

# Transmisión de Calor: Una alternativa de enseñanza y aprendizaje basada en la investigación dirigida



**María de la Cruz Medina Ramos<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria  
Instituto Politécnico Nacional, Legaria #694. Col. Irrigación, CP.11500, México, D. F.

<sup>2</sup>Plantel Felipe Carrillo Puerto, Instituto de Educación Media Superior, Calle Oriente  
237 No. 21 Colonia Agrícola Oriental c.p. 08500, México D. F.

**E-mail:** maricruzmedina.iems@gmail.com

## Resumen

En esta propuesta de tesis se plantea realizar una investigación educativa que incluye la planeación, desarrollo y evaluación del tema de transmisión de calor con base en la estrategia didáctica de investigación dirigida. El propósito es plantear una alternativa del proceso de enseñanza y aprendizaje en el que se construya el conocimiento de dicho tema y se dimensione socialmente lo más posible, además de, poner a prueba la efectividad de la propuesta en grupos de bachillerato del Instituto de Educación Media Superior (IEMS). Para evaluar dicha propuesta, se tiene como criterio de evaluación principal el monitoreo del rendimiento escolar a través del logro de objetivos de aprendizaje y el desarrollo de habilidades propias de la metodología científica mediante instrumentos de evaluación como un inventario de conceptos de transmisión de calor y la elaboración de bitácora.

**Palabras clave:** aprendizaje de transmisión de calor, investigación dirigida, metodología científica.

## Abstract

This thesis proposal poses to make an educational research that includes the planning, development, and evaluation of the topic heat transmission using as a base the didactic strategy of guided research. The purpose is to contribute with an alternative of the process of teaching and learning, in which, the knowledge of that topic can be constructed and introduced in a social dimension, and also, to prove its effectiveness in high school groups inside the IEMS. To assess aforementioned proposal, it will be evaluate the school advance through the achievement of learning objectives and developed scientific abilities with a heat transfer concept inventory and the elaboration of a logbook.

**Keywords:** heat transmission learning, guided research, and scientific methodology.

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

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis surge a partir de considerar una *problemática* en el contexto de la enseñanza y aprendizaje de la Física en el bachillerato, tanto documentada en la literatura como observada en la experiencia. Se plantea en dos aspectos:

En lo *didáctico* asociado a que el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física, en general se desarrolla como un *conocimiento en fragmentos y desligado del entorno y necesidades del estudiante*, por lo que para él, la enseñanza y el aprendizaje en la educación escolarizada pierden su esencia y significado.

Por otro lado, en lo *disciplinar*, relacionado con el *manejo impreciso de nociones básicas* particularmente en el tema de calor y con la *debilidad* observada en los estudiantes para cuestionar fenómenos naturales o situaciones de su entorno, o argumentar sus respuestas o planear sus actividades escolares que son *habilidades propias de una metodología científica*.

De acuerdo con Moltó [1], la sociedad actual y las mismas características de la ciencia imponen exigencias que deben de tomarse en cuenta al planear y desarrollar un proceso de enseñanza y aprendizaje de ciencias, por ejemplo, introducir aspectos propios de la forma de pensar y actuar de los científicos, como enfrentarse a problemáticas abiertas, elaborar hipótesis, trabajar en equipos, argumentar puntos de vista, usar la Informática, además de, actualizar el conocimiento y relacionarlo con otras áreas de conocimiento para que los estudiantes observen el reflejo de ellos en su vida cotidiana.

Considero que ignorar la relación de ciencia y sociedad y las necesidades derivadas de ella en la educación escolar, ha sido uno de los factores significativos que ha llevado a la enseñanza a descontextualizarse y ser una causa relevante para la fractura entre la práctica docente y las expectativas de los estudiantes.

Por lo anterior, presento una propuesta con base en una investigación educativa para configurar un proceso de enseñanza y aprendizaje en Física considerando algunos

fenómenos de transmisión de calor y como estrategia didáctica una aproximación del proceso de enseñanza a un proceso de investigación dirigida.

Se tiene como propósito el de esclarecer nociones básicas de dicho tema a través de métodos que permitan construir y dimensionar socialmente el conocimiento lo más posible, además de, poner a prueba la efectividad de la propuesta en grupos de bachillerato del Instituto de Educación Media Superior (IEMS).

Para evaluar dicha propuesta, se utilizará como criterio de evaluación principal el monitoreo del rendimiento escolar a través del logro de objetivos de aprendizaje y del desarrollo de habilidades propias de la metodología científica mediante instrumentos de evaluación como un inventario de conceptos de transmisión de calor con base en la referencia [8] y la elaboración de bitácora. Con estos instrumentos se tendrá un apoyo tanto en la planeación como en la orientación para la documentación de avances, así como un respaldo para la autoevaluación y la elaboración de informes científicos.

## II. FUNDAMENTOS PARA LA PROPUESTA. MARCO TEÓRICO

En la literatura hay evidencias de que la investigación dirigida, favorece en el estudiante el desarrollo de habilidades científicas y la oportunidad de abordar problemas abiertos con repercusiones científicas y sociales.

La estrategia de investigación dirigida es una tendencia del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias que se desarrolla como un sistema de tareas educativas semejante a un plan de investigación con un objetivo específico. El trabajo de los estudiantes se organiza en pequeños grupos en los que una vez trabajados los aspectos de forma individual puedan confrontar sus ideas y después defenderlas a nivel de un grupo mayor. La evaluación es para cada tarea educativa realizada de manera que ésta y en particular la autoevaluación pase a formar un quehacer escolar cotidiano. Moltó [1].

Gil Pérez [2,3] propone cómo orientar a los estudiantes para abordar la resolución de problemas sin datos mediante un conjunto de sugerencias que suponen un modelo de solución de problemas como investigación.

I. Plantear situaciones problemáticas y considerar cuál puede ser el interés en ella.

La discusión previa del interés, proporciona una concepción preliminar de la tarea y favorece una actitud más positiva hacia ella, además permite una aproximación funcional a las relaciones  $C/T/S^1$ , uno de los aspectos generalmente olvidados.

II. Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema.

Oportunidad para que los estudiantes expresen funcionalmente sus ideas ante la ausencia de datos e incógnitas.

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.

Ocasión para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones. Las hipótesis orientan sobre los datos a buscar y junto con conocimientos revisados permitirán analizar los resultados y todo el proceso.

IV. Elaborar posibles estrategias de solución, incluyendo las experimentales (reales o modeladas) antes de proceder a ésta, evitando el ensayo y error. Buscar distintas vías de solución para posibilitar la contrastación de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.

Las estrategias de solución no derivan automáticamente de los principios teóricos sino que son también construcciones tentativas, que parten del planteamiento cualitativo realizado, de las hipótesis formuladas y de los conocimientos que se poseen en el dominio particular, pero que exigen imaginación y ensayos.

V. Realizar la solución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más, operativismos carentes de significación física.

Es necesario que la solución esté fundamentada y claramente explicada, lo que exige verbalización y se aleja de los tratamientos puramente operativos. Ello exige también una resolución literal en la que aparecen explícitamente los principios aplicados lo que facilitará el análisis de los resultados.

VI. Analizar cuidadosamente los resultados con base en las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límite considerados.

El análisis de los resultados supone su contrastación con relación a las hipótesis emitidas y al cuerpo de conocimientos. Para ello se consideran propuestas como la que Reif (1983), denomina "verificación de la consistencia interna": ¿Es razonable el valor de la respuesta?, ¿depende la respuesta, de una forma cualitativa, de los parámetros del problema en el sentido que cabría esperar?, ¿se ajusta la respuesta a lo que se podría esperar en situaciones sencillas y especiales (por ejemplo, en valores extremos de las variables)?, ¿se obtiene la misma respuesta por otro medio diferente de resolución?

La propuesta de orientar el aprendizaje como una construcción de conocimientos a través del tratamiento de situaciones problemáticas, responde a la de una investigación dirigida, en dominios conocidos por el profesor, (director de la investigación) y en la que los resultados parciales, obtenidos por los estudiantes, (investigadores noveles), pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión. No se trata, de "engañar" a los estudiantes, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren, sino de favorecer en el aula un trabajo colectivo de investigación dirigida que los familiarice con el trabajo científico y sus resultados.

Que el estudiante desarrolle habilidades y actitudes propias de la metodología científica, se traduce en favorecer su capacidad para: plantear adecuadamente las interrogantes de los fenómenos observados y situaciones de su entorno, planear su trabajo, fundamentar sus respuestas, obtener organizadamente la información, adquirir una actitud

<sup>1</sup> C/T/S: Ciencia/Tecnología/Sociedad.

comprometida y participativa, entre otros. Ello exige la elaboración de "programas de actividades" (programas de investigación) capaces de estimular y orientar adecuadamente la construcción de conocimientos por los estudiantes.

En relación con la temática de *transmisión de calor*, ésta se puede estudiar mediante un doble enfoque, *el fenomenológico*, con nociones básicas definidas a partir de la observación y la experiencia, compatible con las propuestas de los libros de texto (Hewitt [4]; Alvarenga, [5]) y *el microscópico* con la teoría cinética molecular compatible con la propuesta del libro de texto de Wilson [6]). En este trabajo se privilegiará el primero, en un primer momento, por la motivación que representa para los estudiantes con respecto al basado en modelos microscópicos.

#### *Antecedentes de la estrategia*

Guisasola *et al.* [7], expone la instrumentación y evaluación de la estrategia didáctica de investigación orientada en el aprendizaje del concepto de campo magnético.

La evaluación del programa de actividades fue aplicada a tres grupos experimentales y los resultados mostraron una mejora notable en abordar y resolver situaciones problemáticas en relación a teoría de campo. También se obtuvieron mejores resultados en el aprendizaje de fuentes de campo magnético y del modelo que explica la naturaleza magnética de la materia que como mínimo duplican los buenos resultados en relación a los grupos de control, (cuyos cursos fueron desarrollados por otros profesores sin este programa).

La estrategia presentada reitera como fortaleza su metodología para integrar al estudiante en un proceso de enseñanza y aprendizaje con iguales y para aprender a argumentar. La debilidad se presentó en el desarrollo de las propuestas CTS argumentando la falta de tiempo para realizarlas.

¿Por qué usar la estrategia de investigación dirigida?

- Favorece el tratamiento científico de situaciones problemáticas abiertas y la posibilidad de tratar con implicaciones en Ciencia, Tecnología y Sociedad lo que dimensiona socialmente el conocimiento.
- Favorece la recuperación de las ideas previas del estudiante y la construcción del conocimiento.
- Aproxima el aprendizaje a las características del trabajo científico favoreciendo esto, el desarrollo de habilidades propias de una metodología científica.
- Se plantea la actividad científica mediante una visión amplia en el que se incluye la lectura, el trabajo experimental y la comunicación entre pares.
- Propone el uso de la computación en el proceso de enseñanza aprendizaje como se utiliza actualmente en la ciencia.
- El profesor pasa de ser un transmisor de conocimientos a un director del aprendizaje del estudiante, lo que le permite cumplir mejor su misión en el proceso de enseñanza aprendizaje.

### III. OBJETIVOS GENERALES

Con base en lo expuesto anteriormente se plantean para el trabajo de tesis los *objetivos generales* siguientes:

- Diseñar un programa de actividades de fenómenos de transmisión de calor, capaces de estimular y orientar la construcción de conocimientos, así como de dimensionarlos socialmente para favorecer la motivación y el avance académico del estudiante de bachillerato.
- Implementar el programa de actividades con un enfoque fenomenológico y la investigación dirigida para favorecer en el estudiante la intuición y el desarrollo del pensamiento formal.
- Poner a prueba la efectividad de la estrategia con grupos de bachillerato.
- Evaluar el grado de avance de los estudiantes en términos de su rendimiento escolar con el logro de objetivos de aprendizaje y su desarrollo de habilidades científicas.
- Dar seguimiento puntual del proceso e identificar dificultades de la estrategia de la investigación dirigida en temas de termodinámica para evidenciar condiciones que favorecen o debilitan su instrumentación, particularmente en el desarrollo de actividades CTS.

### IV. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo del trabajo de tesis consta de cinco etapas: inicial o generadora; de indagación; de diseño del programa de tareas educativas; de prueba de la propuesta didáctica (trabajo de campo); y de estructuración, interpretación y síntesis, las cuales se describen a continuación:

- *Etapas inicial o generadora.* Consta de la presentación de la problemática, preguntas generadoras, propósitos de la investigación y planteamiento de hipótesis, justificación y una propuesta de actividades específicas para el logro de los propósitos de este trabajo.
- *Etapas de indagación.* El propósito en ésta, es obtener una idea general y panorámica sobre lo que se pretende en el desarrollo operativo del contenido, haciendo un análisis de las posibles dificultades durante el desarrollo del mismo, aquí se realizará una investigación documental previa para la elaboración del marco teórico sobre antecedentes y características de la aproximación del proceso de enseñanza a un proceso de investigación dirigida.
- *Etapas de diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje.* En esta se elaborará el programa de tareas educativas para la operatividad del tema de transmisión de calor con base en la estrategia de aproximación del proceso de enseñanza a un proceso de investigación dirigida.
- *Etapas de prueba de la propuesta operativa (trabajo de campo).* Esta etapa por sus características propias

requiere de la especificación de una metodología particular para su desarrollo, extraída de [7, 9, 12].

*Caracterización de la investigación: finalidad, enfoque y temporalidad.* Se realizará una investigación aplicada con el objetivo de estudiar el impacto en el avance académico de los estudiantes al utilizar en el aula la *estrategia didáctica de investigación dirigida*. Se propone un análisis tanto cualitativo como cuantitativo en la evaluación y seguimiento del avance académico del estudiante (enfoque de triangulación). El estudio de campo abarcará el periodo 2009-2010-B. *Definición del sujeto que se estudiará.* La evaluación de la propuesta se llevará a cabo con estudiantes del primer ciclo del bachillerato con edades de 15 a 17 años en un plantel del Instituto de Educación Media Superior (IEMS), que cursan por segunda vez la asignatura de Física I.

La pretensión es trabajar con dos grupos: uno experimental y otro de control. Éstos se forman con estudiantes de ambos turnos.

*Variables de análisis. Rendimiento escolar* medido en sus dimensiones de logro de objetivos de aprendizaje y desarrollo de habilidades de la metodología científica.

*Caracterización de las técnicas de recolección de datos.* La recolección de datos para evaluar tanto los avances en los contenidos temáticos como metodológicos se realizarán mediante: un  *cuestionario de conceptos de calor* desarrollado con base en los indicadores de [11] para apoyar tanto la planeación como la documentación de avances;  *memorias científicas* de investigaciones CTS las cuáles se evaluarán con base en criterios de evaluación sobre habilidades de la metodología científica; y la  *observación continua y permanente* para reunir evidencias en el logro de objetivos con las intervenciones y actitudes de cada estudiante.

*Protocolo del trabajo de campo.* La investigación está encaminada a lograr cambios cualitativos en el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje en el aula y no de infraestructura, lo que hace viable la aplicación de mi propuesta únicamente al hacer ajustes en la planeación del desarrollo operativo del programa. Por ello, la propuesta se desarrollará en el horario normal asignado a los grupos para llevar la asignatura de Física I y en el contexto de trasmisión de calor indicado en el programa de estudio del IEMS, [12].

*Caracterización del plan de análisis de datos*

Con los datos obtenidos tanto de los instrumentos con base en el inventario, como de las memorias científicas y bitácora personal, se organizarán en  *tablas de doble entrada* para mostrar los avances y dificultades de los estudiantes en los aspectos temáticos y metodológicos. Con dichas tablas se realizarán gráficas y se hará una interpretación y análisis de resultados.

- *Etapa de estructuración, interpretación o síntesis.* Se llevará a cabo una investigación documental de cierre y el análisis de resultados obtenidos de las diferentes actividades realizadas.

## V. DISCUSIÓN

Se asume que la estrategia didáctica de investigación dirigida se puede aplicar al tema de transmisión de calor en la enseñanza de física a nivel bachillerato mediante la elaboración y aplicación de actividades de aprendizaje.

Con ello se espera favorecer en el estudiante el pensamiento formal y por tanto el desarrollo de habilidades propias de la metodología científica que le sugieran como enfrentarse a problemas abiertos. Además de promover el trabajo ínter disciplinar lo que hace posible abordar problemas abiertos con repercusiones en ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

El ejercicio de estas acciones en el aula, me hace suponer un incremento en la motivación del estudiante para el estudio de la asignatura y una mejora significativa en la calidad de su aprendizaje.

Por otro lado, busco el desarrollo de mis habilidades para sistematizar el trabajo realizado en el aula con base en la investigación educativa para discernir y documentar algunas condiciones de éxito para la estrategia didáctica de investigación dirigida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Dr. Alfredo López Ortega del Posgrado en Física Educativa del CICATA por su apoyo con la revisión y sugerencias para mejorar el manuscrito original.

## REFERENCIAS

- [1] Moltó, E., *Fundamentos de la Educación en Física*, (Ministerio de Educación, La Habana, 2003).
- [2] 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(2), 197-212 (1993).
- [3] Gil, D., <<http://www.oei.es/oeivirt/gil02b.htm>> Consultado el 9 de junio del 2009.
- [4] Hewitt, P., *Física Conceptual*, (Pearson, 4ta. Edición, México, 2005).
- [5] Máximo, A. & Alvarenga, B., *Física General con experimentos sencillos*, (Oxford, 4ta. Edición, México, 2000).
- [6] Wilson, J., *Física*, (Prentice Hall 2da. Edición, México, 1996).
- [7] Guisasaola, et al., Campo Magnético: *Diseño y evaluación de estrategias de Enseñanza Basadas en el aprendizaje como Investigación orientada en enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 303-320 (2005).
- [8] Orieta, P., *Metodología de la Investigación Social y Educativa* (Red Federal de Formación Docente Continua, Argentina, 2006).
- [9] Sampieri, R., et al., *Metodología de la Investigación Educativa*, (Mc Graw Hill, 3ra. Edición, México, 2003).
- [10] Yuni, J., *Guía para la elaboración de un proyecto de investigación educativa*, (Universidad Nacional de Tucuman, Argentina, 2003).

[11] Prince, M. *et al.*, *Development of a concept inventory in heat transfer*, (American Society for Engineering Education, USA, 2009).

[12] SBGDF, *Ciencias, Programas de Estudio*, (Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Desarrollo Social, Instituto de Educación Media Superior del DF, México, 2005).