había diferencia en los resultados del primer grupo.

En el Anexo II se muestra el cuestionario a aplicar a los estudiantes con el propósito de detectar las ideas o preconcepciones que manejan antes de tratar el tema formalmente en clase. Este cuestionario es una recopilación y adaptación de ejercicios de diversas fuentes: (Driver, 1992), (Hierrezuelo y Moreno, 1988) y (Máximo y Alvarenga, 2002).

Para esta actividad se tienen planeados entre 15 y 20 minutos de clase.

## II. ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN

Se eligió esta actividad debido a que es un hecho que cuando una tarea es usada de tal modo que pueda ser aplicada en un contexto realista, contexto familiar, y por lo tanto significativo para el alumno, entonces el rendimiento de éste mejora notablemente.

Inmediatamente después de aplicar el cuestionario de ideas previas, se presenta la noticia de Domino's Pizza que se da en el Anexo III, como un material a analizar desde el punto de vista de la física, y para motivar a los alumnos hacia el tema de termodinámica. El título de la noticia que se presentó en clase es: "Lanza Domino's tecnología *Heat Wave* para mantener calor de pizzas". La profesora lee una parte de la noticia y cuestiona a los alumnos acerca del contenido y si será posible hacer lo que se anuncia.

Durante todas las clases se mantiene pegada en el salón de clases una fotocopia ampliada de dicha noticia y durante el transcurso de la exposición de la unidad didáctica, los alumnos podrán modificar su opinión original al respecto.

Para esta actividad se tienen contemplados aproximadamente 15 minutos de clase.

Como una variación a esta actividad, en el segundo grupo, además de dar el artículo mencionado del Anexo III, los alumnos consiguieron diversos artículos de Internet que involucraran los términos a estudiar, y se fueron analizando conforme se desarrollaban todas las estrategias didácticas.

## III. EXPERIENCIA PRÁCTICA DE TEMPERATURA

En esta actividad la profesora comienza rescatando las respuestas de los alumnos a la pregunta número 3 del cuestionario de detección de ideas previas.

Después se les pregunta cómo sabemos si algo está "caliente" o "frío" y se da una lluvia de ideas. Todas sus respuestas se anotan en el pizarrón, de tal manera que queden a la vista de todos. En ese momento se procede a la realización del siguiente experimento:

Se colocan tres recipientes: uno (recipiente A) con agua a temperatura ambiente (17 °C aproximadamente), otro (recipiente B) a 35° C aproximadamente y el último (recipiente C) a una temperatura sensiblemente mayor a las dos anteriores. Un alumno debe introducir su mano izquierda en el recipiente A y la derecha en el C. Pasado un cierto

tiempo, digamos 5 minutos, el alumno deberá introducir ambas manos en el recipiente B, describiendo lo que siente en cada una de ellas.

Como una conclusión de esta actividad, y como introducción al uso de un lenguaje termodinámico, se propone a los alumnos el uso del término: "alta temperatura" en lugar de usar "caliente" y "baja temperatura" en lugar de "frio" para hablar del estado térmico de cualquier cosa, y se escribe la conclusión grupal obtenida de la actividad.

Esta actividad ocupa una clase de 50 minutos en su totalidad.

#### **IV. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Los alumnos forman 8 equipos de 3 personas cada uno, y hacen una investigación bibliográfica con el objeto de encontrar las definiciones de los términos: calor, temperatura y energía interna, en diferentes fuentes. La profesora coordina la actividad de tal manera que se asegure de tener la información de la mayor cantidad de fuentes posibles, para poder compararlas y que el alumno sea capaz de formar un criterio propio con respecto a los conceptos tratados. Una vez que esté terminada la investigación, cada equipo la leerá en voz alta, y el grupo escribirá su propia definición, siendo guiados por la profesora para no caer en errores conceptuales.

Debe haber intervenciones de la profesora todo el tiempo, dando datos históricos que ayuden a los alumnos a comprender mejor los conceptos manejados. Se debe hablar de la teoría del calórico y de las escalas de temperatura y su origen.

Es importante que el alumno se de cuenta durante esta actividad de que es posible encontrar información errónea en libros, y que no por el hecho de estar plasmada en este medio, quiere decir que se trate de información correcta desde el punto de vista científico.

Esta actividad está diseñada para desarrollarse en dos clases de 50 minutos cada una.

## V. USO DE ANALOGÍAS

Otra estrategia a utilizar durante la presentación del tema de calor, es el uso de analogías. La profesora presenta tres de ellas e invita a los alumnos a proponer otras que puedan adecuarse a la definición de calor.

1ª analogía: *Una analogía interesante es comparar el calor con la lluvia. La lluvia es agua en tránsito de las nubes a la Tierra. Es agua, sí, pero agua que cae. Cuando está en las nubes no se le llama lluvia, cuando está en la Tierra tampoco. Solo es lluvia cuando está cayendo. Lo mismo ocurre con el calor: cuando está dentro de un sistema es energía interna, cuando está en el otro sistema también es energía interna, solo le llamamos calor en el tránsito de un sistema a otro* (Hierrezuelo y Moreno, 1988).

2ª analogía: el calor es como el trabajo. Un cuerpo no puede contener trabajo, pero puede realizar trabajo sobre otro o se puede realizar trabajo sobre él. Ambas deben considerarse como formas de transferir energía.

3ª analogía: el calor es como el viento: en el momento en que se encuentra en reposo, recibe el nombre de aire, pero en cuanto comienza a moverse, se le denomina viento. De igual manera, la energía que se encuentra dentro de un cuerpo se denomina energía interna, y en el momento en que se mueve de un cuerpo a otro, se conoce como calor.

Esta actividad se desarrolla en un tiempo de 30 minutos aproximadamente.

## VI. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA

Como experiencia de cátedra, la profesora lleva al aula dos hielos: uno lo cubre completamente con un trozo de tela de lana y el otro lo cubre con papel aluminio, haciendo la siguiente pregunta a los alumnos: ¿cuál hielo creen que se derrita primero? ¿por qué?

Los alumnos dan sus opiniones en voz alta, tratando de convencer a sus compañeros de su punto de vista y fundamentando siempre sus respuestas por medio de los conceptos estudiados hasta el momento.

Dentro de esta actividad se toman 30 minutos de la clase.

## VII. PRÁCTICA DE LABORATORIO.

En esta actividad se desarrolla la práctica "Mezclas a diferentes temperaturas" (Robinson y Hewitt, 1998), incluida en el Anexo IV, en la cual se llevan a cabo las siguientes actividades: inicialmente, el alumno llena  $\frac{3}{4}$  partes de un vaso de unicel con agua y marca el nivel de agua en la parte interior del vaso, después vacía la misma agua a un segundo y tercer vaso consecutivamente, con la finalidad de marcar el mismo nivel de agua en tres vasos diferentes. Después se realizan varias mezclas de agua a diferentes temperaturas, de la siguiente manera (en cada caso, se pide al alumno que prediga la temperatura de la mezcla resultante y que la verifique experimentalmente):

- Una parte de agua a baja temperatura con una parte a alta temperatura.
- Una parte de agua a baja temperatura con dos partes a alta temperatura.
- Dos partes de agua a baja temperatura con una parte a alta temperatura.

Esta práctica sirve como punto de partida para, por medio de una dinámica constructivista, obtener la fórmula  $Q = m \cdot C_e \cdot (T_f - T_i)$ , (explicada a detalle en el Anexo I), de la siguiente forma:

Primeramente, los alumnos deben realizar la parte experimental de la práctica y elaborar su reporte escrito. Después, en clase se analizan las respuestas al cuestionario final de la práctica de manera grupal, para introducir el concepto de capacidad térmica específica y obtener la fórmula escrita arriba (esta parte incluso da pie a hablar del agua como amortiguador térmico, hablando de su importancia para la vida en la Tierra y comparándola con otras sustancias).

Como siguiente paso, se realizan los cálculos utilizando las ecuaciones obtenidas (marco teórico) y sus resultados experimentales, obteniendo un resultado teórico de la temperatura final de cada mezcla obtenida. En esta parte es necesario que el alumno se dé cuenta de que el resultado obtenido en su cálculo no es el mismo que el experimental, debido a las pérdidas de energía que se transfiere al medio ambiente y que absorbe el vaso.

Esta actividad se realiza en dos clases de 50 minutos: una para la parte experimental y la otra para su análisis.

## VIII. ANÁLISIS DE PROBLEMAS.

El hecho de que esta actividad sea la última que se menciona dentro de las estrategias propuestas, no significa que se aplique al final de las demás. De hecho, el análisis de problemas se hace durante todas las etapas del desarrollo del tema, ya sea junto con ellas o de manera intercalada.

Dentro de esta parte, los alumnos dan respuesta al cuestionario de detección de ideas previas que contestaron al principio. Es muy importante que al contestarlo de manera grupal cada alumno se haga consciente de sus preconcepciones y las contraste con las respuestas que se van obteniendo y del cambio conceptual que van presentando – si es que lo hay - una vez que conocen los conceptos tratados desde el punto de vista científico.

También se dan respuesta a los problemas incluidos en el Anexo V, ya sea en su totalidad o una parte de ellos, de acuerdo a las necesidades de cada grupo de alumnos, con el objeto de reafirmar el aprendizaje de los conceptos estudiados. De hecho, es en esta serie de actividades donde la regulación de los aprendizajes juega un papel protagónico.

Es necesario mencionar que los problemas del Anexo V, aunque fueron tomados de la bibliografía que se especifica en cada parte, tienen modificaciones:

- a) en su simbología, con la finalidad de conservar una uniformidad con la presentada a los alumnos (ver marco teórico), y
- b) en su lenguaje, de tal manera que se utilice un lenguaje común para los alumnos, tomando en cuenta que varios problemas fueron escritos en España (por ejemplo, el término *heladera* fue sustituido por *refrigerador*).

El tiempo necesario para esta actividad fue diferente para los dos grupos en que se aplicó. Debe recordarse que los tiempos dependen siempre del grupo de que se trate y del avance que el profesor observe en él.

## RESULTADOS DE LAS ESTRATEGIAS.

### I. APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al aplicar el cuestionario de ideas previas al primer grupo (integrado por 24 estudiantes de 4° grado de preparatoria) al inicio de la unidad 3: *Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas*. Se incluye tanto el número de alumnos que respondieron cada opción, como el porcentaje a que corresponden. Las respuestas correctas para cada pregunta tienen un asterisco al inicio para su fácil identificación.

No	Opción	Alum-nos	% alum-nos	
1	a	El metal está más frío porque los metales son más fríos que otros materiales como la madera.	0	0
	b	<i>* Ambos están a la misma temperatura pero el metal se siente más frío porque hay una mayor transferencia de calor de la mano al metal que de la mano a la madera en el mismo tiempo.</i>	15	62.5
	c	El de metal está más frío porque los metales son buenos conductores de calor, y transfieren más calor que la madera.	7	29.2
	d	Están a la misma temperatura pero los objetos de metal tienen menos calor que los de madera.	2	8.3
2	a	Es una medida de la temperatura de los objetos.	1	4.2
	b	Es la energía que contienen los sistemas calientes en mayor cantidad y los sistemas fríos en menor cantidad.	1	4.2
	c	<i>* Es la energía que se transfiere entre dos cuerpos que están a temperaturas distintas.</i>	17	70.8
	d	Es una propiedad de los cuerpos capaz de aumentar su temperatura.	5	20.8
3	a	Es la energía cinética de las moléculas de un sistema.	4	16.7
	b	Es una medida del calor que contiene un cuerpo.	11	45.8
	c	Es el estado de un sistema que indica el grado de calor que se le ha transferido. Normalmente, los materiales conductores se encuentran a una mayor temperatura que los aislantes.	3	12.5
	d	<i>* Es la propiedad de un sistema asociada a los movimientos aleatorios de las moléculas de una sustancia.</i>	6	25
4	a	La de madera.	1	4.2
	b	<i>* La de metal.</i>	21	87.5
	c	Las dos se calientan igual.	2	8.3
	d	No se dan suficientes datos.	0	0
5	a	<i>* Un trozo de lana.</i>	4	16.7
	b	Papel aluminio.	20	83.3
6	a	<i>* Un trozo de lana.</i>	9	37.5
	b	Papel aluminio.	15	62.5
7	a	<i>* <math>T_I=80^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{II}=50^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{III}=60^{\circ}\text{C}</math>, <math>T_{IV}=40^{\circ}\text{C}</math>.</i>	3	12.5
	b	$T_I=160^{\circ}\text{C}$ , $T_{II}=100^{\circ}\text{C}$ , $T_{III}=100^{\circ}\text{C}$ , $T_{IV}=100^{\circ}\text{C}$ .	4	16.7
	c	$T_I=80^{\circ}\text{C}$ , $T_{II}=60^{\circ}\text{C}$ , $T_{III}=60^{\circ}\text{C}$ , $T_{IV}=60^{\circ}\text{C}$ .	17	70.8
	d	$T_I=80^{\circ}\text{C}$ , $T_{II}=60^{\circ}\text{C}$ , $T_{III}=70^{\circ}\text{C}$ , $T_{IV}=30^{\circ}\text{C}$ .	0	0

Como ya se dijo antes, para el segundo grupo (que fue integrado por 18 estudiantes), varias preguntas de las anteriores se les presentaron como preguntas abiertas. De principio puedo decir que los resultados fueron más difíciles de interpretar que con el cuestionario de opción múltiple, pero al mismo tiempo fueron más enriquecedores, pues se tiene la certeza de tener lo que los alumnos realmente creen y aplican en su vida para dar respuesta a los fenómenos que observan día a día. En este caso las respuestas fueron muy variadas, pero procuraré mostrar toda la gama de respuestas que se dieron, incluyendo las que yo considero más significativas, ya sea por coincidir con las ideas alternativas reportadas en la bibliografía, o por haberse repetido en varios de los cuestionarios de los estudiantes:

No.	Respuestas:
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El metal está más frío porque absorbe más frío o una temperatura más baja.</li> <li>- El metal porque se adapta a la temperatura del lugar y la madera no porque guarda la temperatura en ese clima.</li> <li>- El objeto de metal es más frío puesto que la madera es capaz de encerrar el calor.</li> <li>- El metal está más frío porque es más notable su cambio de temperatura.</li> <li>- El metal porque está a la temperatura del exterior.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El calor es una variación de la temperatura de un líquido o sólido.</li> <li>- Es el movimiento de las partículas para elevar su temperatura.</li> <li>- Es una energía que eleva la temperatura.</li> <li>- Es la capacidad de energía que tiene un cuerpo para subir su temperatura.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La temperatura es la forma de medir el calor o el frío de un líquido o sólido.</li> <li>- Es la manera en que se puede medir el calor, su elevación y variaciones.</li> <li>- Es el estado, calor o frío, en que se encuentra un lugar.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se calienta más rápido la madera, pero el metal absorbe más calor.</li> <li>- La madera porque es más fácil que el calor entre al cuerpo, y el metal tarda en calentarse.</li> <li>- El metal, al estar más juntas sus moléculas, tiende a calentarse más rápido.</li> </ul>

En este segundo grupo, al terminar de contestar el cuestionario, se dio una discusión entre los alumnos con respecto a las preguntas números 5 y 6. Aunque esta actividad no se planeó de esta manera, los dejé interactuar, dándose comentarios que vale la pena reportar:

Algún alumno comentó: "La lana sirve para mantener el calor y el aluminio sirve para mantener el frío", a lo que contestó otro: "No, estás mal, el aluminio sirve para mantener el frío y el calor". Otra alumna dijo: "Yo creo que el aluminio tiende a guardar el calor y la lana puede guardar el frío o el calor".

La primera pregunta arrojó resultados muy diferentes para los dos grupos, pues en el primer grupo hubo algunos alumnos que creyeron que tanto la madera como el metal estaban a la misma temperatura; sin embargo, ningún alumno dio esta respuesta en el segundo grupo.

En general, con los resultados de estas tres preguntas podemos comprobar que los alumnos no están utilizando el concepto de equilibrio térmico, y están asociando la temperatura con la naturaleza de los sistemas en estudio.

Con las respuestas a las preguntas 2 y 3, se observa que los alumnos confunden los conceptos de temperatura y calor, como ya se esperaba de acuerdo a lo reportado por varios autores.

## **II. ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN.**

Ningún alumno de los dos grupos notó el error en el uso del término "calor" en el artículo, pero se despertó el interés en varios de ellos por encontrarlo en cada actividad desarrollada durante las clases.

A pesar de haberse pensado como una actividad de motivación, no sirvió así para todos los alumnos, pues sólo despertó el interés en unos cuantos.

## **III. EXPERIENCIA PRÁCTICA DE TEMPERATURA**

Con esta actividad, se tuvieron dos resultados muy positivos:

- 1) Aumentó el interés sobre el tema para un mayor número de alumnos que con la actividad anterior y
- 2) quedó muy claro para la mayoría de ellos la relatividad de los términos "caliente" y "frío".

Como consecuencia de estos resultados, se observó en ellos un mayor cuidado en el uso de un lenguaje termodinámico, evitando los cotidianos "caliente", "frío", "calentar" y "enfriar", entre otros.

#### IV. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta actividad, aunque fue la más conductista de todas, mantuvo el interés de la mayoría de los integrantes de ambos grupos, sobre todo con la información que se dio relativa a la teoría del calórico y la forma en que el concepto de calor evolucionó con el transcurso del tiempo, así como la introducción del concepto de energía interna, que fue nueva para prácticamente todos los estudiantes.

#### V. USO DE ANALOGÍAS.

Esta actividad fue de las más exitosas, pues varios estudiantes lograron comprender los conceptos de calor y energía interna y explicarlos por medio de analogías que les fueran más significativas. A continuación menciono dos de ellas:

*"El calor es como el sonido: si no se propaga, no existe".*

*"El calor es como el tráfico de automóviles: sólo existe cuando éstos se mueven de un lugar a otro".*

Hubo otra alumna que propuso la siguiente analogía: *"El calor es como el amor: tienen que existir dos personas para que exista"*, a lo que contestó otra de ellas *"Yo no estoy de acuerdo con tu comparación, porque una persona puede amarse a sí misma"*. Este ejemplo ejemplifica el grado de análisis que los alumnos tuvieron, y comprueba que los conceptos involucrados les quedaron más claros que con el uso exclusivo de las definiciones.

#### VI. EXPERIENCIA DE CÁTEDRA

El uso de esta actividad después de las dos anteriores fue clave en los resultados que arrojó, pues varios alumnos pudieron aplicar los conceptos a este caso concreto, aunque muchos de ellos no lo lograron o entraron en confusiones tales que no fueron capaces de elegir alguno de los dos materiales.

Sin embargo, el observar el resultado por sí mismos les permitió formular respuestas que fueran más convincentes, sin memorizar *"la que la profesora quiere que diga"*.

## **VII. PRÁCTICA DE LABORATORIO.**

Las actividades prácticas presentadas en este trabajo fueron las que generaron un aprendizaje más significativo en los alumnos. El aprendizaje en esta práctica en especial, además de ser significativo, se apegó más al modelo constructivista, pues a partir de lo que sabía anteriormente y observaba en la práctica, el alumno fue construyendo un modelo que le permitiría predecir la temperatura final de mezclas a diferentes temperaturas, y de interpretar sus resultados.

Esta construcción del modelo no fue fácil para la mayoría de los alumnos, pues no están acostumbrados a realizar actividades como ésta. Sólo algunos de ellos participaron activamente en ella y se requirió de mucha intervención y guía por parte de la profesora; sin embargo, al final se lograron obtener las ecuaciones deseadas, y para los alumnos cuya participación fue mayor, el análisis de problemas fue más sencillo gracias a ella.

## **VIII. ANÁLISIS DE PROBLEMAS.**

Como dice el dicho, "la práctica hace al maestro", y aunque esta etapa fue la que llevó más tiempo, también fue la que permitió que una mayor cantidad de alumnos aprendiera significativamente el tema. Desgraciadamente, como se verá en la sección de evaluación, este aprendizaje significativo no se dio en todos los alumnos, pues algunos de ellos siguieron utilizando sus ideas alternativas en lugar de los conceptos que se deseaba que aprendieran.

## **PROCESO DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE.**

Como ya se explicó en el marco teórico de la didáctica de este tema, la evaluación es un proceso muy complejo en el que deben tener participación activa los alumnos, no únicamente los profesores. Es por eso que durante el transcurso de todas las estrategias propuestas, los alumnos participan en la evaluación del conocimiento que van adquiriendo, ya sea de forma oral al final de cada clase, mediante la revisión de los problemas y cuestionarios resueltos entre iguales, y mediante las prácticas evaluativas que se incluyen en esta sección.

Puesto que este tema es únicamente una parte de la unidad 3, el proceso de evaluación que propongo es sumativa para esta parte, pero en realidad es una evaluación parcial de la unidad didáctica de que se trata. Incluyo en ella cuatro actividades, cuyo material escrito puede encontrarse en el Anexo VI de este trabajo.

### **1ª PARTE: CUESTIONARIO DE AUTORREGULACIÓN.**

Se propone aplicar el cuestionario de autorregulación del Anexo VI-A a la mitad del estudio del tema, con la finalidad de que tanto el alumno como el maestro se den cuenta del conocimiento real que tiene el alumno. Se debe presentar el cuestionario al alumno sin avisarle previamente, de tal manera que no estudie antes o memorice los conceptos que se le dieron sin estar convencido de ellos.

### **2ª PARTE: EVALUACIÓN PRÁCTICA.**

La segunda parte de la evaluación se debe llevar a cabo en el laboratorio y consiste en resolver el siguiente problema (el formato que se entrega al alumno se incluye en el Anexo VI-B): se proporciona al alumno una determinada cantidad de agua a 65° C aproximadamente y se le pide que agregue el agua necesaria a temperatura ambiente para obtener una mezcla final a una temperatura fija. El alumno deberá hacer su cálculo y realizar la mezcla, mostrando a la profesora el cálculo, el volumen y la temperatura final de la mezcla. Se procura dar problemas diferentes a los alumnos (dando volúmenes diferentes de agua a temperatura mayor que la ambiente y pidiendo distintas temperaturas finales de

mezcla a cada alumno), de tal manera que la solución a los mismos se desarrolle de manera individual.

En esta parte de la evaluación los alumnos aplican los conceptos estudiados a una situación práctica y deben ser capaces de resolver un problema específico.

### **3ª PARTE: MAPA CONCEPTUAL.**

Se pretende que en esta parte el alumno complete el mapa conceptual del Anexo VI-C, utilizando los conceptos que se dan por separado. En el segundo grupo, se pidió a los alumnos que elaboraran su propio mapa conceptual utilizando los mismos conceptos.

### **4ª PARTE: PRUEBA DE PAPEL Y LÁPIZ.**

Por último, para cerrar el tema, se propone aplicar una prueba de lápiz y papel, incluida en el Anexo VI-D. Los reactivos incluidos en dicha prueba fueron obtenidos o adaptados de diferentes libros (Hecht, 1999), (Máximo y Alvarenga, 2002), (Hewitt, 1999). La mayoría de las preguntas teóricas se plantean como preguntas a desarrollar porque durante todo el estudio del tema se hizo mucho hincapié en los conceptos involucrados de distintas formas: cuestionarios de opción múltiple, discusiones grupales y analogías, entre otros.

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

Al aplicar la propuesta didáctica a los alumnos, se observó que, a pesar de que la mayoría de los alumnos dan una definición correcta de los términos tratados, en el momento de aplicarlos a casos prácticos, es común que algunos de ellos regresen a explicaciones dentro del esquema que manejaban antes de estudiarlo formalmente en este curso. En este caso, los estudiantes manejan esquemas paralelos en los que en algunos casos es aplicable una propiedad, pero en otros prefieren manejar concepciones alternativas. En ocasiones se observó que, aunque modificaban su modo de explicación y los términos que utilizaban en ella, las respuestas que daban a los problemas planteados era la que hubieran escrito antes de haber estudiado el tema. En casos como éstos se aprecia un cierto cambio en las ideas de los jóvenes, pero se siguen dando dificultades en las que este cambio no es suficiente.

Esto no sucede en todos los casos, pues muchos estudiantes llegaron a un cambio conceptual más profundo, aunque algunos de ellos ya manejaban conceptos adecuados antes de estudiar el tema.

Este resultado no debe ser desalentador porque, en otras estrategias reportadas en la literatura, se dan resultados muy parecidos:

"...los materiales diseñados y la metodología de trabajo en el aula no parecen ser suficientes para conseguir el cambio conceptual deseado en la totalidad de los alumnos. Este hecho pone de manifiesto la extraordinaria complejidad del proceso de aprendizaje así como la diversidad de origen de las variables que intervienen y la necesidad de un análisis detallado de las causas por las cuales aparecen conceptos tan difícilmente modificables." (Pérez-Landazábal, 1995).

Aunque en algunos casos prevalecían las preconcepciones de los alumnos, algunas de sus conexiones se debilitaron notablemente, lo que ya evidencia un inicio de aprendizaje real, teniendo en cuenta también que el aprendizaje es un proceso gradual y lento en muchas ocasiones, por lo cual es muy difícil lograrlo en tan sólo unas cuantas horas clase dentro de una materia, sobre todo tratándose de conceptos como el calor que los estudiantes han manejado durante prácticamente toda su vida de una manera diferente a la que se maneja desde el punto de vista científico.

Un resultado notable en los alumnos, fue la conciencia que se creó en ellos de la necesidad del uso de un lenguaje científico y de las diferencias entre el uso de éste con el de las expresiones cotidianas.

Con respecto al programa de estudios, un inconveniente para llevar a cabo esta propuesta didáctica es el tiempo que requiere: aproximadamente se requieren de 10 horas clase para desarrollarla cuando en el plan de estudios de la materia de Física III la unidad completa "interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas" requiere de 32 horas, constituyendo los temas de esta propuesta únicamente el 20% de toda la unidad. Sin embargo, el estudiar los temas de esta manera, resulta ser más atractivo para los estudiantes y logran tener un aprendizaje más significativo, en el cual se deja atrás el aprendizaje memorístico para pasar a la comprensión de conceptos y su aplicación a problemas que ellos encuentran en la vida cotidiana, analizando los fenómenos que observan día con día desde una perspectiva científica y utilizando términos que ellos mismos puede comprender y explicar con sus propias palabras.

La actividad de motivación fue muy útil dentro de esta propuesta, pues los alumnos fueron capaces de observar que el periodista que escribió el artículo no sabía en realidad lo que era el calor y estaba utilizando el concepto de manera incorrecta, mientras que los encargados de la parte publicitaria de la compañía de pizzas se aseguraron de tener una buena asesoría técnica en el aspecto de utilizar los términos adecuadamente. Así, los alumnos pudieron darse cuenta de que sin importar la carrera que ellos piensen estudiar, es importante conocer un poco de ciencias, pues en cualquier momento pueden utilizarse conceptos como los que se estudiaron en esta unidad didáctica.

Es importante llevar a cabo actividades en las que los alumnos hagan, más que observen lo que el profesor hace, pues en la medida en que el aprendizaje se haga más vivencial, será también más significativo e interesante para ellos.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ ARTIGAS, I. M. (1991), *El concepto de calor en la historia de la química*, Trabajo monográfico de actualización, Facultad de Química, México, pp. 25-57.
- ✓ BALLESTER, M. et al (2000), *Evaluación como ayuda al aprendizaje*, Claves Para la Innovación Educativa, Editorial Laboratorio Educativo, España, pp. 73-78, 103-110.
- ✓ DÍAZ BARRIGA, F. Y HERNÁNDEZ (1993), *Estrategias de enseñanza para la promoción del aprendizaje significativo: una perspectiva constructivista*, Mc.Graw-Hill, México.
- ✓ DOMÍNGUEZ, J. M. Et al (1998). "Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal", *Enseñanza de las Ciencias*, **16**, [3], 461-475.
- ✓ DRIVER, R., E. GUESNE Y A. TIBERGHEN (1992), *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Ediciones Morata y Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp.89-136.
- ✓ FRAILE, J.J. Et al (1997). "Estudio experimental de procesos de calentamiento y enfriamiento. Resultados e implicaciones didácticas.", *Enseñanza de las Ciencias*, **15**, [3], 329-342.
- ✓ GALLEGOS, L., F. FLORES Y S. VALDÉZ. (2004). "Transformación de la Enseñanza de la Ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los cursos nacionales de actualización.", *Perfiles Educativos*, **XXVI**, [103], 7-37.
- ✓ GARCÍA COLÍN, L. (1997), *De la máquina de vapor al cero absoluto (calor y entropía)*, FCE, México.
- ✓ HECHT, E. (1999), *Física: Álgebra y trigonometría 1*, Internacional Thomson Editores, México, pp. 470-486.
- ✓ HEWITT, P. G. (1999), *Física conceptual*, Pearson, México, pp. 308-332, 341-355.
- ✓ HIERREZUELO, J. Y E. MOLINA (1990), "Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato.", *Enseñanza de las Ciencias*, **8**, [1], 23-30.
- ✓ HIERREZUELO, J. Y A. MORENO (1988), *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*, Laia y Ministerio de Educación y Ciencia, Barcelona, pp. 117-133.
- ✓ MARTÍN M.A., M.A. GÓMEZ Y M.S. GUTIÉRREZ (2000), *La física y la química en Secundaria*, Narcea, Madrid, pp. 112-122, 148-153.
- ✓ MARTÍNEZ, J.M. Y B.A. PÉREZ (1997), "Estudio de las propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica", *Enseñanza de las Ciencias*, **15**, [3], 287-300.

- ✓ MAXIMO A Y B. ALVARENGA (2002), *Física General con experimentos sencillos*, Oxford University Press, México, pp. 443-458, 513-534.
- ✓ MICHINEL MACHADO, J.L. Y D. MARTÍNEZ (1994), "El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje", *Enseñanza de las Ciencias*, **12**, [3], 369-380.
- ✓ NOVAK, J.D. (1988). *Aprendiendo a aprender*, tr. de Campanario, Barcelona, Martínez Roca.
- ✓ ONTORIS, P. A. Y R. A. MOLINA (1995), *Los mapas conceptuales y su aplicación en el aula*, Ed. Magisterio del Río de la Plata, Buenos Aires.
- ✓ PÉREZ A. (2001), *Propuesta de un manual de prácticas de termodinámica*, Tesis ENEP Aragón, UNAM, pp. 88-97.
- ✓ PÉREZ H. (1992), *Física general*, Publicaciones Cultural, México, pp. 323-325.
- ✓ PÉREZ-LANDEZÁBAL, M. C. Et al (1995), "La energía como núcleo en el diseño curricular de la física", *Enseñanza de las Ciencias*, **13**, [1], 55-65.
- ✓ ROBINSON P. Y P. G. HEWITT (1998), *Manual de laboratorio de Física*, Addison Wesley Longman, México, pp. 167-220.
- ✓ SANMARTÍ, N. (2002), *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*, Síntesis, Madrid, pp. 117, 140, 164-166, 219-220, 278-280.
- ✓ SPENCER J. N., G. M. BODNER Y L. H. RICKARD (2000), *Química. Estructura y dinámica*, CECSA, México, pp. 246-248, 258-261, 299-300.
- ✓ YEO, S. Y MARJAN Z. (2001), "Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding", *The Physics Teacher*, **39**, 496-504.

## PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS.

[www.dominos.com.mx](http://www.dominos.com.mx)

<http://webserver.lemoyne.edu/faculty/hiunta/blackheat.html>

[www.yahoo.com.mx/noticias](http://www.yahoo.com.mx/noticias)

## ANEXOS.

### ANEXO I. MARCO TEÓRICO DE LA DISCIPLINA

Existen muchos usos diferentes para los términos que se tratan en este trabajo, sobre todo para el de calor. Por ello es importante como primer anexo, escribir la definición formal de ellos y de todos los conceptos que se utilicen durante el desarrollo del tema.

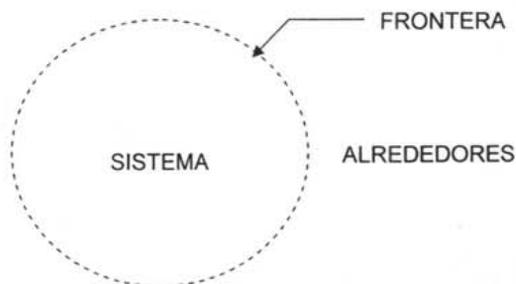
Cuando hablamos de calor, temperatura y energía interna, es inevitable el hablar del concepto de *energía* y la forma en que ésta debe ser presentado a los alumnos. Hay dos posturas principales sobre cómo introducir el concepto:

En la primera se propone definir la energía como la capacidad de un sistema para realizar trabajo. Esta definición ha sido rebatida por diversos autores debido a su contradicción interna, insuficiencia conceptual e inconsistencia física, además de que provoca mucha confusión en los alumnos.

Una segunda postura da una definición de energía más operacional: "La energía es una propiedad o atributo de un sistema en virtud de la cual éste puede transformarse, modificando una situación o estado, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación" (Hierrezuelo y Molina, 1990). Esta última definición es la que está más acorde con el presente trabajo.

### SISTEMA.

Primeramente es necesario delimitar el *sistema* a analizar, que se define como la parte del universo del cual desea conocerse un comportamiento o característica determinada. Dicho de manera más sencilla, el sistema es el objeto de estudio. El sistema está delimitado por una frontera, que no necesariamente es una frontera física, pero que debemos tener siempre presente en el momento del análisis. Lo que se encuentre más allá de la frontera, lo llamaremos los alrededores, y es con lo que el sistema en consideración interactúa intercambiando materia y/o energía. En el siguiente esquema se ilustran estos conceptos:



Por convención, la IUPAC considera que toda la energía que entre al sistema tendrá un valor positivo y toda la energía que salga del mismo tendrá un valor numérico negativo. Esto aplica para cualquier tipo de energía, como el calor y el trabajo.

### TEMPERATURA.

Durante nuestras vivencias diarias, podemos darnos una idea de la temperatura de los sistemas por lo que percibimos a través de nuestros sentidos. Sin embargo, éstos pueden engañarnos, pues nos dicen que un objeto de metal que está dentro del congelador está a menor temperatura que uno de plástico, cuando en realidad ambos se encuentran a la misma temperatura.

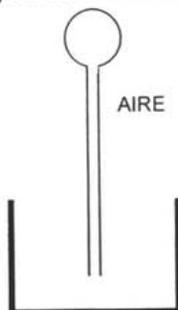
La temperatura es un parámetro que describe un aspecto del estado físico de un sistema, y se asocia con los movimientos aleatorios de las moléculas de una sustancia.

En el caso más sencillo de un gas ideal, la temperatura es proporcional a la energía cinética promedio debida al movimiento de traslación de las moléculas. En el caso de líquidos y sólidos, la situación se complica un poco más; sin embargo, la temperatura sigue teniendo una relación estrecha con la energía cinética promedio del movimiento de traslación de las moléculas.

Así, definiremos a la temperatura como la propiedad de un sistema asociada a los movimientos aleatorios de las moléculas de una sustancia.

El instrumento utilizado para medir la temperatura de un sistema cuantitativamente es el termómetro.

El primer instrumento construido para medir temperaturas de que se tiene noticia es el termoscopio que Galileo construyó en 1592. Dicho instrumento estaba constituido por un bulbo de vidrio conectado a un tubo muy delgado, cuyo extremo abierto se introducía en un recipiente que contenía vino. Antes de introducir el tubo al vino, Galileo calentaba el bulbo, de tal manera que saliera un poco de aire. El aire en el interior del tubo, al disminuir su temperatura, reducía su volumen, por lo que la presión atmosférica obligaba al vino a subir por el tubo. Finalmente, el aparato quedaba construido de la siguiente manera:



Con este aparato se podían comparar las temperaturas de diferentes objetos, únicamente se tenían que colocar en contacto con el bulbo, y entre mayor fuera la temperatura, el nivel de líquido sería menor. Se sabe que los médicos de aquella época los utilizaban para medir la temperatura de sus pacientes y saber si tenían fiebre. Para ello, colocaban el bulbo en la boca de una persona sana y marcaban el nivel. Posteriormente lo colocaban en la boca del enfermo, y si el nivel del vino era menor que el marcado, quería decir que la persona tenía fiebre. Al instrumento elaborado por Galileo no se le puede llamar termómetro, porque no tiene una escala para medir temperaturas. Únicamente permitía comparar entre diversas temperaturas. Es por eso que en la actualidad, a este instrumento se le conoce como *Termoscopio de Galileo*. El termoscopio de Galileo se puede construir utilizando agua en lugar de vino como líquido termométrico. Un inconveniente de este termoscopio es que el nivel del líquido no sólo depende de la temperatura a la que se encuentre el bulbo: puesto que el recipiente en que se introduce el tubo está abierto a la atmósfera, el nivel varía de acuerdo a la presión atmosférica.

Después del termoscopio de Galileo, fueron desarrollándose otros aparatos, pero fueron basados en este primero. Actualmente, la mayoría de los termómetros se construyen de tal manera que puedan detectar las variaciones de temperatura por medio de la dilatación o contracción de sólidos o líquidos, la variación del volumen de un gas o la variación del

color de un sólido muy caliente. El termómetro más común es el de mercurio, en el cual se relaciona la temperatura con la longitud de una columna de este metal líquido en el interior de un tubo capilar de vidrio. Al aumentar la temperatura, el mercurio sufre una dilatación y la longitud de la columna aumenta. De manera análoga, al disminuir su temperatura, el mercurio se contrae y la columna se contrae. A cada longitud de la columna se le puede asignar un valor numérico que corresponda a una temperatura específica.

La temperatura se puede medir principalmente en cuatro escalas diferentes: la primera es la escala Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), que toma como referencia los puntos de fusión ( $0^{\circ}\text{C}$ ) y de ebullición ( $100^{\circ}\text{C}$ ) del agua a nivel del mar. La siguiente es la escala Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), utilizada en el Sistema Inglés de unidades, y para la cual el punto de fusión del agua corresponde a  $32^{\circ}\text{F}$  y el de ebullición corresponde a  $212^{\circ}\text{F}$ . Las otras 2 escalas son la Kelvin (K) y la Rankine (R), que se conocen también como escalas absolutas de temperatura, la primera es usada dentro del Sistema Internacional de Unidades y la segunda dentro del Sistema Inglés.

## CALOR.

El concepto de calor ha cambiado mucho durante toda la historia de la humanidad. Es importante mencionar esto porque las ideas erróneas que los alumnos e incluso algunos profesores manejan, están estrechamente relacionadas con las que se consideraron como ciertas en algún momento de nuestra historia.

La teoría que fue aceptada durante mayor tiempo fue la del calórico, que tuvo su auge durante el siglo XVIII y parte del siglo XIX, según la cual todos los cuerpos contenían una sustancia fluida, invisible y sin masa en su interior llamada calórico (Artigas, 1991).

Entre mayor fuera la temperatura de un cuerpo, mayor sería también la cantidad de calórico que contenía. Las partículas de calórico se repelían entre sí y eran atraídas por las moléculas de materia. Además, se consideraba que la cantidad total de calórico se mantenía constante. Esta teoría fue aceptada durante un periodo tan prolongado porque era capaz de explicar una gran diversidad de fenómenos observados durante la vida cotidiana. Por ejemplo, explicaba el hecho de que cuando dos cuerpos a distintas temperaturas entran en contacto, el de mayor temperatura la disminuye y el de menor temperatura la aumenta hasta que ambos llegan a tener la misma temperatura. La explicación de este fenómeno de acuerdo a esta teoría es que, al ponerse en contacto, una cierta cantidad de calórico se

transmitía del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, hasta el momento en que ambas temperaturas se igualaban. Era hasta este momento cuando el flujo de calórico cesaba y se alcanzaba el equilibrio térmico.

Posteriormente, en el siglo XIX comenzaron a tenerse dudas de la veracidad de esta teoría, pues comenzaban a encontrarse algunas contradicciones. En 1798, Benjamín Thomson se dio cuenta del gran aumento de temperatura en los cañones mientras se taladraban con el objeto de abastecer el arsenal de Munich. Entonces mandó sumergir en agua un cañón sin taladrar, y hacerlo girar contra una broca mellada. La temperatura subió gradualmente hasta que el agua llegó a su punto de ebullición. El hecho de que se pudiera generar una cantidad indefinida de "calórico" por rozamiento, contradecía el principio que afirmaba que la cantidad total de calórico se mantenía constante. Tampoco podía tratarse de una sustancia, como intentaba explicar la teoría del calórico.

La teoría del calórico todavía persiste en algunos textos actuales. En uno de ellos (Pérez H. 1992) se define al calor de la siguiente manera: "El calor de una sustancia es la suma de las energías cinéticas de todas las moléculas". Como se puede ver, en esta definición se da como un hecho que el calor está contenido dentro de los cuerpos.

Actualmente, el calor se define como la energía en tránsito entre dos sistemas a diferentes temperaturas. Al entrar en contacto térmico, el calor siempre fluye del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura. Es importante hacer la aclaración de que el calor no puede estar contenido dentro de los cuerpos: únicamente se le denomina calor en el momento en que está transfiriéndose de un sistema a otro (Fraile, 1997). Para hacer cálculos cuantitativos, el calor transferido entre dos cuerpos se denotará con el símbolo  $Q$ .

Sin embargo, esta definición no es aceptada por toda la comunidad científica en la actualidad: en algunas fuentes se dice que el calor no es una forma de energía, sino que, al igual que el trabajo, es una forma de transferir energía, definición que se contrapone con la que ya se dio anteriormente:

"Se evidencia una permanente confusión entre forma de energía y forma de intercambio o transferencia de la energía. La siguiente analogía puede aclararnos aún más el problema: una mercancía puede ser transportada de un sitio a otro por medio de un automóvil, un avión, un animal de carga, etc.; es erróneo afirmar que los medios de transporte (el trabajo o el calor) utilizados son la mercancía (energía). Así mismo, ni el calor

ni el trabajo son energía aunque tengan las mismas unidades de ella" (Michinel Machado y Martínez, 1994).

Incluso se ha propuesto desaparecer el término calor dentro del lenguaje científico, y únicamente conservar el de energía, para evitar las confusiones y el uso incorrecto del término. Sin embargo, si esta propuesta se aceptara ¿cómo podrían identificarse las diferentes formas de energía?

En este trabajo, y con fines didácticos, se toma la definición del calor como la energía en tránsito entre dos sistemas como consecuencia de una diferencia de temperaturas. Al considerar que el calor es energía, las unidades en que se mide cuantitativamente el calor deben ser de energía. En el sistema internacional de unidades (SI), esta unidad es el Joule, aunque también es muy común el uso de la caloría, una unidad para medir calor que viene de la teoría del calórico. Una caloría se define como la cantidad de calor que debe transmitirse a 1g de agua para elevar su temperatura en 1°C. La equivalencia entre calorías y Joules es la siguiente:

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

### ENERGÍA INTERNA.

Ya hemos dicho que el calor es energía en tránsito de un sistema a otro, y que a la energía que contiene un cuerpo no se le puede denominar así. Pero entonces ¿cómo se le llama a la energía que contiene un sistema? aquí es importante introducir un nuevo concepto: la energía interna, que se define como la suma de todas las energías de las moléculas y átomos que conforman el sistema en estudio, tanto las cinéticas como las de rotación y las potenciales. A diferencia de la temperatura, la energía interna es una magnitud extensiva, es decir, depende de la cantidad de materia que se esté considerando. Sin embargo, ambas son parámetros que definen el estado de un sistema. La energía interna se denota con el símbolo U.

## CAPACIDAD TÉRMICA Y CAPACIDAD TÉRMICA ESPECÍFICA.

La experiencia nos dice que al transferirle calor a diferentes sistemas, no se comportan de la misma manera: unos aumentarán más su temperatura que otros. También sabemos que si transferimos la misma cantidad de calor a dos sistemas hechos de la misma sustancia, pero uno con mayor cantidad de materia que el otro, el primero tendrá un menor aumento en su temperatura que el segundo (Máximo y Alvarenga, 2002).

Entonces, se sabe que la relación entre el calor que fluye entre dos sistemas y el cambio de temperatura que ambos sufren, depende tanto de la cantidad de materia que tenga cada uno de los sistemas, como del tipo de material que los conforma.

Teniendo esta información como antecedente, definimos la capacidad térmica de un sistema –también llamada *capacidad calorífica*– como la cantidad de calor que se le debe transmitir para aumentar su temperatura en 1°C. La capacidad térmica o capacidad calorífica se representa con una C (mayúscula):

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\text{Siendo } \Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$$

Sin embargo, para el estudio de los fenómenos térmicos, esta propiedad resulta ser muy poco práctica, pues varía de un sistema a otro, aún tratándose de sistemas constituidos por la misma sustancia, pues la capacidad térmica del de mayor masa es mayor que la del de masa menor. Se requiere de una propiedad que sea constante para cada tipo de material, y se encontró que la relación entre la capacidad térmica de un sistema y su masa se mantiene constante (a temperatura constante) para sistemas constituidos por la misma sustancia:

$$\frac{C_1}{m_1} = \frac{C_2}{m_2} = \frac{C_3}{m_3} = \text{constante} \quad (\text{a } T=\text{cte})$$

A esta relación se le denomina *capacidad térmica específica* –también encontrada en varios libros como *calor específico*–, y es una cantidad constante<sup>1</sup>, que varía de un material a otro. Se representa como c:

---

<sup>1</sup> En realidad se sabe que la capacidad térmica específica es constante para un material sólo en ciertos intervalos de temperatura, pero a nivel de preparatoria no es necesario realizar cálculos con diferencias demasiado grandes de temperatura, por lo que pueden utilizarse valores constantes de  $C_e$  para las temperaturas más comunes.

$$c = \frac{C}{m}$$

En el Sistema Internacional, la unidad de la capacidad térmica específica o calor específico es la siguiente:  $\frac{J}{kg \cdot K}$ .

Sustituyendo el valor de C en la ecuación de c y despejando Q, se obtiene:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

Esta ecuación de cálculo de calor es la que se utilizará para analizar diversos fenómenos térmicos cualitativa y/o cuantitativamente.

### BALANCES DE ENERGÍA.

Cuando dos sistemas a diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, habrá una transferencia de energía en forma de calor del de mayor temperatura al de menor temperatura, hasta llegar a un equilibrio térmico.

Si durante este proceso no hay intercambio de energía con los alrededores, todo el calor que transfiera el sistema de mayor temperatura (A) será recibido por el de menor temperatura (B), de tal manera que se aplica la Ley de Conservación de la Energía, de la siguiente forma:

$$Q_A + Q_B = 0$$

Sustituyendo el valor de  $Q_A$  y  $Q_B$ :

$$m_A \cdot c_A \cdot (T_f - T_{iA}) + m_B \cdot c_B \cdot (T_f - T_{iB}) = 0$$

donde:

$m_A$  es la masa del sistema A

$m_B$  es la masa del sistema B

$c_A$  es la capacidad térmica específica del sistema A

$c_B$  es la capacidad térmica específica del sistema B

$T_{iA}$  es la temperatura inicial del sistema A

$T_{iB}$  es la temperatura inicial del sistema B, y

$T_f$  es la temperatura de equilibrio

Si se desea conocer la temperatura de equilibrio, es necesario despejar el valor de  $T_f$  de esta última ecuación, obteniéndose lo siguiente:

$$T_f = \frac{m_A \cdot c_A \cdot T_{iA} + m_B \cdot c_B \cdot T_{iB}}{m_A \cdot c_A + m_B \cdot c_B}$$

### ANÁLISIS DE FENÓMENOS TÉRMICOS.

Para analizar cualquier fenómeno térmico, se deben seguir los siguientes pasos (Hierrezuelo y Moreno, 1988):

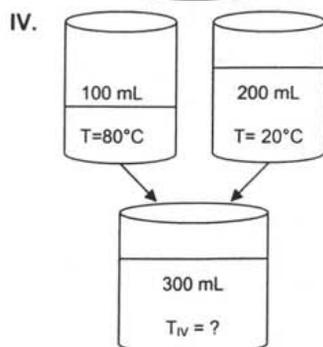
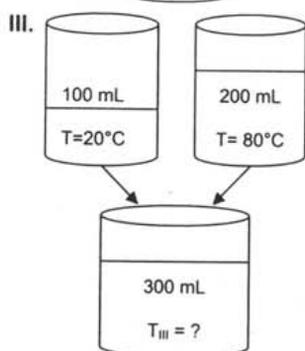
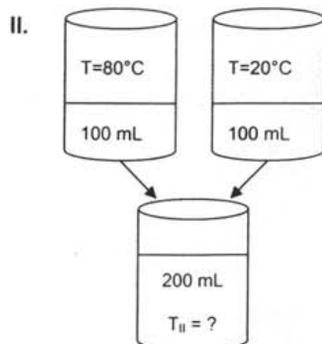
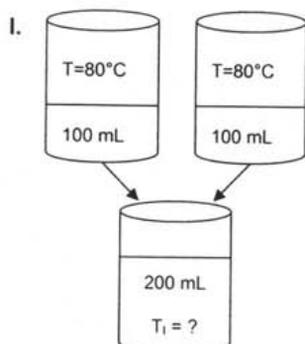
- 1) Identificar los sistemas que interaccionan.
- 2) Determinar la propiedad *temperatura* de cada sistema.
- 3) Comparar la temperatura de los sistemas interaccionantes, recordando que el calor siempre se propaga de los sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura.
- 4) Diferenciar a los materiales conductores de los aislantes, en cuanto a la velocidad con la que propagan el calor, es decir, un material aislante hará que los sistemas que interactúan tarden más tiempo en igualar sus temperaturas. Dicho en otras palabras, ese material aislante sirve mantener la temperatura (alta o baja) del sistema.

## ANEXO II. CUESTIONARIO INTRODUCTORIO

INSTRUCCIONES: Lee cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y subraya la opción que consideres correcta.

1. Cuando tocas un objeto de metal y uno de madera de la misma habitación en un día de invierno, ¿sientes alguna diferencia de temperatura? ¿Por qué sucede esto?
  - a) El metal está más frío porque los metales son más fríos que otros materiales como la madera.
  - b) Ambos están a la misma temperatura pero el metal se siente más frío porque hay una mayor transferencia de calor de la mano al metal que de la mano a la madera en el mismo tiempo.
  - c) El de metal está más frío porque los metales son buenos conductores de calor, y transfieren más calor que la madera.
  - d) Están a la misma temperatura pero los objetos de metal tienen menos calor que los de madera.
2. ¿Qué es calor?
  - a) Es una medida de la temperatura de los objetos.
  - b) Es la energía que contienen los sistemas calientes en mayor cantidad y los sistemas fríos en menor cantidad.
  - c) Es la energía que se transfiere entre dos cuerpos que están a temperaturas distintas.
  - d) Es una propiedad de los cuerpos capaz de aumentar su temperatura.
3. ¿Qué es temperatura?
  - a) Es la energía cinética de las moléculas de un sistema.
  - b) Es una medida del calor que contiene un cuerpo.
  - c) Es el estado de un sistema que indica el grado de calor que se le ha transferido. Normalmente, los materiales conductores se encuentran a una mayor temperatura que los aislantes.
  - d) Es la propiedad de un sistema asociada a los movimientos aleatorios de las moléculas de una sustancia.
4. Si calientas una barra metálica y una barra de madera en la misma fuente de calor (sin llegar a quemarlas), ¿cuál se calienta más fácilmente?
  - a) La de madera.
  - b) La de metal.
  - c) Las dos se calientan igual.
  - d) No se dan suficientes datos.
5. ¿Cuál sería el material más adecuado para envolver una bola de acero a alta temperatura con el fin de mantenerla así durante el mayor tiempo posible?
  - a) Un trozo de lana.
  - b) Papel aluminio.
6. ¿Cuál sería el material más adecuado para envolver una bola de acero a baja temperatura con el fin de mantenerla así durante el mayor tiempo posible?
  - a) Un trozo de lana.
  - b) Papel aluminio.

7. Al realizar las siguientes mezclas de agua, ¿cuál será la temperatura de la mezcla resultante, suponiendo que no hay pérdidas de energía hacia el ambiente?



- a)  $T_I = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_{II} = 50^\circ\text{C}$ ,  $T_{III} = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_{IV} = 40^\circ\text{C}$ .  
 b)  $T_I = 160^\circ\text{C}$ ,  $T_{II} = 100^\circ\text{C}$ ,  $T_{III} = 100^\circ\text{C}$ ,  $T_{IV} = 100^\circ\text{C}$ .  
 c)  $T_I = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_{II} = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_{III} = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_{IV} = 60^\circ\text{C}$ .  
 d)  $T_I = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_{II} = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_{III} = 70^\circ\text{C}$ ,  $T_{IV} = 30^\circ\text{C}$ .

**Yahoo! Noticias - Negocios**

jueves 27 de febrero, 11:14 AM

**LANZA DOMINO'S TECNOLOGIA "HEAT WAVE" PARA  
MANTENER CALOR DE PIZZAS**

México 27 Feb (Notimex).- Con una inversión de 20 millones de pesos, Domino's Pizza introduce el concepto "Heat Wave", un desarrollo tecnológico aplicado a las bolsas para transportar las pizzas que permitirá conservar la temperatura del producto, informó el director Corporativo de Mercadotecnia, Francisco Rodríguez Lara.

Explicó que la tecnología conocida como "Cook Tek" es un sistema aplicado a las bolsas que trabaja por inducción y utiliza energía electromagnética que calienta un pelet-plato, utensilio magnético que permite que distintas moléculas se muevan a gran velocidad, generando un calor que se distribuye en toda la bolsa térmica.

Durante la presentación del concepto ante proveedores y medios de comunicación, Rodríguez Lara informó que con las nuevas bolsas térmicas se logra una temperatura máxima de 200 grados Fahrenheit y se mantiene la pizza a 170 grados durante 45 minutos "es entregada como recién salida del horno hasta la puerta del cliente", apuntó.

En entrevista con Notimex, el directivo precisó que en México existen 470 sucursales y en promedio cada sucursal cuenta ya con 25 bolsas térmicas y otro de los cambios es la calidad de la caja de cartón que permite conservar también la temperatura de la pizza.

Reconoció que estas acciones significan un aumento en los costos de producción que, de acuerdo con el directivo, será compensado por una mayor demanda.

Rodríguez Lara estimó que las ventas de pizzas Domino's aumenten cerca de siete por ciento a partir de la aplicación de esta tecnología.

Con respecto a los resultados correspondientes al cuarto trimestre del año, manifestó que normalmente es benéfico para el sector de las pizzas, sin embargo el año pasado fue particularmente difícil, por lo que no obtuvieron crecimiento.

Como estrategia de introducción de "Heat Wave" al mercado las pizzas grandes de Domino's tendrá un precio de 99 pesos, y la campaña comercial tendrá una duración aproximada de 16 semanas, sin embargo a decir del director de mercadotecnia, se espera que este concepto llegue a ser conocido por los clientes, tal y como sucede con el tiempo de entrega de 30 minutos.

Domino's Pizza México es subsidiaria de Grupo Alsea (Clave BMV:ALSEA), tiene presencia en toda la República Mexicana en más de 120 ciudades del país con 470 sucursales. Conformar la franquicia más importante de Domino's Pizza fuera de Estados Unidos.

El director de la Franquicia Maestra, Juan Zamora Guzmán, refirió a Notimex que

desde hace cuatro años ya no se venden franquicias, "ya no nos interesa tener nuevos franquiciatarios, a los actuales queremos darles la oportunidad de crecer y que las oportunidades de desarrollo sean para el corporativo y para los franquiciatarios".

Zamora Guzmán abundó que durante 2002 abrieron 43 tiendas, un crecimiento de 105 por ciento comparado con 2001, cuando se pusieron en operación 20 establecimientos.

Copyright © 2003 Notimex S.A. de C.V. Todos los derechos reservados.

Copyright © 2003 Yahoo! Inc. Todos los derechos reservados.

[Políticas de privacidad](#) - [Términos del servicio](#) - [Sobre Yahoo!](#) - [Ayuda](#)

En la página de Domino's Pizza México, se encuentra la promoción de la siguiente manera

Domino's Pizza HEATWAVE. Más caliente, más sabor.

La pizza nunca volverá a saber igual.

Conoce más acerca de HEATWAVE:

- ✓ El sistema exclusivo de HEATWAVE, mantiene el interior de la bolsa a más de 200°F.
  - ✓ El delicioso sabor de la pizza Domino's sale del horno...
  - ✓ ...y es puesta de inmediato dentro de la bolsa HEATWAVE, para que llegue a ti calentita y deliciosa.
  - ✓ ¿Qué es HEATWAVE? Es una nueva tecnología de punta exclusiva de Domino's Pizza que hace que nuestras pizzas lleguen más calientes y con el mejor sabor.
- ¿Es igual a lo que usa su competencia? No. Nosotros usamos una tecnología más avanzada, que permite mantener nuestra pizza a una mayor temperatura y ofrecerle el mejor sabor.
- ¿A qué temperatura llega la pizza a mi casa? Como recién salida del horno.

PUBLICIDAD DE "DOMINO'S PIZZA", HEAT WAVE.



**MAS CALIENTE  
MAS SABOR**  
conoce más acerca de heatwave ▶  
**PROMOCIÓN HEATWAVE** ▶

LA PIZZA JUNCA VOLVERÁ A SABER IGUAL

**SEGURO ME LLEGA**

GRATIS  
30  
MINUTOS

CONFIANZA • CERCANIA • COMODIDAD

**01 800 552 27**  
Menú Completo. No es Largo Distancia



El sistema exclusivo de  
HEATWAVE, mantiene  
el interior de la bolsa a  
más de 200° F. ▶

**SEGURO ME LLEGA**

GRATIS  
30  
MINUTOS

CONFIANZA • CERCANIA • COMODIDAD

**01 800 552 27**  
Menú Completo. No es Largo Distancia



El delicioso sabor de la pizza Domino's sale del horno...



SEGURO ME LLEGA



CONFIANZA • CERCANIA • COMODIDAD

01 800 552 2345

Menú Completo. No es Largo Distancia



...y es puesta de inmediato dentro de la bolsa HEATWAVE, para que llegue a ti calentita y deliciosa



SEGURO ME LLEGA



CONFIANZA • CERCANIA • COMODIDAD

01 800 552 2345

Menú Completo. No es Largo Distancia



Para mayor información comunícate al 018005606060 ó al 52417000

### ¿QUE ES HEATWAVE?

Es una nueva tecnología de punta exclusiva de Domino's Pizza que hace que nuestras pizzas lleguen más calientes y con el mejor sabor.

¿Es igual a lo que usa su competencia?

No. Mientras usamos una tecnología más avanzada, que permite cocinar nuestra pizza a una mayor temperatura y ofrecerle el mejor sabor.

¿A qué temperatura llega la pizza a mi casa?  
Como recién salida del horno.



**SEGURO ME LLEGA**



CONFIANZA • CERCANIA • COMODIDAD

**01 800 552 27**

Miércoles Completo. No es Largo Día

## ANEXO IV. PRÁCTICA: MEZCLAS A DIFERENTES TEMPERATURAS, DE ROBINSON Y HEWITT.

### PROPÓSITO

Predecir la temperatura final de diferentes mezclas de agua a diferentes temperaturas.

### INTRODUCCIÓN

Por tu experiencia, sabes que si mezclas una cubeta de agua a temperatura ambiente con una cubeta de agua hirviendo, la temperatura de la mezcla tendrá un valor intermedio entre las dos temperaturas iniciales. ¿Qué información necesitas para predecir la temperatura final?

En esta práctica vas a investigar qué factores intervienen en los cambios de temperatura.

Imagina un vaso de agua a 60 °C y una cubeta de agua a temperatura ambiente (unos 20°C). Elige una opción para las siguientes preguntas:

- ¿Cuál está a mayor temperatura: el vaso o la cubeta?                      vaso    cubeta
- ¿Cuál tiene más energía interna?    vaso    cubeta
- Si el vaso y la cubeta estuvieran a la intemperie en un día de invierno, ¿cuál tardaría más en cambiar su temperatura 10 °C?    vaso    cubeta
- Si introdujeras la misma cantidad de hierro al rojo vivo en el vaso y en la cubeta, ¿cuál sufriría un cambio mayor de temperatura?    vaso    cubeta

### MATERIAL

Cada equipo de trabajo necesitará:

- 3 vasos de unicel
- 1 plumón o marcador
- 1 vaso de precipitados de 1L
- 1 termómetro
- 1 recipiente con agua a temperatura ambiente.
- 1 recipiente con agua a alta temperatura (a punto de hervir).

## DESARROLLO

### 1ª parte:

1. Llena  $\frac{3}{4}$  partes de un vaso con agua a temperatura ambiente.
2. Marca el nivel de agua en la parte interior del vaso.
3. Vacía el agua del vaso en un segundo vaso. Nuevamente marca el nivel de agua.
4. Repite el procedimiento con un tercer vaso.
5. Llena el primer vaso hasta la marca con agua a alta temperatura. Mide y anota la temperatura de ambos vasos de agua:

Temperatura del agua a temperatura ambiente:	
Temperatura del agua a mayor temperatura:	

6. ¿Cuál será la temperatura final si mezclas los dos vasos de agua en el recipiente de 1L?

Predicción: \_\_\_\_\_.

7. Vacía los dos vasos de agua en el recipiente de 1L, agita la mezcla. Después mide su temperatura.

Temperatura real de la mezcla: \_\_\_\_\_

### 2ª parte:

1. Llena un vaso hasta su marca con agua a temperatura ambiente.
2. Llena los otros dos vasos hasta sus marcas con agua a alta temperatura. Mide y anota las lecturas de sus temperaturas:

Temperatura del agua a temperatura ambiente	
Temperatura del agua a mayor temperatura (vaso 1):	
Temperatura del agua a mayor temperatura (vaso 2):	

3. ¿Cuál será la temperatura final cuando mezcles los tres vasos de agua en un recipiente?

Predicción: \_\_\_\_\_.

4. Vacía los tres vasos de agua en el recipiente de 1L y agita la mezcla. Mide su temperatura.

Temperatura real de la mezcla: \_\_\_\_\_

### 3ª parte:

1. Llena un vaso hasta su marca con agua a alta temperatura.
2. Llena los otros dos vasos hasta sus marcas con agua a temperatura ambiente.

Mide y anota sus temperaturas:

Temperatura del agua a alta temperatura:	
Temperatura del agua a temperatura ambiente (vaso 1):	
Temperatura del agua a temperatura ambiente (vaso 2):	

3. ¿Cuál será la temperatura final cuando mezcles los tres vasos de agua en un recipiente?

Predicción: \_\_\_\_\_

4. Mezcla los tres vasos de agua y agita la mezcla. Mide y anota su temperatura:

Temperatura real de la mezcla: \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO

- En la 1ª parte, si hubo diferencia entre tu predicción de la temperatura de la mezcla y tu observación, ¿qué pudo haberla causado?
- En la 2ª parte, ¿cuál de las muestras de agua (a alta temperatura o a baja temperatura) cambió más cuando se volvió parte de la mezcla? ¿por qué?
- En la 3ª parte, ¿cuál de las muestras de agua (a alta temperatura o a baja temperatura) cambió más cuando se volvió parte de la mezcla? ¿por qué?
- ¿De qué depende la temperatura final de una mezcla de un mismo líquido a dos temperaturas distintas?
- Si realizaras mezclas de diferentes sustancias a diferentes temperaturas, ¿obtendrías las mismas temperaturas finales? Da un ejemplo
- ¿De qué depende la temperatura final de una mezcla de sustancias diferentes a diferentes temperaturas?

### CONCLUSIONES

¿Coincidieron tus predicciones con tus resultados? ¿Por qué?

### BIBLIOGRAFÍA

Escribe la bibliografía que utilizaste para elaborar el reporte de esta práctica.

## **ANEXO V. PROBLEMAS Y CUESTIONARIOS RELATIVOS A LOS CONCEPTOS DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA Y A PROCESOS QUE LOS INVOLUCREN.**

Todos los cuestionarios y problemas incluidos en este anexo fueron modificados en su lenguaje, de tal manera que no se tuvieran contradicciones con los principios y definiciones que se manejaron con los alumnos durante el desarrollo de las estrategias didácticas.

### **A. CUESTIONARIO DEL DR. MARCO ANTONIO MOREIRA.**

**INSTRUCCIONES:** Marca con una cruz la respuesta correcta para cada pregunta.

1. Asociamos la presencia de calor:
  - a) A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor.
  - b) Solo a aquellos cuerpos que están "calientes".
  - c) A situaciones en las cuales ocurre, necesariamente, transferencia de energía.
2. Para que se pueda hablar de calor:
  - a) Es suficiente un único sistema (cuerpo).
  - b) Son necesarios, por lo menos, dos sistemas.
  - c) Es suficiente un único sistema, pero éste tiene que estar "caliente".
3. Para que se pueda admitir la existencia de calor debe haber:
  - a) Una diferencia de temperaturas.
  - b) Una diferencia de masas.
  - c) Una diferencia de energías.
4. El calor es:
  - a) Energía cinética de las partículas.
  - b) Energía transmitida solo por medio de una diferencia de temperaturas.
  - c) La energía contenida en un cuerpo.
5. En el interior de una habitación que no haya sido calentada o refrigerada durante varios días:
  - a) La temperatura de los objetos de metal es inferior a la temperatura de los objetos de madera.
  - b) La temperatura de los objetos de metal, de las mantas y de los demás objetos es la misma.
  - c) Ningún objeto presenta temperatura.

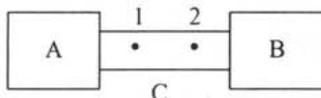
6. Dos cubos metálicos, "A" y "B", son puestos en contacto. "A" está más caliente que "B". Ambos están más calientes que el ambiente. La temperatura final de "A" y "B" será:
- a) Igual a la temperatura ambiente.
  - b) Igual a la temperatura inicial de B.
  - c) Un promedio entre las temperaturas iniciales de "A" y "B".
7. Considera dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en un refrigerador. Básicamente, ¿qué diferencia hay entre ellas inmediatamente después de sacarlas del horno y del refrigerador respectivamente?
- a) En la cantidad de calor contenida en cada una de ellas.
  - b) En la temperatura de cada una de ellas.
  - c) Una de ellas contiene calor y la otra no.

## B. CUESTIONARIO DEL ARTÍCULO DE J. M. MARTÍNEZ Y B. A. PÉREZ.

INSTRUCCIONES: Marca la opción que indique la respuesta correcta para cada pregunta.

1. Si trato de imaginarme cuándo o dónde estaría presente el calor, pienso:
  - a) En cualquier cuerpo, ya que todo cuerpo posee calor.
  - b) Sólo en aquellos cuerpos que están "calientes".
  - c) En situaciones en las que siempre ocurre transferencia de energía de un cuerpo a otro.
2. Según entiendo yo, el calor es:
  - a) energía en movimiento (o cinética) de las moléculas.
  - b) Energía que se pone en juego sólo cuando hay una diferencia de temperaturas.
  - c) La energía contenida en un cuerpo.
3. En el interior de una habitación que no haya sido calentada o enfriada durante varios días:
  - a) La temperatura de los objetos de metal es inferior a la de los objetos de madera.
  - b) La temperatura de todos los objetos es la misma.
  - c) Ningún objeto tiene la misma temperatura que otro.
4. Si pienso en dos bolitas (esferas) idénticas, una que está en un horno caliente y la otra que está en una heladera, ¿qué diferencia hay entre ellas si las saco al mismo tiempo del horno y de la heladera?
  - a) Contienen distinta cantidad de calor.
  - b) Tienen distinta temperatura.
  - c) Una esfera contiene calor y la otra no.
5. Dos esferas del mismo material pero de diferentes masas quedan durante mucho tiempo en un mismo horno. Al sacarlas, se las pone inmediatamente en contacto. En ese caso:
  - a) Se transfiere calor de la esfera de mayor masa a la de menor masa.
  - b) Se transfiere calor de la esfera de menor masa a la de mayor masa.
  - c) Ninguna de las esferas transfiere calor a la otra.
6. Las mismas esferas anteriores se dejan ahora en un refrigerador durante mucho tiempo. Luego, igual que antes, se las saca y se las pone inmediatamente en contacto. En esta nueva situación:
  - a) ninguna de las esferas posee calor.
  - b) Se transfiere calor de la esfera de mayor masa a la de menor masa.
  - c) Ninguna de las esferas puede transferir calor a la otra.
7. Según lo que yo pienso, la energía interna de un cuerpo tendría que ver con:
  - a) El calor que posee el cuerpo.
  - b) La energía de sus átomos y moléculas.
  - c) La masa que posee.

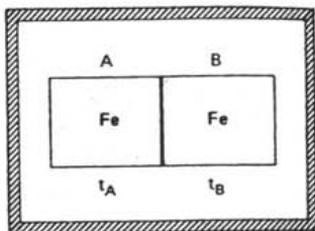
8. Si coloco en un horno dos vasos con *iguales cantidades* de agua y de leche, podré observar que el tiempo necesario para elevar la temperatura de 1 g de agua en 1 °C es mayor que el tiempo para que pase lo mismo con la leche. Eso quiere decir que, comparada con la leche, el agua acumula:
- la misma cantidad de energía que la leche.
  - Más energía que la leche.
  - Menos energía que la leche.
9. Si miro la figura y pienso que el cuerpo A está a 60 °C y el cuerpo B está a 10 °C, y además sé que el cuerpo C (que está en contacto con A y con B) es un buen conductor del calor (por ejemplo, un metal), ¿cómo serán las temperaturas en los puntos marcados con los números 1 y 2?



- $T_1 = T_2$
  - $T_1 > T_2$
  - $T_1 < T_2$
10. En el interior de un congelador que está a 20°C se colocan algunos objetos de metal y otros de plástico. Después de varios días se podría afirmar que la temperatura de los objetos de plástico es:
- mayor que la temperatura de los objetos de metal.
  - menor que la temperatura de los objetos de metal.
  - igual que la temperatura de los objetos de metal.

### C. PROBLEMAS DEL LIBRO DE MÁXIMO Y ALVARENGA

1. Dos bloques idénticos A y B, de hierro ambos, se colocan en contacto y libres de influencias externas, como se muestra en la figura de este ejercicio. Las temperaturas iniciales de los bloques son  $T_A = 200\text{ }^\circ\text{C}$  y  $T_B = 50\text{ }^\circ\text{C}$ .
  - a) Después de cierto tiempo, ¿qué sucede con la temperatura  $T_A$ ? ¿Y con la  $T_B$ ?
  - b) De acuerdo con el punto de vista de los científicos anteriores a Rumford y Joule, ¿cuál era la causa de las variaciones en las temperaturas  $T_A$  y  $T_B$ ?



2. Considera de nuevo los cuerpos del ejercicio anterior. De acuerdo con el punto de vista de los científicos actuales:
  - a) Después de cierto tiempo, ¿qué sucedió a la energía interna de A? ¿Y a la de B?
  - b) ¿Hubo transferencia de energía de un bloque a otro? ¿En qué sentido?
  - c) ¿Cómo se denomina esta energía transmitida?
3. Una persona golpea varias veces con un martillo un bloque de plomo (Pb). Se halla que la temperatura del cuerpo se eleva considerablemente. Recordando el segundo comentario hecho en esta sección<sup>2</sup>, responde:
  - a) ¿Aumentó la energía interna del bloque de plomo?
  - b) ¿Hubo alguna transferencia de calor hacia el plomo?
  - c) Entonces, ¿cuál fue la causa del aumento en la energía interna del bloque de plomo?
4.
  - a) Suponiendo que en el Ejercicio 1, se transfirieron 100 calorías de A a B. ¿Cuál es en Joules el valor de esa cantidad de calor?
  - b) Suponiendo que el trabajo total realizado por el martillo sobre el bloque metálico del ejercicio anterior, fue de 836 J. ¿Cuál es la cantidad de calor, en calorías, que debería proporcionársele al metal para producir en él la misma elevación de la temperatura?
5. Un bloque metálico se encuentra inicialmente a una temperatura de  $20\text{ }^\circ\text{C}$ . Al transferírsele una cantidad de calor  $Q = 330\text{ cal}$ , su temperatura se eleva a  $50\text{ }^\circ\text{C}$ .
  - a) ¿Cuál es el valor de la capacidad térmica del bloque?
  - b) Di con tus propias palabras lo que significa el resultado que obtuviste en (a).
  - c) ¿Cuántas calorías deben suministrársele para que su temperatura se eleve de  $20$  a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ?
  - d) ¿Cuántas calorías serían liberadas si su temperatura bajara de  $100$  a  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ?

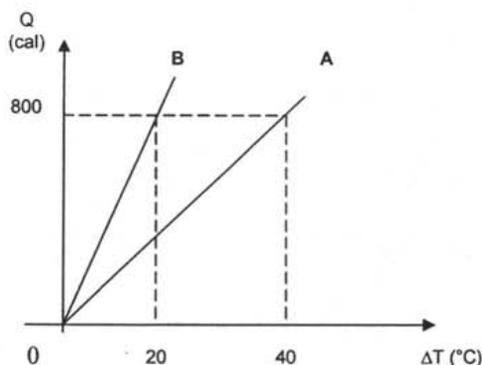
<sup>2</sup> El segundo comentario dice: *calor es la energía que se transmite de un cuerpo a otro, en virtud únicamente de una diferencia de temperatura entre ellos.*

6. Se sabe que la masa del bloque del ejercicio 5 es  $m = 100$  g.
- ¿Cuál es el valor de la capacidad térmica específica del material que constituye el bloque?
  - Ese material se encuentra en la relación de la tabla de abajo. Identifícalo.
  - Di con tus propias palabras lo que significa el resultado que obtuviste en a)

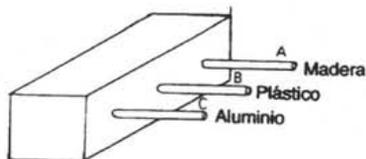
<b>Capacidad térmica específica</b>	
<b>Sustancia</b>	<b><math>c \left( \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \right)</math></b>
Agua	1.00
Hielo	0.55
Vapor de agua	0.50
Aluminio	0.22
Vidrio	0.20
Hierro	0.11
Latón	0.094
Cobre	0.093
Plata	0.056
Mercurio	0.033
Plomo	0.031

7. Supón que dos bloques, A y B, de cinc ambos, tienen masas  $m_A$  y  $m_B$  tales que  $m_A > m_B$ .
- ¿La capacidad térmica específica de A es mayor, menor o igual al de B?
  - La capacidad térmica de A, ¿es mayor, menor o igual a la de B?
  - Para que A y B experimenten la misma disminución de temperatura, ¿cuál debería transferir una mayor cantidad de calor?
8. Considera 1 kg de agua y 1 kg de mercurio. Consultando la tabla del problema 6, responde:
- La capacidad térmica de esta masa de agua, ¿es mayor, menor o igual que la del mercurio?
  - Al transferir a ambos la misma cantidad de calor, ¿cuál experimentaría un mayor aumento de temperatura?
  - Si el agua y el mercurio se encontraran, inicialmente, ambos a la temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , ¿cuál será mejor para calentar los pies de una persona en un día de invierno?
9. a) Un bloque de cobre, de masa  $m = 200$  g, experimenta un aumento en su temperatura de  $30^\circ\text{C}$  a  $80^\circ\text{C}$ . ¿Qué cantidad de calor se transfirió al bloque?
- b) Si a este cuerpo se le proporcionan 186 cal, ¿en cuánto se elevará su temperatura?
10. Algunos anuncios comerciales de refrigeradores suelen pregonar las ventajas de estos productos, y se dicen cosas como: "Nuestro refrigerador no deja entrar el calor, ni deja escapar el frío". En esta afirmación hay un error conceptual de física. ¿Cuál es?
11. Deseamos descongelar un refrigerador. ¿Qué sería mejor para esto: colocar en su interior cierta masa de agua caliente o la misma de un metal caliente, a la misma temperatura? Explica.

12. La masa total de agua existente en la Tierra tiene un valor de casi  $10^8$  toneladas. Supón que la temperatura de toda esa agua sufre una disminución de temperatura de solamente  $1^\circ\text{C}$ .
- Calcula, en calorías, la cantidad de calor que se transferiría en este proceso. Expresa la cantidad en Joules (Considera  $1\text{cal} \cong 4\text{ J}$ ).
  - Si toda esa cantidad de calor fuera convertida en energía eléctrica, ¿durante cuántos años podría emplearse para surtir la demanda mundial? (El consumo mundial de energía eléctrica es de, aproximadamente,  $10^{20}$  Joules anuales).
13. Sabemos que los desiertos presentan muy altas temperaturas durante el día y muy bajas durante la noche. Entonces, ¿a qué conclusión puedes llegar en relación con la capacidad térmica específica de la arena?
14. Dos bloques metálicos A y B, de masas  $m_A$  y  $m_B$ , siendo  $m_A > m_B$ , reciben la misma cantidad de energía en forma de calor Q, y sus temperaturas sufren la misma variación  $\Delta T$ .
- ¿La capacidad térmica de A, es mayor, menor o igual a la de B?
  - ¿La capacidad térmica específica de A, es mayor, menor o igual que la de B?
  - ¿Los sólidos A y B podrían estar hechos del mismo material?
15. La figura de este problema representa la cantidad de calor que se transfiere a dos cuerpos, A y B, en función de sus temperaturas. La masa de B vale 100 g, pero no conocemos la masa de A. Señala, entre las afirmaciones siguientes, la que está equivocada:
- La pendiente de la gráfica Q vs.  $\Delta T$  para un cuerpo dado, proporciona el valor de su capacidad térmica.
  - La capacidad térmica de B tiene un valor de  $40\text{ cal}/^\circ\text{C}$ .
  - La capacidad térmica de A no puede calcularse porque no conocemos su masa.
  - La capacidad térmica específica de B vale  $0.40\text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}$ .
  - La capacidad térmica específica de A no se puede calcular, pues desconocemos su masa.

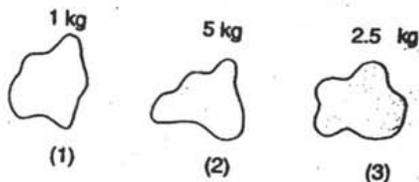


16. En un recipiente, como el de la figura siguiente, se colocan tres barras de materiales diferentes: madera, plástico y aluminio. En el extremo de cada uno de ellos se pone un trozo de cera. Al calentar el recipiente con agua hirviendo, podemos afirmar:
- Los tres trozos de cera se funden simultáneamente.
  - Se funde primero el trozo de cera de la barra C.
  - Se funden simultáneamente los trozos de cera de las barras A y C.
  - Se funden simultáneamente los trozos de cera de las barras B y C.
  - Se funde primero el trozo de cera de B.



17. Dos bloques de plomo P y Q experimentan la misma variación de temperatura  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ . La masa del bloque P es el doble de la masa del bloque Q. La razón entre la cantidad de calor que se transmitió al bloque P y la cantidad de calor que se transmitió al bloque Q en este proceso es:
- 4
  - 2
  - 1
  - $1/2$
  - Imposible de obtenerse con los datos proporcionados.
18. Se suministraron 2.1 kJ de calor a 0.10 kg de agua, cuya capacidad térmica específica es de  $4.2 \times 10^3 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ . La variación de temperatura que experimenta el agua vale:
- 0.50 K
  - 2.0 K
  - 5.0 K
  - 10 K
  - 20 K

19. En la figura se representan tres cuerpos de materiales diferentes, cuyas masas están indicadas. Al recibir cantidades iguales de calor, estos cuerpos experimentan la misma variación de temperatura, es decir, tienen la misma capacidad térmica.



Si consideramos masas iguales de estos materiales, al recibir cantidades iguales de calor, sufrirán variaciones de temperatura  $\Delta T_1$ ,  $\Delta T_2$  y  $\Delta T_3$ , respectivamente, cuya relación es:

- a)  $\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T_3$
- b)  $\Delta T_2 > \Delta T_3 > \Delta T_1$
- c)  $\Delta T_1 > \Delta T_3 > \Delta T_2$
- d)  $\Delta T_3 > \Delta T_1 > \Delta T_2$
- e)  $\Delta T_2 > \Delta T_1 > \Delta T_3$

20. Analiza las afirmaciones siguientes y señala las que son *correctas*:

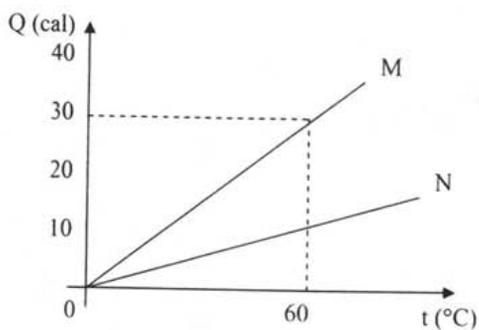
- i. Una misma cantidad  $Q$  de calor, suministrada a dos esferas de igual masa, ocasionará en ellas una variación igual de temperatura, a pesar de que las esferas están constituidas de sustancias diferentes.
- ii. Una esfera de masa  $m_1$  recibe una cantidad  $Q_1$  de calor. Una segunda esfera, de masa  $m_2$ , hecha de la misma sustancia que la primera, recibe una cantidad  $Q_2$  de calor, diferente de  $Q_1$ . Podemos afirmar con certeza que la esfera que recibió mayor cantidad de calor es justamente aquella que nos parecerá más caliente.
- iii. Dos esferas de la misma masa, hechas de la misma sustancia, reciben cada una cantidades diferentes de calor. Parecerá más caliente justamente aquella que recibió mayor cantidad de calor.

21. Se mezclan 200 g de agua a  $0^\circ\text{C}$  con 250 g de un determinado líquido a  $40^\circ\text{C}$  y se obtiene el equilibrio térmico a  $20^\circ\text{C}$ . ¿Cuál es la capacidad térmica específica del líquido en  $\text{cal/g}^\circ\text{C}$ ? (La capacidad térmica específica del agua es  $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , se desprecia la transferencia de calor hacia o de los alrededores).

- a) 0.25
- b) 0.50
- c) 0.80
- d) 1.00
- e) 1.25

22. La gráfica de abajo muestra las cantidades de calor que se transfirieron, respectivamente, a dos cuerpos M y N en función de las temperaturas que esos cuerpos adquirieron. En el intervalo de temperaturas mostrado, podemos afirmar:

- a) Por la gráfica no podemos saber cuál de los 2 cuerpos tiene una mayor capacidad térmica específica.
- b) Las capacidades térmicas de M y N son iguales.
- c) La capacidad térmica de M es  $0.5 \text{ cal/K}$
- d) La capacidad térmica específica de M es el triple de la capacidad térmica específica de N.
- e) Si después de calentarlos a una misma temperatura fueran abandonados, M alcanzaría la temperatura ambiente más rápido que N.



23. Un bloque de latón de 100g de masa, inicialmente a  $60^{\circ}\text{C}$ , se introduce en un calorímetro de capacidad térmica despreciable, que contiene 200 g de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ . Si sabemos que la capacidad térmica específica del latón es  $0.094 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ , tendremos:
- La temperatura del agua aumentará y se estabilizará alrededor de  $22^{\circ}\text{C}$ .
  - La temperatura del agua disminuirá y se estabilizará alrededor de  $19^{\circ}\text{C}$ .
  - El agua entrará en ebullición a  $98^{\circ}\text{C}$ .
  - La temperatura final del agua no podrá determinarse por falta de datos.
  - Ninguna de esas respuestas es satisfactoria.

#### D. PREGUNTAS DEL LIBRO DE DRIVER ET. AL.

1. ¿Qué materiales son adecuados para el aislamiento térmico de una casa?
2. ¿Qué materiales son adecuados para el aislamiento térmico de una bola de acero a alta temperatura (o a baja temperatura)?
3. ¿Qué materiales son adecuados para el aislamiento térmico de una bebida caliente o del hielo?
4. ¿Por qué son diferentes las sensaciones producidas al tacto por las bandejas de metal y de plástico?
5. ¿Por qué son diferentes las sensaciones que producen las partes metálicas y de plástico del manubrio de una bicicleta en un día frío?
6. ¿Por qué está más caliente el mango de una cuchara de metal que el de otra de madera o de plástico cuando están metidas en agua caliente?

#### E. PROBLEMAS DEL LIBRO DE HIERREZUELO Y MORENO.

1. Tenemos una pizza dentro del horno para que se mantenga a una temperatura alta. Escoge la respuesta correcta y explica por qué:
  - a) El queso estará a mayor temperatura que el tomate.
  - b) El queso estará a menor temperatura que el tomate.
  - c) El queso estará a igual temperatura que el tomate.

Explicación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. En una fría mañana de invierno, medimos la temperatura de las patas de hierro y la del tablero de madera de la mesa. Escoge la respuesta correcta y explica por qué.
  - a) El hierro estará a menor temperatura que la madera.
  - b) El hierro estará a mayor temperatura que la madera.
  - c) El hierro estará a igual temperatura que la madera.

Explicación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## F. PROBLEMAS DEL ARTÍCULO DE SHELLEY YEO Y MARJAN ZADNIK.

Notas:

- i. Los problemas elegidos del presente artículo fueron traducidos del inglés y su vocabulario fue modificado de tal forma que fuera comprendido claramente por los alumnos en cuestión:
- ii. Para los autores fue muy importante el uso de un lenguaje cotidiano para los estudiantes, así como el situar las situaciones presentadas en contextos familiares a ellos, pues sólo con estos dos factores se asegurarían de que sus respuestas fueran las que coincidieran con sus propias creencias, no con algún concepto memorizado en clase.

### EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TÉRMICOS

- Este cuestionario pretende reflejar tu entendimiento sobre el calor y la temperatura.
  - Para ayudarte a visualizar cada situación, piensa en un grupo de amigos en una cocina o cafetería. Imagina que son observadores y que están interesados en comprender fenómenos comunes, y que se explican sus ideas unos a otros.
  - Para cada pregunta, elige la respuesta que se acerque más a tu forma de pensar.
  - Asegúrate de elegir la respuesta que quieres. Algunas preguntas tienen cinco opciones.
1. Sergio toma dos tazas de agua a  $40^{\circ}\text{C}$  y las mezcla con una taza de agua a  $10^{\circ}\text{C}$ .  
¿Cuál es la temperatura más probable de la mezcla?  
a)  $20^{\circ}\text{C}$                       b)  $25^{\circ}\text{C}$                       c)  $30^{\circ}\text{C}$                       d)  $50^{\circ}\text{C}$
  2. Diego saca del refrigerador una lata de refresco y una botella de plástico con refresco que habían permanecido allí toda la noche. Rápidamente pone un termómetro en el refresco de la lata y lee una temperatura de  $7^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuáles son las temperaturas más probables de la botella de plástico y del refresco que contiene?  
a) Ambos están a menos de  $7^{\circ}\text{C}$ .  
b) Ambos están a  $7^{\circ}\text{C}$ .  
c) Ambos están a más de  $7^{\circ}\text{C}$ .  
d) El refresco está a  $7^{\circ}\text{C}$  pero la botella está a más de  $7^{\circ}\text{C}$ .  
e) Depende de la cantidad de refresco y/o del tamaño de la botella.
  3. Unos minutos después, Diana levanta la lata de refresco y les dice a los demás que la superficie donde estaba ésta se siente más fría que el resto de la mesa.  
a) Jorge dice: "El frío se transfirió del refresco a la mesa".  
b) Roberto dice: "No queda energía en la superficie donde estaba la lata".  
c) Susana dice: "Se transfirió calor de la mesa al refresco".  
d) Elisa dice: "La lata causa que el calor debajo de ella se vaya a través de la mesa".  
¿Cuál explicación crees que sea la mejor?
  4. Después de cocer un huevo en agua hirviendo, Marisol lo enfría poniéndolo en un recipiente con agua fría. ¿Cuál es la mejor explicación para el proceso de enfriamiento?  
a) La temperatura se transfiere del huevo al agua.  
b) El frío se mueve del agua al huevo.  
c) Los objetos calientes se enfrían de forma natural.  
d) Se transfiere energía del huevo al agua.

5. Jael afirma que no le gusta sentarse en las sillas metálicas porque "están más frías que las de plástico".
- Jaime está de acuerdo con ella y dice: "Están más frías porque el metal es naturalmente más frío que el plástico".
  - Karla dice: "No están más frías, están a la misma temperatura".
  - Luis dice: "No están más frías, las de metal se sienten más frías porque están más pesadas".
  - María dice: "Están más frías porque el metal tiene menos calor que perder que el plástico".
6. Un grupo escucha que en el reporte meteorológico se dice: "*Esta noche estaremos a 5° C, hará más frío que los 10° C a que estábamos anoche.*"
- Inés dice: "Eso significa que hará el doble de frío del que había ayer".
  - Andrés dice: "Eso no es cierto. 5° C no es el doble de frío que 10° C".
  - Rosendo dice: "Eso es parcialmente correcto, pero el del reporte debió haber dicho que 10° C es dos veces más caliente que 5° C".
  - Gustavo dice: "Eso es cierto en parte, pero el del reporte debió haber dicho que 5° C es la mitad de frío que 10° C".
- ¿Quién crees que esté en la postura correcta?
7. Pedro toma una regla de metal y otra de madera de su mochila y le dice a su compañero de al lado que la de metal se siente más fría que la de madera. ¿Cuál de las siguientes explicaciones prefieres?
- El metal absorbe la energía de la mano más rápido que la madera.
  - La madera es naturalmente una sustancia más caliente que el metal.
  - La regla de madera contiene más calor que la de metal.
  - Los metales son mejores radiadores del calor que la madera.
  - El frío fluye más rápidamente desde un metal.
8. Daniel tomó dos cartones de leche simultáneamente, uno frío del refrigerador y otro tibio que ya llevaba un rato en la mesa. ¿Por qué crees que se siente más frío el del refrigerador que el de la mesa? Comparado con el cartón tibio, el cartón frío...
- contiene más frío.
  - contiene menos calor
  - es un conductor de calor más pobre.
  - conduce el calor más rápidamente de la mano de Daniel.
  - conduce el frío más rápidamente a la mano de Daniel.
9. ¿Por qué usamos suéteres cuando hace frío?
- Para mantener el frío afuera.
  - Para generar calor.
  - Para reducir las pérdidas de calor.
  - Las tres razones de arriba son correctas.
10. Víctor saca una paleta de hielo del congelador, donde la había puesto el día anterior, y les dice a todos que el palito de madera que la sostiene está a una temperatura más alta que la parte de hielo.
- Delia dice: "Tienes razón porque los palitos de madera no se ponen tan fríos como el hielo".
  - Iván dice: "Tienes razón porque el hielo contiene más frío que la madera".

- c) Rodrigo dice: "Estás mal, sólo se sienten diferentes porque el palito contiene más calor".
- d) Ana dice: "Yo creo que los dos están a la misma temperatura porque están juntos".  
¿Con cuál persona estás de acuerdo?
11. Cuatro estudiantes estaban platicando las cosas que hacían cuando eran niños. Araceli dijo: "Yo envolvía mis muñecas con cobijas pero nunca pude comprender por qué no se calentaban"
- a) Lorena dijo: "era porque las cobijas que usabas probablemente eran pobres aislantes".
- b) Linda afirmó: "era porque las cobijas que usabas probablemente eran pobres conductores".
- c) Jesús dijo: "era porque las muñecas estaban hechas de un material que tardaba mucho en calentarse".
- d) Julia dijo: "todos ustedes están mal".  
¿Con cuál afirmación concuerdas?

**ESTA TESIS NO SALI  
DE LA BIBLIOTECA**

## ANEXO VI. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN.

### A. CUESTIONARIO DE AUTORREGULACIÓN

*INSTRUCCIONES: En la columna A de la siguiente tabla, escribe el número que corresponda de acuerdo al grado de conocimiento que creas tener sobre los conceptos o preguntas que se te dan, siguiendo la escala que se indica a continuación.*

- a. No lo sé.
- b. Sé un poco.
- c. Lo sé bien.
- d. Sería capaz de explicarlo a algún compañero o compañera.

*En la columna B de la misma tabla, escribe lo que sepas respecto al concepto o pregunta planteada.*

CONTENIDO	A	B
1. Calor		
2. Temperatura		
3. Energía interna		
4. Capacidad térmica específica		
5. El agua como amortiguador térmico		
6. ¿Cuál es la temperatura de nuestro cuerpo y la del ambiente en un día normal?		
7. ¿Qué sucede cuando se ponen en contacto dos cuerpos que están a distinta temperatura?		
8. ¿Cómo funciona un termómetro al determinar la temperatura?		
9. ¿El termómetro nos sirve también para medir la cantidad de "calor" de un cuerpo?		
10. ¿Cuáles materiales son mejores para mantener la temperatura de los cuerpos un mayor tiempo?		

## B. EVALUACIÓN PRÁCTICA

Nombre: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES:

Se te proporcionarán 500 mL de agua a una cierta temperatura. Deberás agregar la cantidad necesaria de agua a temperatura ambiente para que la mezcla final quede a 50 °C. Primero debes realizar el cálculo necesario. Una vez que termines, debes mostrarle a la profesora tu cálculo, el volumen y la temperatura final de la mezcla. Si la temperatura de tu mezcla no corresponde con el cálculo que hiciste, debes explicar el por qué.

### DATOS

### CÁLCULOS

*Cantidad de agua a temperatura ambiente que debe agregarse:* \_\_\_\_\_

*Temperatura real de la mezcla:* \_\_\_\_\_

### EXPLICACIÓN:

### C. MAPA CONCEPTUAL

MAPA CONCEPTUAL DEL TEMA DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.

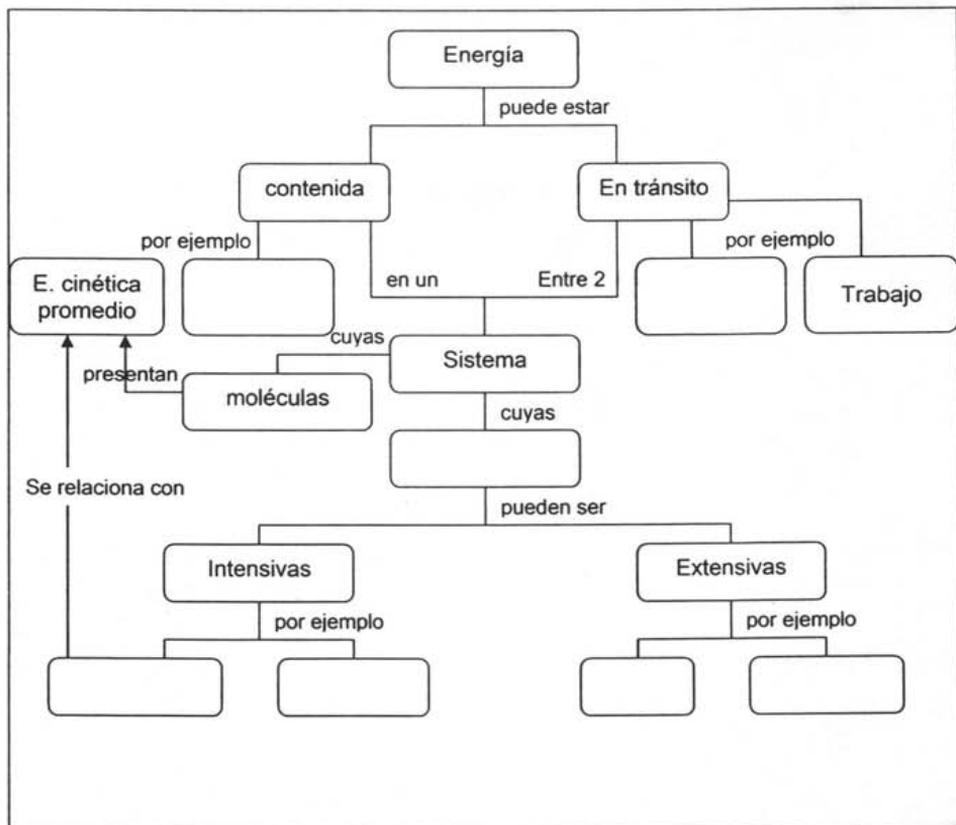


Nombre: \_\_\_\_\_

Materia: Física III.

### MAPA CONCEPTUAL DEL TEMA DE CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.

INSTRUCCIONES: Completa el siguiente mapa conceptual, utilizando los conceptos que se dan en la parte inferior de la hoja.



temperatura

masa

Calor

densidad

Energía interna

Propiedades

volumen

## D. PRUEBA DE PAPEL Y LÁPIZ.

### EVALUACIÓN FINAL DEL TEMA: CALOR, TEMPERATURA Y ENERGÍA INTERNA.

#### I. Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Qué entiendes por calor? Da una analogía que te ayude a explicarlo.
2. ¿Qué es la temperatura? Menciona dos escalas diferentes que se utilicen para medirla.
3. ¿Cómo se define la energía interna? ¿Se trata de una magnitud intensiva o extensiva?
4. ¿La materia contiene calor? Explica.
5. ¿Cómo es la capacidad térmica específica del agua en comparación con otras sustancias? ¿qué significa esto?
6. Se tienen 2 bloques de zinc A y B con masas  $m_A$  y  $m_B$  tales que  $m_A > m_B$ .
  - b) ¿La capacidad térmica específica de A es mayor, igual o menor que el de B? \_\_\_\_\_
  - c) La capacidad térmica de A es mayor, menor o igual que la de B? \_\_\_\_\_
  - d) Si A y B sufrieran la misma disminución de temperatura, ¿cuál transferiría la mayor cantidad de calor? \_\_\_\_\_.
7. Si tocamos un objeto metálico y uno de madera en la misma habitación, ¿cuál se siente más frío? ¿en realidad está uno a menor temperatura que el otro? Explica.

**II. Lee con cuidado los siguientes planteamientos y marca la respuesta correcta.**

1. Dos cuerpos que se encuentran inicialmente en equilibrio térmico se ponen en contacto íntimo. Después de un rato,
  - a) la temperatura del más frío aumenta la misma cantidad de grados que disminuye la temperatura del cuerpo más caliente.
  - b) las energías internas de ambos cuerpos serán iguales.
  - c) los calores específicos de ambos cuerpos serán iguales.
  - d) las temperaturas de ambos cuerpos serán iguales.
2. Dos bloques de aluminio, uno de 1.0 kg de masa y otro de 2.0 kg de masa, están en equilibrio térmico con un tercer bloque de latón a 100°C. Las temperaturas de los dos bloques de aluminio serán respectivamente de:
  - a) 100°C y 50°C.
  - b) 50°C y 100°C.
  - c) 100°C y 100°C.
  - d) 100°C y 200°C.
3. Seguramente cuando has caminado por la playa has notado que la arena seca aumenta su temperatura muy rápido por las mañanas. Esto se debe a que la arena tiene:
  - a) un color claro.
  - b) una capacidad térmica específica baja.
  - c) una gran cantidad de convección.
  - d) ninguna de las anteriores.

**III. Resuelve los siguientes problemas. Incluye todo tu procedimiento: fórmulas utilizadas, despejes y unidades.**

1. Un bloque metálico cuya masa es de 200g se encuentra inicialmente a una temperatura de 10°C. Al transmitirsele una cantidad de calor de 880 cal, su temperatura se eleva a 50°C.
  - a) ¿Cuál es el valor de la capacidad térmica específica del material que constituye el bloque?
  - b) Di con tus propias palabras qué significa el resultado que obtuviste en a)
  - c) Identifica el material de que se trata utilizando la siguiente tabla:

sustancia	c (cal/g·K)
plomo	0.031
mercurio	0.033
cobre	0.093
hierro	0.11

2. Se mezclan 1 kg de H<sub>2</sub>O a 70°C con 2 kg de alcohol etílico (c = 0.57 cal/g°C) a 25 °C. Calcula la temperatura final de la mezcla, suponiendo que no hay pérdidas de calor al medio ambiente.