

Enseñanza y aprendizaje de conceptos termodinámicos con Investigación Dirigida para estudiantes de Bachillerato



María de la Cruz Medina Ramos^{1,2}, A. López Ortega³ y César Mora²

¹Plantel Ricardo Flores Magón, Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal. Calzada Tlalpan # 3465, Col. Viejo Ejido de Santa Úrsula, Del. Coyoacán, CP.04650. México D. F.

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Unidad Legaria. Instituto Politécnico Nacional. Calzada Legaria # 694. Colonia Irrigación. Delegación Miguel Hidalgo. México, D. F., C. P. 11500.

³Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Edificio 9, C. P. 07738, México D. F., México

E-mail: maricruzmedina.iems@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación educativa realizada con estudiantes de bachillerato para evaluar el aprendizaje en los temas de calor, temperatura y transmisión de calor. El objetivo fue probar la efectividad de la estrategia didáctica de Investigación Dirigida para favorecer en el estudiante la adquisición de concepciones científicas de calor, temperatura y transmisión de calor. La recolección de los datos se realizó en el semestre 2010-2011-A con 26 estudiantes de bachillerato de primer ciclo de un plantel del Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal (IEMSDF), que cursaron la asignatura de Física I. Los estudiantes provienen de dos grupos, el experimental en el que se aplicó la Investigación Dirigida y el de control al cual se le dio una instrucción tradicional. Este estudio se evaluó con un test que se aplicó antes y después de desarrollar las temáticas citadas. Dicho test es una adaptación de un instrumento de evaluación validado por Silveira y Moreira en una investigación para detectar la presencia de errores conceptuales en los temas propuestos.

Palabras clave: Aprendizaje de transmisión de calor, Investigación Dirigida y Metodología Científica.

Abstract

In this work are presented the results from an educational research realized with high school students to evaluate the learning in the themes of Heat, Temperature and Heat Transmission. The objective was to test the effectiveness of the didactic strategy called Directed Research to favor in the students the acquisition of the scientific conceptions of Heat, Temperature, and Heat Transmission. The recollection of the data was made during the 2010-2011-A semester with 26 first-cycle-high-school students from the Instituto de Educación Media Superior, IEMS (pre University Education System) that attended the course of Physics I. The students to come from of two groups, the experimental group, where was applied the Directed Research and the control group, which received a traditional instruction. This research was evaluated with a test applied before and after developing the mentioned topics. The test is an adaptation of an evaluation instrument approved in Silveira & Moreira's educational research to detect conceptual mistakes in the proposed themes.

Keywords: Heat Transmission learning, Directed Research, and Scientific Methodology.

PACS: 44.10.+i, 44.40.+ a, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCION

La problemática en el aprendizaje de la Física es compleja y depende de varios factores, tales como la falta de estrategias didácticas adecuadas, las concepciones erróneas del profesor sobre el aprendizaje y la evaluación, la falta de un programa permanente de formación y actualización docente, entre otros.

Aunque el abanico es amplio, hay dos aspectos que motivaron la realización de la presente investigación educativa debido a que se observan frecuentemente en la experiencia. El primero, es un aspecto *didáctico* que

compete al profesor, ya que los cursos de Física, en general, se siguen desarrollando sin dar un rol activo al estudiante y con conocimientos desligados de su entorno, lo cual se traduce en desinterés de aquél por la asignatura y en un rezago académico. El segundo, es un aspecto *disciplinar*, con relación al estudiante, ya que se observa de manera recurrente que él, aún con la instrucción, no hace un manejo preciso de los conceptos del tema estudiado al explicar o argumentar un problema o situación física.

A esta problemática, se suma el reto planteado por el Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal

María de la Cruz Medina Ramos, A. López Ortega y César Mora (IEMSDF) en su Proyecto Educativo SBGDF [1] de favorecer en el estudiante tres ejes de formación: el científico, el crítico y el humanístico. Para ello en la asignatura de Física se ha desarrollado una Guía Académica [2] en la que se describe la manera de promover en el estudiante el uso de la metodología científica en la solución de problemas y en fomentar la argumentación de las soluciones usando conceptos científicos, tanto en un contexto escolar como en la vida diaria.

Las reflexiones y el análisis al respecto nos indican la necesidad de proponer y promover una didáctica que favorezca el aprendizaje eficiente de la disciplina, encontrando adecuado para ello la Investigación Dirigida, descrita en el trabajo de Gil [3], en el cual provee de una metodología para aprender a resolver situaciones problemáticas o problemas sin datos, lo que favorece en el estudiante el desarrollo de habilidades y actitudes propias de la metodología científica.

Para trabajar con la didáctica de Investigación Dirigida se consideraron los temas de calor, temperatura y transmisión de calor, cuyo estudio fue compatible con la propuesta de los libros de texto de Hewitt [4], Alvarenga, [5], and Wilson [6].

Para concretar el desarrollo de este estudio, el resto del presente artículo se organiza con cuatro secciones más y dos apéndices. En la sección II se describen de manera general, la Investigación Dirigida con las orientaciones de Gil [3] y una estructura teórica básica que considera las dificultades conceptuales recurrentes en los estudiantes de los temas en cuestión. En la sección III se muestra la metodología utilizada en las actividades de aprendizaje y en la Investigación Dirigida, exponiendo de ésta, las características de su instrumentación en cuanto a contexto, población, test y las herramientas estadísticas que se utilizaron en el análisis de datos. En la sección IV se presentan los resultados del pretest y postest con sus respectivos análisis en la validación de los ítems de transmisión de calor, la comparación del avance en el aprendizaje de conceptos logrado por los estudiantes y en la contrastación de las hipótesis de investigación. En la sección V se dan las conclusiones más relevantes que se derivan del trabajo de investigación.

Por último, en el apéndice A, se muestra el instrumento de evaluación utilizado en este estudio y en el apéndice B se presenta a manera de ejemplo la secuencia de actividades propuestas para el tema de radiación de calor con base en la Investigación Dirigida.

II. MARCO TEÓRICO

A. ¿Qué es la Investigación Dirigida? ¿Cuáles son sus ventajas?

De acuerdo con Moltó [7], es una estrategia didáctica caracterizada por ser un modelo de resolución de problemas que se desarrolla como un sistema de tareas

educativas semejante a un plan de investigación con un objetivo específico.

Para abordar la resolución de problemas sin datos, Gil Pérez [3], orienta con un conjunto de sugerencias que suponen un modelo de solución de problemas como investigación, conocido en la didáctica de la Física como Investigación Dirigida.

Las principales sugerencias son:

- I. Plantear situaciones problemáticas y considerar cuál puede ser el interés en ella.
- II. Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, para acotar y definir el problema.
- III. Emitir hipótesis fundamentadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física.
- IV. Elaborar posibles estrategias de solución, incluyendo las experimentales antes de proceder a ésta, evitando el ensayo y error.
- V. Realizar la solución comentando y fundamentando lo que se hace con el conocimiento adquirido.
- VI. Analizar cuidadosamente los resultados con base en las hipótesis elaboradas.

Esta concepción de la Investigación Dirigida en el aula planteada por Gil [3], favorece nuestro quehacer docente al proveer de una metodología con la cual el estudiante trabaja situaciones problemáticas cuya solución no es inmediata, por lo que él, se ve en la necesidad de desarrollar habilidades y actitudes propias de la metodología científica al tratar de definir los problemas de estudio apoyado con búsquedas bibliográficas, planteamiento de hipótesis, análisis de alternativas de solución, entre otras.

En esta metodología didáctica también se promueve el trabajo de los estudiantes en pequeños grupos para confrontar sus ideas, favorece la recuperación y construcción del conocimiento y el rol del profesor es de director y facilitador del aprendizaje del estudiante.

En suma, la Investigación Dirigida provee al estudiante de una metodología para aprender a resolver situaciones problemáticas y familiarizarse con el trabajo científico y sus resultados.

En relación con la elección del tema, se eligió la Unidad III titulada “Calor” del programa de Física I del IEMSDF [8], debido a la generalizada interacción que tienen las personas con los fenómenos térmicos y porque sobre esta temática hay investigaciones educativas como las de Silveira y Moreira [9], en la cual se ha validado un test diseñado para detectar concepciones alternativas y científicas de los estudiantes sobre conceptos clave en el tema de calor. El trabajo de Silveira y Moreira también ha sido utilizado con éxito en otras investigaciones como la de Martínez y Pérez [10] para evaluar el aprendizaje de la termodinámica en diferentes niveles incluyendo el de bachillerato. Por ello consideramos que es fiable para tomarlo como base en la construcción del instrumento de evaluación que usamos para este trabajo.

B. Indicadores conceptuales básicos de los temas de calor, temperatura y transmisión de calor

Para ayudar en la adquisición de concepciones científicas de calor, temperatura y transmisión de calor se desarrolló una estructura teórica básica que considera las dificultades conceptuales recurrentes en los estudiantes, algunas de ellas identificadas en las investigaciones de Silveira y Moreira [9] y Prince *et al.* [11]. Las más relevantes son:

1. Confunden temperatura con calor.
2. Asocian la percepción de caliente y frío sólo a la temperatura y no identifican que en esta percepción también influye la razón de la transferencia de calor.
3. Confunden conducción con convección ya que la idea de que el “calor sube” la asocian a la conducción.
4. Confunden frecuentemente el efecto de propiedades de superficie en la razón de transferencia de calor por radiación.

Por ello con las diferentes actividades de aprendizaje propuestas se favorecerán las concepciones científicas que se mencionan a continuación:

1. Para que los estudiantes logren diferenciar temperatura de calor se necesita:
 - Conocer que la temperatura es el concepto base del equilibrio térmico y que en un enfoque microscópico, está asociada al promedio de la energía cinética de traslación de las moléculas de un objeto.
 - Reconocer que la temperatura es una propiedad del objeto y como magnitud física no es aditiva.
 - Conocer los fundamentos de las diferentes escalas usuales para medir temperatura.
 - Reconocer que la forma de medir la temperatura es directa.
 - Conocer que el calor es una transferencia de energía que aparece por la interacción térmica de dos objetos con diferentes temperaturas.
 - Reconocer que el calor no es una propiedad del objeto y que como magnitud física es aditiva.
 - Reconocer que el calor se mide de manera indirecta.
 - Conocer las relaciones entre calor y temperatura.
 - Reconocer la diferencia entre calor y temperatura con base en los métodos de medición.
2. Para que los estudiantes asocien la percepción de caliente y frío a la razón de la transferencia de calor se requiere:
 - Conocer que la conducción como proceso de transmisión de calor se efectúa particularmente en los materiales sólidos.
 - Conocer que la conducción es más rápida en unos materiales que en otros.
 - Reconocer que la conducción de calor depende del tipo de material y de las características geométricas del objeto que conduce el calor.
 - Conocer las características relevantes de materiales aislantes.

- Diferenciar entre materiales conductores y materiales aislantes.
 - Inferir que la percepción de frío o caliente a través del tacto, también depende de la rapidez con la que se transfiere el calor.
3. Para no confundir las características de la convección con otras formas de transmitir calor, se requiere:
 - Conocer que la convección de calor se realiza en los fluidos.
 - Conocer que el calentamiento de fluidos se realiza por las corrientes de convección que son una muestra del principio de Arquímedes.
 - Reconocer que en la convección se transporta masa, a diferencia de los otros procesos de transmisión de calor.
 4. Para que el estudiante identifique que el calentamiento por radiación de un objeto depende de la condición de su superficie y de la naturaleza de la energía radiante, se requiere:
 - Conocer que la radiación de calor se da por ondas electromagnéticas.
 - Conocer que el calentamiento y el enfriamiento por radiación depende del color del objeto, del tiempo de calentamiento y del área de exposición.
 - Reconocer que el calentamiento y el enfriamiento por radiación son más rápidos en el color negro (con una mayor emisión y absorción) que en el color blanco.

III. METODOLOGÍA

A. Metodología utilizada en las actividades de aprendizaje

Las actividades de enseñanza y aprendizaje de calor, temperatura y transmisión de calor se desarrollaron incorporando algunos problemas moderadamente sencillos, relacionados con conceptos y situaciones de dichos temas, caracterizados por no tener una respuesta inmediata, sino que para su solución se requieren de varias acciones como el planteamiento de hipótesis, la realización de experimentos, análisis de información, etc. La elaboración de aquéllas se fundamentó en los ejes de formación del Proyecto Educativo del IEMSDF [1], el modelo de enseñanza-aprendizaje como Investigación Dirigida planteada por Gil Pérez [3] y los resultados de la evaluación diagnóstica de los contenidos temáticos a estudiar en la que se utilizó el test mostrado en el Apéndice A.

El proceso seguido en cada actividad de investigación de manera general fue el siguiente:

- *El profesor propone las mismas actividades de aprendizaje* a todos los estudiantes para realizarlas en equipos de tres o cuatro integrantes.
- *El profesor presenta una situación problemática y una pregunta generadora* (con un nivel de profundidad para estudiantes del primer ciclo de bachillerato) para orientar

María de la Cruz Medina Ramos, A. López Ortega y César Mora el trabajo que se realizará. También, promueve una discusión sobre la importancia de la problemática para motivar al estudiante a resolverla.

- *Los estudiantes realizan un estudio cualitativo de la situación problemática*, apoyados con investigaciones documentales y elaboración de reportes de lectura que guían su participación en las discusiones que realizan en equipo.
 - *Los estudiantes* con base en conocimientos previos, *elaboran hipótesis*, para explicar la situación problemática o sobre el resultado que se va a obtener.
 - *El profesor y estudiantes hacen una discusión sobre las actividades que se realizarán* para contrastar las hipótesis elaboradas por los estudiantes, en particular de actividades experimentales (*alternativas de solución*).
 - *Se realizan los experimentos diseñados por el profesor y/o estudiantes*. Es importante hacer énfasis que salvo excepciones, los experimentos los diseña el profesor ya que al estudiante en general en este nivel se le dificulta proponer los experimentos adecuados, sin embargo, se incorporan los aspectos discutidos por ellos.
 - *Los estudiantes realizan un análisis de los resultados*, en el cual se incluye la contrastación de las hipótesis.
 - *Los estudiantes comunican de forma oral y por escrito los resultados*.
 - *Los estudiantes discuten la pregunta generadora* en equipo y en grupo. En esta fase los estudiantes explican y argumentan la situación física con base en los conceptos y principios aprendidos.
 - *El profesor plantea actividades de consolidación*. Estas actividades se plantean para promover en el estudiante la reflexión continua y la consolidación de su aprendizaje.
- La intervención del profesor fue tanto para proponer cada actividad de aprendizaje como para promover la reflexión con preguntas de profundización del tema, también al final de cada actividad para realizar el resumen de todas las aportaciones, estableciendo las conclusiones de las nociones básicas trabajadas y las soluciones a las preguntas generadoras.

Cada actividad de aprendizaje fue de evaluación y retroalimentación, lo que permitió al estudiante conocer sus avances y al profesor documentarlos.

Los espacios en los cuales se realizaron las actividades de aprendizaje se agrupan en dos categorías: trabajo en aula (denotado por (A)) que contempla los espacios de salón de clases, laboratorio, asesoría académica, etc., y trabajo independiente (denotado por (I)) que es el trabajo del estudiante en biblioteca, casa, o algún otro espacio para realizar sus tareas. Ver la Tabla del Apéndice B.

B. Instrumentación de la Investigación Dirigida

El estudio se realizó en el semestre 2010-2011-A con 26 estudiantes de bachillerato del plantel Ricardo Flores Magón del IEMSDF que cursaron la asignatura de Física I ubicada en el primer semestre del programa de estudios. Los estudiantes, cuyas edades fluctúan entre 15 y 17 años, provienen de dos grupos, el experimental (GE) en el que se

aplicó la Investigación Dirigida por la autora de este trabajo y el grupo de control (GC) en el cual el profesor que colaboró impartió el curso usando una instrucción tradicional.

Durante cuatro semanas se usó la Investigación Dirigida en el desarrollo de los temas de calor, temperatura y transmisión de calor. La implementación se realizó en el horario normal asignado a los grupos para cursar la asignatura de Física I con tres sesiones de 1.5 horas por semana.

Los resultados del estudio se evaluaron con un test que se aplicó antes y después de desarrollar los temas en cuestión. Dicho test consta de 12 ítems de opción múltiple y es una versión adaptada de un cuestionario validado por Silveira y Moreira [9] en una investigación realizada para detectar concepciones científicas de los estudiantes sobre el tema de calor. Sin embargo, este cuestionario no cuenta con los reactivos de transmisión de calor necesarios para diagnosticar el conocimiento de los estudiantes que participaron en esta investigación, por lo que de aquél solo se seleccionaron 8 ítems de calor y temperatura y se elaboraron 4 ítems apropiados para bachillerato del tema de transmisión de calor.

Para la elaboración de estas preguntas se ejercieron tres criterios: el primero fue incluir una sola opción con la respuesta correcta. El segundo fue considerar un distractor con un modelo erróneo común en los estudiantes. El tercero fue construir los ítems congruentes con la estructura propuesta por Silveira y Moreira [9] en su test, por lo que se asignaron a cada uno, tres opciones de respuesta. Cabe mencionar que también se consideraron las orientaciones de Prince *et al.* [11], cuya investigación documenta errores conceptuales de calor, temperatura y transmisión de calor por radiación en estudiantes de Ingeniería.

El rendimiento escolar del estudiante se obtuvo a través de la *ganancia conceptual de Hake* la cual nos permite medir y comparar la mejora del pretest al postest que logran los estudiantes. Esta cantidad fue definida por Hake [12] como

$$\langle g \rangle = \frac{\% (G)}{\% (G)_{\max}} = \frac{(S_f) - (S_i)}{100 - (S_i)}$$
 donde S_f y S_i corresponden

a los promedios porcentuales del postest y del pretest, respectivamente. Por lo tanto la ganancia se obtiene al dividir la diferencia de las calificaciones en el postest y pretest, entre el máximo aumento posible en la calificación.

Otra herramienta estadística que utilizamos para este análisis fue la t de Student descrita en Box *et al.* [13], ya que permite evaluar si dos grupos de datos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias comparadas en dos momentos diferentes con el uso de los resultados de un pretest y un postest.

IV. RESULTADOS Y ANALISIS

Los resultados se presentan en tres partes: primero, la validación de los ítems de transmisión de calor implementados en el cuestionario, a continuación, la <http://www.lajpe.org>

comparación del avance en el aprendizaje de conceptos logrado por los estudiantes y finalmente la contrastación de las hipótesis de investigación.

A. Validación de los reactivos de transmisión de calor

En la Tabla I se presentan los resultados de las respuestas dadas por los grupos experimental y el de control a las preguntas de transmisión de calor del cuestionario del Apéndice A. También se muestran los valores calculados

para la concentración C y la puntuación S requeridos para clasificar los patrones de respuesta para cada ítem según Bao & Redish [14].

Como se observa en la Tabla I, los patrones de respuesta obtenidos son LM y MM que corresponden a las categorías *dos modelos*, es decir, que las respuestas de los estudiantes se concentraron en dos elecciones, dos incorrectas en el caso LM y una correcta y la otra incorrecta en el caso MM.

TABLA I. Patrones de respuesta para los ítems de transmisión de calor.

No. de reactivo	Respuesta a	Respuesta b	Respuesta c	S	C	Tipo del patrón de respuesta
9	7	3	16	0.61	0.24	MM
10	16	9	1	0.34	0.30	LM
11	15	9	2	0.07	0.23	LM
12	10	2	14	0.38	0.21	LM

De acuerdo con Bao & Redish [14], el diseño apropiado de preguntas, debe arrojar en el pretest respuestas del tipo LH o LM ya que son indicadores de que la pregunta detonó distractores atractivos que corresponden a modelos incorrectos comunes de los estudiantes. Esto implica que los ítems 10, 11 y 12 son de diseño apropiado, no así el ítem 9 que si bien cumple con la concentración para un buen reactivo, el puntaje fue mayor a lo esperado. Por ello se considera pertinente eliminar el reactivo en un experimento posterior ya que para este tipo de investigaciones, con el pretest se busca preferentemente obtener indicadores sobre los modelos incorrectos que posee el estudiante para diseñar y ajustar las actividades de

aprendizaje que favorezcan una perspectiva científica de los conceptos o situaciones del tema estudiado.

B. Cálculo de la Ganancia de Hake por ítem y por contenido temático

En la Tabla II se muestran los resultados del análisis comparativo entre las respuestas dadas a las preguntas del Apéndice A por los grupos experimental y el de control. En un primer análisis se calculó la *ganancia normalizada* de Hake para cada uno de los ítems, así como el valor promedio logrado por cada grupo.

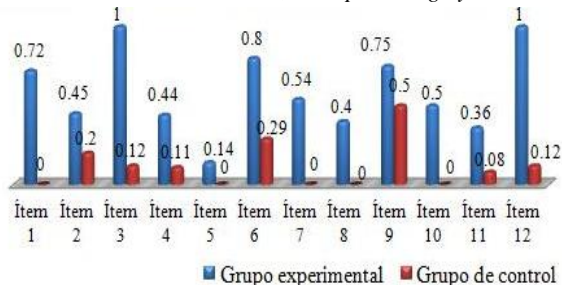
TABLA II. Ganancia de Hake por ítem.

Ítem	Respuesta correcta	Grupo experimental		Grupo de control		Ganancia de Hake por ítem G_{exp}	Ganancia de Hake por ítem $G_{control}$
		Pre	Post	Pre	Post		
1	1c	1	9	3	3	0.72	0.00
2	2b	1	6	4	6	0.45	0.20
3	3a	6	12	6	7	1.00	0.12
4	4b	3	7	5	6	0.44	0.11
5	5b	5	6	5	5	0.14	0.00
6	6b	2	10	7	9	0.80	0.29
7	7c	1	7	2	2	0.54	0.00
8	8a	7	9	8	8	0.40	0.00
9	9c	8	11	8	11	0.75	0.50
10	10b	2	7	7	7	0.50	0.00
11	11c	1	5	1	2	0.36	0.08
12	12a	4	12	6	7	1.00	0.12

A continuación se presenta la Gráfica 1 que muestra la Ganancia de Hake por ítem de los grupos experimental y el de control expresados en la Tabla II.

En Hake [12], se definen tres categorías para la ganancia para propósitos de interpretación y análisis de

resultados, a saber: g alta para resultados con $\langle g \rangle \geq 0.7$; g media para resultados con $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$; y g baja para resultados donde $\langle g \rangle < 0.3$



GRÁFICA 1. Ganancia de Hake por ítem del grupo experimental y del de control.

Con base en estas categorías se observa que el grupo experimental logró una ganancia alta en los ítems 1, 3, 6, 9 y 12; una ganancia media en los ítems 2, 4, 7, 8, 10 y 11; y una ganancia baja en el ítem 5. Esto implica que hubo una mejora significativa en ponderar las siguientes ideas:

- El concepto de calor como proceso energético sobre la idea errónea de que el calor está contenido en el objeto.
- Que la diferencia de temperaturas es la condición necesaria para que se transfiera el calor.
- Reconocer que el concepto de caliente es un indicador cualitativo de temperatura y no de calor.
- Que el calor se conduce en una varilla metálica sin importar la orientación de la varilla (hacia arriba o hacia abajo), a diferencia de la convección que, salvo excepciones, el desplazamiento del fluido caliente va hacia arriba.
- Reconocer que el calentamiento o enfriamiento por radiación depende del color y que estos dos fenómenos suceden más rápido en el color negro que en el blanco.

En contraste, para el grupo de control se observó una situación diferente, ya que sólo se obtuvo una ganancia media en el ítem 9 y una ganancia baja para los 11 ítems restantes.

En resumen, en el grupo experimental, se obtuvo una ganancia alta en el 41.7% de las preguntas, una ganancia media en el 50% y sólo el 8.3% de las preguntas obtuvo una ganancia baja. La ganancia para cada pregunta se situó en el intervalo $0.14 < g < 1.00$.

Para el grupo de control se obtuvo una ganancia media en el 8.3% de las preguntas y la ganancia baja para el restante 91.7%. Aquí la ganancia por pregunta se situó en el intervalo $0 < g < 0.50$.

Los resultados del grupo experimental sustentan una mejora en el aprendizaje de los temas de calor, temperatura y transmisión de calor cuando usamos la Investigación Dirigida.

En la Gráfica 2, se muestran la ganancia promedio del grupo experimental y del grupo de control, también expresados en la Tabla II.

La ganancia media (0.59) del grupo experimental implica que el porcentaje de aciertos, que fue del 28.47 % en el pretest, se incrementó al 70.14% en el postest. La ganancia baja (0.11) del grupo de control implica que el porcentaje de aciertos se incrementó de 36.90% a 43.45%. La ganancia promedio del grupo experimental (\bar{g}_{GE}) y la ganancia promedio del grupo de control (\bar{g}_{GC}) satisfacen $\bar{g}_{GE} = 5.4 \bar{g}_{GC}$.



GRÁFICA 2. Ganancia de Hake promedio de los doce ítems.

También calculamos la ganancia de Hake por contenido temático. Estos valores se muestran en la Tabla III.

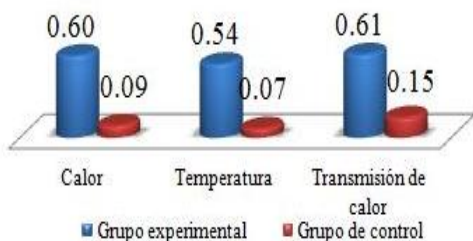
TABLA III. Ganancia de Hake por contenido temático.

Contenido temático	G_{exp} Respuestas correctas		$G_{control}$ Respuestas correctas		Ganancia de Hake G_{exp}	Ganancia de Hake $G_{control}$
	Pre	Post	Pre	Post		
Calor	18	43	26	30	0.60	0.09
Temperatura	8	23	14	16	0.54	0.07
Transmisión de calor	15	35	22	27	0.61	0.15

En la Gráfica 3 se muestra la ganancia de Hake por contenidos temáticos expresados en la Tabla III. En dicha gráfica, se observa que en el grupo experimental la ganancia de Hake lograda fue media para los tres contenidos temáticos y con valores muy similares (ligeramente menor en el tema de temperatura). Esto sugiere que la instrumentación de la estrategia didáctica tuvo una efectividad similar en la enseñanza de los tres contenidos temáticos. En contraste en el grupo de

control se observa que las ganancias para los tres contenidos temáticos fueron bajas.

Las relaciones de proporción entre ambos grupos (experimental g_{GE} y de control g_{GC}) para las ganancias de Hake en los tres contenidos temáticos son: en *calor* $g_{GE} = 6.7 g_{GC}$; en *temperatura* $g_{GE} = 7.7 g_{GC}$ y en *transmisión de calor* $g_{GE} = 4.1 g_{GC}$.



GRÁFICA 3. Ganancia de Hake por contenidos temáticos.

De estos resultados se infiere que en el grupo experimental la Investigación Dirigida motivó la adquisición de las concepciones científicas de calor, temperatura y transmisión de calor. De nuestros resultados deducimos que la ganancia lograda se debe a que se realizaron suficientes actividades experimentales apoyadas en los resultados del pretest y una vasta discusión de situaciones de la vida diaria, que para su explicación se involucran los temas desarrollados.

De estos resultados se infiere que la instrucción tradicional no fue suficiente para que los estudiantes aprendieran los conceptos científicos de dichos temas. La ganancia baja en el grupo de control, consideramos que se debe, entre otros factores, a que en una instrucción tradicional no se tienen los indicadores que proporcionan los test usados en esta investigación educativa, los cuales permiten hacer énfasis en los modelos erróneos que tiene los estudiantes al iniciar un tema o curso.

C Análisis de la t de Student

Con el propósito de contrastar las hipótesis de investigación, en esta sección se realiza un análisis a partir de la *t* de Student. Esta prueba estadística es de utilidad para evaluar si dos grupos de datos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias comparadas en dos momentos diferentes, por lo que se utilizan los resultados de un pretest y un postest.

Las hipótesis de investigación para este trabajo son:

Primera hipótesis: *En los temas de calor, temperatura y transmisión de calor la Investigación Dirigida favorece una evolución significativa de las ideas previas con las que inició el estudiante a un conocimiento científico de estos temas.*

Segunda hipótesis: *Comparada con el método de enseñanza tradicional la Investigación Dirigida favorece*

el aprendizaje de los conceptos científicos de calor, temperatura y transmisión de calor.

Para la contrastación de hipótesis, éstas se expresaron en términos estadísticos, mediante una hipótesis nula (que sostiene que la aplicación de un estímulo experimental no produce ningún efecto en los grupos considerados implicando que las medias son iguales) y una hipótesis alternativa, (que sostiene que los grupos de datos difieren de manera significativa entre sí cuando a uno se le aplica un estímulo experimental, lo que implica medias diferentes). A continuación se enuncian las hipótesis nulas y alternativas para la primera y segunda hipótesis de investigación respectivamente.

Hipótesis nula 1: No hay diferencia significativa en el puntaje obtenido por el grupo experimental en el pretest y el postest sobre conceptos de calor, temperatura y transmisión de calor.

Hipótesis alternativa 1: El puntaje obtenido por el grupo experimental en el pretest sobre conceptos de calor, temperatura y transmisión de calor es significativamente distinto al obtenido en el postest.

Hipótesis nula 2: No hay diferencia significativa en el puntaje obtenido en el postest por el grupo experimental y el de control sobre conceptos de calor, temperatura y transmisión de calor.

Hipótesis alternativa 2: Los resultados del postest sobre los temas de calor, temperatura y transmisión de calor son significativamente distintos entre el grupo experimental y el de control.

De acuerdo con Hernández *et al.* [15], el nivel de significación representa la probabilidad de que una discrepancia entre las medias pueda ocurrir al azar, por ello, cuando el valor del nivel de significatividad es suficientemente pequeño se rechaza la hipótesis nula y se afirma que se ha obtenido una diferencia estadísticamente significativa entre las medias, sustentándose así la hipótesis alternativa. El valor del nivel de significación para realizar generalizaciones debe de ser de 0.05 o menor lo que implica el 5% de error (o bien el 95 % de seguridad).

En la Tabla IV se muestran las medias para las respuestas correctas obtenidas en el pretest y en el postest para cada contenido temático, así como los valores para la *t* de Student y los niveles de significatividad para el grupo experimental y para el grupo de control.

TABLA IV. Rendimiento de los grupos experimental (GE) y de control (GC).

Contenido temático	Media en el pretest GE	Media en el postest GE	<i>t</i> GE	Nivel de significación GE	Media en el pretest GC	Media en el postest GC	<i>t</i> GC	Nivel de significación GC
Calor	$\bar{y}_A = 1.50$	$\bar{y}_B = 3.58$	1.43	0.08	$\bar{y}_A = 1.86$	$\bar{y}_B = 2.14$	0.22	0.42
Temperatura	$\bar{y}_A = 0.67$	$\bar{y}_B = 1.92$	1.18	0.12	$\bar{y}_A = 1.00$	$\bar{y}_B = 1.14$	0.14	0.44
Transmisión de calor	$\bar{y}_A = 1.25$	$\bar{y}_B = 2.92$	1.29	0.10	$\bar{y}_A = 1.57$	$\bar{y}_B = 1.92$	0.24	0.40

María de la Cruz Medina Ramos, A. López Ortega y César Mora
 Los valores de t y del nivel de significatividad están representados de la Gráfica 4 a la Gráfica 9, las cuales están asociadas por pares para contrastar los resultados de ambos grupos para cada contenido temático. En estas gráficas la zona bajo la curva asociada al valor de t se representan en color amarillo y la zona bajo la curva asociada a la probabilidad de que coincidan las medias se representan en color azul y rojo considerando ambas colas de la curva.

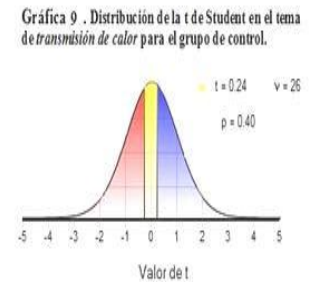
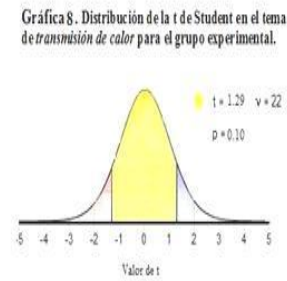
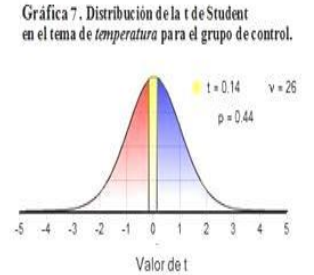
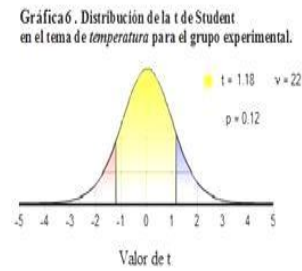
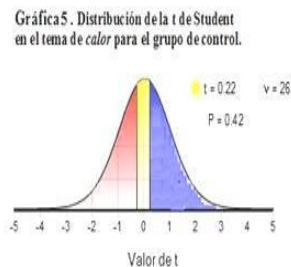
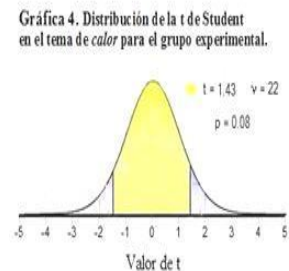
La Gráfica 4 muestra que para el concepto de calor en el grupo experimental, el valor del nivel de significatividad es de 0.08 lo cual representa una probabilidad del 8% de que coincidan las medias. En contraste, en la Gráfica 5 se muestra que para el grupo de control la probabilidad de que las medias sean iguales es del 42%.

En la Gráfica 6 se muestra que para el concepto de temperatura la probabilidad de que coincidan las medias es del 12% para el grupo experimental, mientras que para el grupo de control en la Gráfica 7 se muestra que esta probabilidad es del 44%.

Por último, en la Gráfica 8 se muestra que para el concepto de transmisión de calor la probabilidad de que coincidan las medias es del 10% para el grupo experimental y del 40% para el grupo de control (Gráfica 9).

Como se observa en estas gráficas, en el grupo experimental se obtuvo un nivel de significación suficientemente bajo para los tres temas, lo que implica que las diferencias entre las medias que fueron obtenidas en el pretest y el postest para cada uno de ellos son estadísticamente significativas. Esto permite en ambas hipótesis de investigación rechazar cada hipótesis nula con lo cual se verifica la hipótesis alternativa correspondiente.

En contraste en el grupo de control, el nivel de significatividad fue alto para los tres temas, esto implica que las diferencias entre las medias obtenidas en el pretest y el postest para cada tema no son estadísticamente significativas. En este caso se interpreta que la aplicación de la instrucción tradicional no tuvo un efecto significativo para favorecer un aprendizaje de las concepciones científicas de calor, temperatura y transmisión de calor.



Como lo mencionamos al principio de esta sección, de acuerdo con Hernández *et al.* (2006) el porcentaje requerido en el nivel de significación para poder hacer afirmaciones es del 5%. Sin embargo, en este estudio se rechazó la hipótesis nula en el grupo experimental con resultados en el nivel de significación del 10% \pm 2% básicamente por dos razones. La primera es que se obtuvieron resultados con una diferencia significativa a favor de la hipótesis alternativa respecto a los resultados del grupo de control. La segunda es que los grupos con los que se trabajaron son pequeños con lo que observamos que si tenemos algunos estudiantes cuyo avance no es satisfactorio, sus resultados impactan notablemente en el valor del nivel de significación.

V. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones más relevantes que se derivan del trabajo de investigación con base en los resultados obtenidos del pretest, el postest y las hipótesis de investigación planteadas.

A. Conclusiones sobre el diseño de ítems

Con los resultados de pretest de la muestra estudiada se validaron los cuatro ítems del tema de transmisión de calor obteniendo tres del tipo LM y uno del tipo MM. De acuerdo con Bao & Redish (2001), los LM son de diseño apropiado ya que indican que las preguntas detonaron distractores atractivos que corresponden a modelos incorrectos comunes del estudiante. El de tipo MM no aportó información sobre dichos modelos por lo que se considera pertinente sustituirlo en investigaciones posteriores.

B. Conclusiones sobre el avance en el aprendizaje de conceptos termodinámicos

Con los resultados obtenidos del pretest y el postest para los temas de calor, temperatura y transmisión de calor se logró:

La medición del avance en el aprendizaje de conceptos de los estudiantes obteniendo una ganancia de Hake por ítem, y por contenido temático cuya media para el grupo experimental fue de $\bar{g}=0.59$ catalogada por Hake como una ganancia media y de $\bar{g}=0.11$ para el grupo de control considerada como una ganancia baja. Los valores de las ganancias en el caso del grupo experimental implica que los aciertos en el pretest que fueron del 28.47% se incrementaron al 70.14% en el postest y para el grupo de control, los aciertos en el pretest que fueron de 36.90 % se incrementaron sólo al 43.45%. La relación entre las ganancias de Hake es $g_{GE} = 5.4 g_{GC}$.

C. Conclusiones sobre las hipótesis de investigación

Se contrastaron las hipótesis de investigación con los valores del nivel de significación calculados a partir de la t de Student, obteniendo para el grupo experimental los valores de **0.08, 0.12, 0.10** en los temas de calor, temperatura y transmisión de calor, respectivamente, y de **0.42, 0.44 y 0.40** para el grupo de control. Con base en los resultados de las pruebas sobre los temas analizados se verificó que los estudiantes del grupo experimental lograron un rendimiento mayor que los estudiantes del grupo de control.

Para la primera hipótesis de investigación (En los temas de calor, temperatura y transmisión de calor la Investigación Dirigida favorece una evolución significativa de las ideas previas con las que inició el estudiante a una perspectiva científica de estos temas) los resultados muestran que:

- En los temas de calor, temperatura y transmisión de calor el grupo experimental obtuvo una diferencia significativa entre el conocimiento conceptual adquirido con la instrucción de Investigación Dirigida, respecto al conocimiento conceptual con el que inició.
- En el grupo de control, en donde los estudiantes llevaron una instrucción tradicional de los temas de calor, temperatura y transmisión de calor, no se muestra una diferencia significativa entre el conocimiento conceptual con el que iniciaron respecto al evaluado después de la instrucción.

Para la segunda hipótesis de investigación (Comparada con el método de enseñanza tradicional, la Investigación Dirigida favorece el aprendizaje de las concepciones científicas de calor, temperatura y transmisión de calor) los resultados muestran que:

- Los estudiantes del grupo experimental lograron un rendimiento mayor en las pruebas sobre los temas estudiados que los estudiantes del grupo de control. Por lo que verificamos que existe una diferencia

significativa entre el conocimiento conceptual de calor, temperatura y transmisión de calor adquirido con la instrucción de Investigación Dirigida por el grupo experimental respecto al conocimiento conceptual de los estudiantes que llevaron una instrucción tradicional.

D. Sugerencias para la implementación de la Investigación Dirigida

Una de las principales debilidades de la Investigación Dirigida es el tiempo requerido para desarrollar un tema, que de acuerdo a nuestra experiencia, se debe a que tanto el profesor como el estudiante deben asumir actitudes y realizar actividades a las que no están acostumbrados. Por ello para una mejor funcionalidad de la estrategia de Investigación Dirigida sugerimos lo siguiente:

- ❖ Aclarar de manera constante los roles del profesor y del estudiante con una actitud cordial y ejemplificada en el desarrollo, lo que favorece un clima adecuado y amigable para que los estudiantes se sientan cómodos al expresar sus hipótesis (ya que un estudiante no las va a emitir solo porque el profesor se lo pida). Es muy importante hacerles ver que lo que digan (en sus hipótesis) no necesariamente debe ser correcto, sin embargo es el momento de adquirir conocimiento científico.
- ❖ Asumir que el profesor es quien plantea las situaciones de estudio, ya que, al estudiante de bachillerato en general le es difícil problematizar situaciones.
- ❖ Seleccionar situaciones CTS sencillas y de fácil entendimiento para los estudiantes.
- ❖ Seleccionar con cuidado los conceptos clave del tema a desarrollar evitando los programas enciclopédicos que pongan en riesgo el tiempo requerido para la construcción de los conceptos por ser demasiado numerosos.

E. Conclusión general

El estudio realizado nos permite afirmar que la Investigación Dirigida es un método eficiente para la enseñanza de los temas de calor, temperatura y transmisión de calor debido a que favorece la construcción y la comprensión de conceptos físicos a partir de la problematización y ayuda en el desarrollo de la capacidad del estudiante para expresar oralmente explicaciones y argumentaciones de problemas físicos tratados tanto en el contexto escolar como en la vida diaria.

Cabe mencionar que un análisis más extenso de los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo de investigación se puede consultar en la Tesis de Maestría de María de la Cruz Medina Ramos presentada en CICATA Legaria, Instituto Politécnico Nacional [16].

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal (IEMSDF) por ofrecer las facilidades para el desarrollo de este trabajo. También se agradece el apoyo de CONACYT- México, EDI-IPN, COFAA-IPN y de los proyectos de investigación SIP-20140832 y SIP-20140000.

REFERENCIAS

- [1] SBGDF, *Proyecto Educativo* (Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Desarrollo Social, Instituto de Educación Media Superior del DF, México 2005).
- [2] Guía Académica de Física del IEMSDF. Consultada el 21 de marzo de 2011 de <http://academicos.iems.edu.mx/index.php/produccion-inst/jornadasacademicas/item/352.html>
- [3] Gil, D., *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación*, Enseñanza de las Ciencias **11**, 197-212 (1993).
- [4] Hewitt, P., *Física Conceptual*, 4ta. Ed. (Pearson, México, 2005).
- [5] Máximo, A. & Alvarenga, B., *Física General con experimentos sencillos*, 4ta. Ed. (Oxford, México, 2000).
- [6] Wilson, J., *Física* 2ª Ed. (Prentice Hall, México, 1996).
- [7] Moltó, E., *Fundamentos de la Educación en Física* (Ministerio de Educación, La Habana, 2003).
- [8] SBGDF, *Ciencias, Programas de Estudio* (Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Desarrollo Social, Instituto de Educación Media Superior del DF, México, 2005).
- [9] Lang Da Silveira, F. & Moreira, M. A., *Validación de un Test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna*, Enseñanza de las Ciencias **14**, 75-86 (1996).
- [10] Martínez, J.M. & Pérez, B.A., *Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica*. Enseñanza de las Ciencias, **15**, 287-300 (1997).
- [11] Prince, M., Vigeant, M. y Nottis, K., *Development of a concept inventory in heat transfer*, American Society for Engineering Education, (2009).
- [12] Hake, R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. **66**, 64-74 (1998).
- [13] Box, G., Hunter, S. y Hunter, W., *Estadística para Investigadores: Diseño, innovación y descubrimiento*, 2ª Ed. (REVERTÉ, México, 2008).
- [14] Bao, L. & Redish, E., *Concentration analysis: A quantitative assessment of Student states*, Am. J. Phys. Suppl. **69**, 45-53 (2001).
- [15] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., *Metodología de la Investigación Educativa*, 4ta. Ed. (Mc Graw Hill, México, 2006).
- [16] Medina Ramos, M.C., *Una Propuesta de Enseñanza basada en la Investigación Dirigida del tema de*

Transmisión de Calor para estudiantes de bachillerato, Tesis de Maestría (2011). Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, México.

APÉNDICE A

A continuación se muestra el instrumento utilizado en la presente investigación educativa. Cabe mencionar que las primeras ocho preguntas corresponden al test de Silveira y Moreira [9]. Las respuestas correctas aparecen en negritas.

Evaluación de los conceptos de calor, temperatura y transmisión de calor

- 1. Asociamos la existencia de calor:**
 - a. A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor
 - b. Sólo a aquellos cuerpos que están “calientes”
 - c. A situaciones en las que ocurre una 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 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. Calor es:**
 - a. Energía cinética de las moléculas
 - b. Energía que se transfiere por una diferencia de temperaturas**
 - c. La energía contenida en un cuerpo
- 5. 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 los de madera
 - b. La temperatura de los objetos de metal es la misma que los de madera**
 - c. Ningún objeto presenta temperatura
- 6. Considera dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en el congelador. Básicamente, ¿qué diferencia hay entre ellas inmediatamente después de sacarlas del horno y del congelador respectivamente?**
 - a. La cantidad de calor contenida en cada una de ellas
 - b. La temperatura de cada una de ellas**
 - c. Una de ellas contiene calor y la otra no

7. **Dos cubos metálicos A y B son colocados en contacto. A está más caliente que B. Ambos están más calientes que el ambiente. Al cabo de un cierto tiempo la temperatura final de A y B será:**
 - a. Igual a la temperatura inicial de B
 - b. Un promedio entre las temperaturas iniciales de A y de B
 - c. Igual a la temperatura ambiente

8. **Dos esferas del mismo material pero cuyas masas son diferentes quedan durante mucho tiempo en un horno. Al retirarlas del horno, son inmediatamente puestas en contacto. En esa situación:**
 - a. Ninguna de las dos esferas transfiere calor a la otra.
 - b. Se transfiere calor de la esfera de mayor masa hacia la de menor masa
 - c. Se transfiere calor de la esfera de menor masa a la de mayor masa

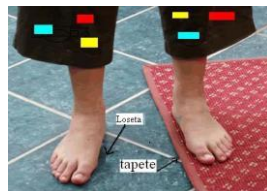
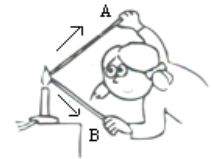
9. **Se tienen dos varillas de aluminio. ¿Qué sucede al ponerlas en la flama como se indica en la figura?**
 - a. El calor solo se conduce hacia arriba por la varilla A
 - b. El calor solo se conduce hacia abajo por la varilla B
 - c. El calor se conduce por igual en las varillas A y B

10. **¿Por qué al estar descalzos en casa se siente más frío al pisar la loseta que al pisar el tapete? Observa la figura.**

- a. Porque el tapete está a mayor temperatura que la loseta
- b. Porque la loseta es mejor conductor del calor que el tapete
- c. Porque el tapete es mejor conductor del calor que la loseta

11. **Al colocar una mano a unos 30 cm por encima de la flama de una vela, sientes que te quemas debido a que:**
 - a. El aire caliente sube por conducción
 - b. El aire caliente sube por radiación
 - c. El aire caliente sube por convección

12. **Se tienen dos latas una negra y una blanca. Ambas están llenas con agua a 50 °C. ¿Cuál se sentirá más caliente al acercarse a 5 cm de distancia?**
 - a. La lata negra
 - b. La lata blanca
 - c. Ambas se sienten igual



APÉNDICE B

Tabla. Actividades de aprendizaje para caracterizar y diferenciar la *radiación* como proceso de transmisión de calor.



Actividades de aprendizaje y características



Objetivos

Que el estudiante logre:

(A) Presentación de la situación problemática

<p>Medidas que hay que tomar en cuenta para adquirir un auto con base en la radiación de calor para ahorrar energía eléctrica.</p> <p>✚ (A) Planteamiento de la pregunta generadora <i>¿De qué color debe de ser un carro para favorecer un clima tolerable dentro de él en el verano y en el invierno?</i></p> <p>✚ (A) Discusión de la importancia de la situación problemática <i>¿En cuáles situaciones de tu vida cotidiana has observado que el calentamiento y el enfriamiento de un objeto dependen de su color? ¿Cómo impacta a la economía familiar tener o no este conocimiento?</i></p>	<p>Diferenciar la razón de transferencia de calor en relación al color del objeto.</p> <p>Reconocer la incidencia de los fenómenos térmicos en la vida diaria y por tanto la importancia de adquirir un conocimiento científico de ellos.</p>
<p>✚ (A) Estudio cualitativo de la situación problemática Discusión de aspectos como: La influencia del color de un objeto en la rapidez para que se caliente o se enfríe, por ejemplo, se tienen dos latas, una negra y una blanca, ambas están llenas con agua a 50 °C, ¿En cuál se sentirá más caliente al acercarse a 5 cm de distancia? Si quieres mantener caliente un café mientras lo consumes, ¿tendrá el mismo efecto tenerlo en un vaso de unicele blanco que en un vaso de unicele pintado de negro?</p> <p>✚ (A) (I) Investigación Documental previa sobre radiación de calor. En esta actividad se pretende que el estudiante conozca y discuta: -El mecanismo de transferencia por radiación. -La rapidez de calentamiento por radiación dependiendo del color del objeto.</p>	<p>Construir una idea general sobre el trabajo que va a desarrollar en el tema de radiación de calor.</p> <p>Identificar que la radiación de calor se da por ondas electromagnéticas.</p> <p>Identificar y describir que el calentamiento por radiación depende del color del objeto, del tiempo de calentamiento y del área de exposición.</p>
<p>✚ (A) Planteamiento de hipótesis.</p>	<p>Practicar el planteamiento de hipótesis con base en sus conocimientos adquiridos sobre radiación de calor.</p>
<p>✚ (A) Discusión de las alternativas de solución Discusión sobre la necesidad de realizar actividades experimentales para contrastar las hipótesis elaboradas y consensuar que se buscaría en dichas actividades experimentales. Se orienta la discusión con preguntas tales como: ¿Cómo mostrar el calentamiento y el enfriamiento de un objeto en función de su color? ¿Cuáles son las variables que debemos controlar para comparar el calentamiento y el enfriamiento por radiación en objetos pintados de diferentes colores?</p>	<p>Discutir las características de la actividad experimental como alternativa para la contrastación de hipótesis y por tanto para la solución de la situación problemática.</p>
<p>✚ (A) (I) Realización de actividades experimentales En esta actividad, se calientan iguales cantidades de agua en botes (del mismo tamaño y geometría) pintados de diferentes colores, expuestos a la radiación solar</p>	<p>Reconocer que el calentamiento por radiación depende del color del</p>

<p>para medir las temperaturas alcanzadas en un mismo intervalo de tiempo (10 minutos). Después se miden las temperaturas de enfriamiento también para un mismo intervalo de tiempo. Esta actividad se realizó alrededor de las 10 de la mañana. Se les solicita a los estudiantes realizar la misma actividad en sus casas entre 4 y 5 de la tarde.</p> <p>En el análisis de la actividad experimental, se pretende que el estudiante identifique que tanto el calentamiento como el enfriamiento por radiación dependen del color y que ambos procesos son más rápidos en el color negro (con una mayor emisividad y absorción) que en el color blanco.</p> <p>Por otro lado que identifiquen que el calentamiento por radiación es mayor en la tarde que en la mañana situación que es tomada en cuenta para orientar la construcción de casas.</p>	<p>objeto, del tiempo de calentamiento y del área de exposición.</p> <p>Diferenciar las características del calentamiento por radiación particularmente en objetos pintados de blanco y negro por poseer características opuestas.</p>
<p>✚ (A) Análisis de resultados en equipo y en grupo</p> <p>Contrastación de las hipótesis con los resultados obtenidos en sus actividades experimentales.</p> <p>Discusión de la pregunta generadora en equipo y luego en grupo.</p>	<p>Explicar y argumentar sus ideas y opiniones de fenómenos térmicos con base en los conceptos aprendidos de radiación de calor.</p>
<p>✚ (A) (I) Actividades de consolidación</p> <p>Discusión sobre situaciones de la vida diaria que involucran el calentamiento por radiación.</p> <p>En un día muy soleado tienes que decidir entre ponerte una de tres camisas de algodón cuya única diferencia es el color, hay amarilla, roja y café, <i>¿Cuál te pones para no sentir tan caliente el ambiente?</i></p> <p><i>¿Por qué se calienta un objeto cuando se expone a la radiación solar, si la distancia entre la Tierra y el Sol es enorme y existe vacío?</i></p> <p>En un día de invierno, cuando entras al salón de clases, entre más estudiantes entran, más se calienta el espacio. <i>¿Cómo se lleva a cabo este calentamiento?</i></p> <p>CTS</p> <p><i>Situación problematizada</i></p> <p>Medidas que hay que tomar en la construcción de una casa común con base en la transferencia de calor para ahorrar energía eléctrica.</p> <p>Preguntas generadoras:</p> <p><i>¿Cómo construirías una casa con la arquitectura tradicional tomando en cuenta la transferencia de calor por conducción, convección y radiación para ahorrar energía eléctrica en el verano y en el invierno?</i></p>	<p>Profundizar en la comprensión de los conceptos asociados a la radiación de calor.</p>