

# Propuesta de texto para la enseñanza de la termodinámica a nivel medio superior basado en Cuatro enfoques



Héctor J. Díaz Jiménez<sup>1</sup>, M. A. Martínez Negrete<sup>2</sup>, Alfredo López Ortega<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Educación Media Superior G.D.F, 13270 México, D.F.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México 04510 México, D.F, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional, Legaria #694. Col. Irrigación, CP.1150, México, D.F.

**E-mail:** awakatito@gmail.com

(Recibido el 04 de Diciembre de 2009; aceptado el 24 Octubre de 2010)

## Resumen

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta educativa para la enseñanza de la termodinámica a nivel medio superior, tomando como eje el modelo educativo del IEMS – GDF (Instituto de Educación Media Superior del Gobierno del Distrito Federal). El proyecto se fundamenta en cuatro enfoques que son el epistemológico, el aprendizaje significativo, el constructivismo y el de ciencia- tecnología-sociedad. Durante la práctica docente en el IEMS, impartiendo la materia de Física I, donde se encuentran ubicados los temas de termodinámica, se aplicará la propuesta buscando obtener resultados favorables en la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes, en comparación con el método tradicional de enseñanza. Estos resultados se analizarán en base a una evaluación diagnóstica al inicio del curso (conocimientos previos) y una evaluación final, además de llevar a cabo una retroalimentación continua con los estudiantes para comparar los resultados entre los grupos de control y los grupos a los que se les ha aplicado la propuesta presente, realizando para esto una investigación tanto cualitativa como cuantitativa como se recomienda en las investigaciones modernas en el área pedagógica.

**Palabras clave:** Termodinámica, aprendizaje significativo, constructivismo.

## Abstract

It is described in the present text a proposal for teaching Thermodynamics at the high school level. The proposal is elaborated within the context of the general education model of the IEMS-GDF (Instituto de Educación Media Superior del Gobierno del Distrito Federal, de la Ciudad de México). The Project is based on four main approaches: epistemological, meaningful learning, constructivism, and science, technology and society. The Project will be put into practice during the Physics Course I in IEMS, where its results will be compared with the traditional method of teaching Thermodynamics, concerning knowledge acquisition, skills and attitudes. The comparison of results will be between control groups subjected to this approach and the groups under the traditional way of teaching.

**Keywords:** Thermodynamics, epistemological, meaningful learning, constructivism.

**PACS:** 01.40.Fk, 01.40.gb, 01.40.gf

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas sustanciales de la enseñanza de la ciencia en el país es la escasa elaboración de material didáctico que esté diseñado en base a las circunstancias específicas de la población estudiantil (su contexto sociocultural) y que por otro lado contemple como eje pedagógico las teorías modernas del aprendizaje en área científica. Además se debe crear material de aprendizaje con una estructura conceptual explícita, donde la terminología y el vocabulario empleado no sean excesivamente novedoso ni difíciles para el educando, todo esto con el objetivo de contrarrestar la falta de desarrollo científico y tecnológico

que ha llevado a colocar a México como uno de los países más atrasados en dichas áreas.

Este trabajo desarrolla una propuesta de material didáctico, dirigida a estudiantes de educación media superior del IEMS, donde se abordan los temas relacionados con la enseñanza de la termodinámica desde una concepción basada en los siguientes cuatro enfoques: el Epistemológico, el Aprendizaje Significativo, el Constructivismo y el de Ciencia- Tecnología-Sociedad.

Se pretende que este material sea una guía adecuada para los docentes y estudiantes donde puedan desarrollarse los temas de física a nivel bachillerato, desde un contexto histórico, filosófico y pedagógico que le permita al educando ser un participante activo en el proceso de

enseñanza-aprendizaje y logre construir el conocimiento de manera óptima, basado en preguntas, ejercicios y experimentos que sean relevantes para él. Además se busca que el estudiante logre ubicar el desarrollo de la física como una actividad humana, inmersa en un contexto sociocultural a través de la historia. De esta manera se procurará que el aprendiz contemple a la ciencia como algo cercano a su actividad cotidiana, generando en el educando la inquietud de conocer más a fondo los temas científicos como parte de su formación educativa: asimismo, se pretende que el estudiante se percate de que la termodinámica, como cualquier ciencia, es una disciplina en constante transformación. Nuestros objetivos son:

- Generar un producto acorde a las nuevas tendencias educativas en el área de física.
- Contextualizar a los estudiantes sobre las diversas formas en que se ha dado el desarrollo de la física a través de la historia.
- Proponer alternativas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel bachillerato.

## II. ANTECEDENTES

El desarrollo de las nuevas teorías del aprendizaje basado en competencias y en el llamado aprendizaje significativo obliga a desarrollar propuestas concretas para la enseñanza en la física a todos los niveles. La elaboración de material didáctico, que pueda ser utilizado por alumnos y docentes donde se aborden los temas de física de manera coherente, apunta en esa dirección.

El enfoque del aprendizaje significativo basado en el constructivismo educativo, ha sido adoptado como eje de la educación en Secundaria de la SEP, y la enseñanza vocacional en el IPN, el IEMS y los Tecnológicos del país por mencionar algunos sistemas de enseñanza media superior.

El modelo del IEMS (que busca para los estudiantes una formación crítica científica y humanista) contempla cuatro elementos que constituyen la formación científica: actitud científica, cultura científica general, conocimiento sólido de algunas ciencias particulares y capacitación para la investigación científica. En referencia a estos aspectos se enfatiza lo siguiente:

*“el modelo busca la desmitificación de los grandes científicos y de la ciencia misma. Para lograr el desarrollo de esta actitud por supuesto es necesario que la transmitan los maestros y que sea apoyada con el estudio de la historia (epistemológica) de la ciencia (historia de los errores y de los paradigmas), con la lectura de biografías y autobiografías de los científicos y con la experimentación orientada más que nada a causar la curiosidad, interés y asombro, y no simplemente a la repetición de rutinas” Modelo Educativo del IEMS [1].*

Es importante señalar que desde su concepción, los planteles del IEMS se ubicaron en zonas de bajos recursos económicos de la ciudad de México, con el fin de atender a un sector específico de la población que estaba siendo relegado social y culturalmente, al no tener acceso a las instituciones de educación media superior existentes. Por lo

tanto, no podemos ignorar, en la construcción de la propuesta educativa, las características particulares de los estudiantes que pertenecen a dicha institución. Evidentemente la propuesta podrá ser utilizada en otros sistemas educativos a nivel nacional por las características comunes de los estudiantes.

## III. MARCO TEÓRICO

El marco teórico relacionado con el proyecto de tesis contempla los siguientes temas:

- Estudios relacionados sobre las condiciones particulares de los estudiantes a los cuales se dirige la propuesta.
- Los estudios sobre la teoría del aprendizaje significativo.
- El enfoque epistemológico de la enseñanza de la física.
- El enfoque constructivista de la enseñanza de las ciencias.
- El enfoque ciencia-tecnología y sociedad para la enseñanza de las ciencias.

### A. Sobre las condiciones de los estudiantes

Dos son tal vez los factores más importantes que debemos tomar en cuenta en la enseñanza de cualquier materia: por un lado, el estado inicial de conocimiento (preconceptos) y por otro, el estado de madurez que guardan los estudiantes al inicio del curso como lo menciona Martínez [2]. Estos factores están relacionados con las condiciones socioculturales de los estudiantes que por tanto deben de ser apreciados para la elaboración de cualquier propuesta educativa.

El trabajo de Candela [3] (llevado a cabo en una zona marginal de la ciudad de México) que estudia las competencias comunicativas de los estudiantes en la escuela en medios socialmente poco favorecidos, de los que se ha dicho, que carecen de códigos que les permitan tener un desempeño adecuado para el aprendizaje de la ciencia, resalta la importancia de elaborar material didáctico para la enseñanza de la física que considere las condiciones educativas de las comunidades estudiantiles puesto que está íntimamente relacionado con el manejo de los conocimientos previos y las concepciones alternativas de los sucesos científicos las cuales el estudiante se resiste a modificar [4].

### B. Sobre el aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo de las ciencias constituye una actividad racional semejante a la investigación científica y sus resultados (el cambio conceptual) pueden contemplarse como el equivalente –siguiendo la terminología de Kuhn- a un cambio de paradigma [5].

El aprendizaje significativo de los conceptos en física tiene como posibles consecuencias, según sus teóricos, una

comprensión y permanencia en la memoria de los estudiantes superiores a las ocasionadas por otras formas de aprendizaje [2]. La máxima discriminación entre algún concepto científico y sus preconcepciones es una de las variables importantes para que el estudiante, expuesto a ambos, logre aprender significativamente el concepto científico expuesto en el aula [6]. Por lo tanto, es necesario definir con la mayor precisión el **objeto físico** (el cual está formado por conceptos, axiomas, aparato matemático, leyes deducidas y comportamiento experimental) con el propósito de contrastarlo eficazmente con los preconcepciones del alumno [7].

### **C. Sobre el enfoque epistemológico**

Si bien es cierto que los enfoques epistemológicos sobre el aprendizaje de las ciencias son relativamente nuevos, toda concepción de la enseñanza o propuesta docente supone implícita o explícitamente una determinada concepción de la inteligencia y su funcionamiento, y debería añadirse que si se trata de la enseñanza de las ciencias supone también una determinada concepción sobre la epistemología de la ciencia, es decir sobre cómo se producen los conocimientos científicos, pues toda la enseñanza de la ciencia transmite una imagen de la ciencia y del trabajo científico. Es decir que la construcción de los conocimientos científicos tiene exigencias epistemológicas a las que es preciso prestar atención explícita [5].

En relación a la definición del objeto físico debemos de llegar a su construcción epistemológica (de manera coherente y explícita) para lograr una descripción más nítida de la teoría y de los conceptos científicos que se desean enseñar en el aula [7].

### **D. Sobre el enfoque constructivista**

Los especialistas en constructivismo identifican el replanteamiento de los contenidos curriculares, orientados a que el sujeto aprenda sobre contenidos significativos, como uno de los problemas básicos que pueden ser abordados desde esta teoría [8]. Esto sustenta de manera explícita el porqué la propuesta de investigación busca entretrejer la visión constructivista de la educación con la propuesta del aprendizaje significativo en la enseñanza de la física, tomando como antecedente, la teoría del aprendizaje de Ausubel que enfatiza el proceso de la cognición ofreciéndolo desde una perspectiva constructivista [9].

### **E. Sobre el enfoque ciencia-tecnología y sociedad**

En los últimos años, la orientación CTS ha ido impregnando los objetivos de la enseñanza de la ciencia, convirtiéndose en una línea de investigación didáctica prioritaria, que se ha ido introduciendo con fuerza en la enseñanza de la física de todos los niveles educativos [10].

Bastará con señalar que este movimiento educativo enraíza la tradición de aquellas propuestas que propugnan

una orientación más humanista de la enseñanza de las ciencias y en palabras de Martín-Gordillo (2003): “*si hubiera que enunciar en pocas palabras los propósitos de los enfoques CTS en el ámbito educativo cabría resumirlos en dos: Mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos (por lo tanto es necesaria su alfabetización científica y tecnológica) y propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas (por lo tanto también es necesaria la educación para la participación también en ciencia y tecnología)*” [11].

## **IV. PROPUESTA DE ENSEÑANZA**

Se reconoce que uno de los problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje en física es la poca comprensión de los conceptos que se abordan; este problema está fuertemente influido por el abismo entre el lenguaje coloquial que utilizan los estudiantes, y el lenguaje sofisticado que muchas veces utilizan los profesores de ciencias, lo que entorpece el proceso de razonamiento correcto, limitando un adecuado estudio de la termodinámica al crearse ambigüedades en los términos que se manejan. Partiendo de esta problemática, lo primero que creemos debe reconocer el estudiante, es el modelo físico a analizar, por lo que su construcción es un punto fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se pretende que el texto sea una guía eficaz en la construcción del llamado sistema físico, de tal manera que este deje de ser algo sumamente abstracto y confuso. En este proceso debemos de considerar los llamados preconcepciones el estudiante para que logre una comprensión correcta y duradera del nuevo conocimiento. A partir de los conceptos previos se pretende promover el cambio conceptual o, al menos, la adquisición de los nuevos conceptos, tarea nada simple, como lo muestran las investigaciones realizadas en el tema [12].

Por otra parte, considerando que el estudiante debe sentirse motivado para el aprendizaje de la física, nos basaremos en una serie de preguntas significativas sobre “su confort térmico”, “el ahorro de gas y electricidad” y “la disminución de la contaminación”, a partir de las cuales se abordan los temas básicos de la termodinámica. Estos temas serán desarrollados considerando los antecedentes históricos, las discusiones filosóficas de los conceptos (adecuándolo al nivel para el cual se desarrolla el texto) que junto a problemas numéricos y preguntas conceptuales sirvan de motivación para el estudiante y sea el vehículo para la construcción del conocimiento. Se propondrán además actividades a desarrollar, como son los experimentos prácticos, que exhiban de manera vivencial el fenómeno a analizar, y experimentos ideados, que apunten a desarrollar la capacidad de abstracción, así como temas de investigación que promuevan su desarrollo como estudiantes activos.

Los temas que se abordarán en el material didáctico son los siguientes:

- Ley cero de la termodinámica
- Concepto de temperatura

- Termómetros
- Calor
- Dilatación
- Calores específicos
- Trabajo y calor en la termodinámica
- Primera ley de la termodinámica
- Motores térmicos y segunda ley de la termodinámica
- Entropía

## V. APLICACIÓN DEL MODELO

Para la aplicación de la propuesta educativa, se contempla utilizar tanto la metodología cuantitativa como la cualitativa. Es reconocido por los especialistas en la investigación educativa que la incorporación conjunta de estas técnicas en una investigación es la tendencia más aceptada en la actualidad porque proporciona mayor certeza a los resultados.

En nuestro proyecto se implementarán, técnicas de medición controlada con instrumentos válidos y fiables (como son los test, los cuestionarios, los sistemas de observación y las entrevistas) a una población definida sobre la que se va a trabajar (estudiantes del IEMS), junto con otras actividades que se consideren pertinentes en el desarrollo de la propuesta; esto, con el fin de establecer una evaluación continua del proceso de enseñanza-aprendizaje. Al final del semestre se aplicarán algunas pruebas a los estudiantes buscando la mayor objetividad posible que nos permitan detectar si la propuesta tiene algún impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos.

Para esto se trabajará con tres grupos de la materia de Física donde a un grupo se le tomará como control, trabajando con el método tradicional de la enseñanza y los otros dos se trabajará con la propuesta de enseñanza que se contempla en el anteproyecto de tesis.

Para este propósito utilizaremos el método llamado no experimental que definiremos como la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee el control directo de las variables independientes debido a que son inherentemente no manipulables [13]. Es preciso aclarar que pese a las dificultades que presenta el método no experimental, se realizan gran cantidad de investigaciones en educación, sociología y psicología de esta forma, ya que, por un lado, surgen muchos problemas que no se prestan al modelo experimental debido a que algunas variables importantes en estas áreas, aunque pueda darse una búsqueda controlada, no puede existir una experimentación verdadera como sucede con la inteligencia, la aptitud, rendimiento, antecedentes familiares, etc., y por otro, porque este tipo de investigaciones tienen un gran valor y relevancia en situaciones de la vida real.

La propuesta se irá enriqueciendo conforme se aplique en la impartición del curso de física, llevándolo a cabo en una Preparatoria del IEMS, Simultáneamente se desarrollará la documentación bibliográfica que le dará el sustento teórico al proyecto.

## IV. DISCUSIÓN

Después de realizar una investigación bibliográfica no se logra ubicar, un trabajo enfocado ni a la enseñanza de la termodinámica, ni a la enseñanza de la física en general, basado en el modelo de bachillerato IEMS (Instituto de Educación Media Superior) que sea equivalente a la propuesta de investigación (tanto en sus fundamentos teóricos como metodológicos). Por lo anterior, quizás el proyecto origine un resultado de gran importancia en la investigación educativa en el área de física, ya que los productos obtenidos pueden ser aprovechados por un gran número de profesores y estudiantes a nivel medio superior.

La investigación está en la etapa de aplicación por lo que aun no contamos con resultados concluyentes.

## AGRADECIMIENTOS

A los responsables de la maestría en Física Educativa del CICATA-IPN, por la orientación recibida. A las autoridades del IEMS que me han brindado las facilidades para la elaboración de este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] *Modelo educativo IEMS*, 2009-12-03 <http://www.iems.df.gob.mx/html/fcientifica.html> Consultado el e de Diciembre de 2009.
- [2] Martínez, M. A., *Once semestres de aplicación del cuestionario Moreira-Axt, a estudiantes de termodinámica de la carrera de física*, Rev. Mex. Fis. **43**, 397-401 (1998).
- [3] Candela A., *Ciencia en el Aula*, (Paidós, México, 1999).
- [4] Pozo, J. I., Gómez, J. A., *Aprender y Enseñar Ciencia*, (Morata Ediciones, España, 1998).
- [5] Callejas, M. M., *Desarrollo de Competencias en Ciencias e Ingenierías: Hacia una enseñanza problematizada* (Cooperativa Editorial Magisterio, Colombia, 2006).
- [6] Ausbel, D. P., Novak, D. y Hanesian, H., *Psicología Educativa, Un Punto de Vista Cognoscitivo* (2da. Edición, Trillas, México, 1990).
- [7] Martínez, M. A., *La construcción del objeto físico en la enseñanza de la termodinámica y la mecánica*, Rev. Mex. Fis. **45**, 405-413 (1999).
- [8] Díaz, A. F., Hernández, G., *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (McGraw-Hill Interamericana, México D.F., 2002).
- [9] Moreira M. A., *La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausbel* fascículo del CIEF, Serie Enseñanza y aprendizaje, N° 1, (1993).
- [10] Cárdenas, A., Escalante, A. et al., *Los Enfoques Ciencia, Tecnología y Sociedad en el Desarrollo de los Currículos de Química del Bachillerato*, IES Pérez Galdós <<http://www.webpages.ull.es/users/apice/pdf/321-035.pdf>> Consultado el e de Diciembre de 2009.

[11] Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2 N° 2 (2003).

[12] Flores, F., *El Cambio Conceptual, interpretaciones, transformaciones y perspectivas*, Educación Química **15**, 253-269 (2004).

[13] Albert, M. J., *La investigación educativa (Claves Teóricas)* (Mc Graw Hill Interamericana de España, Madrid, 2007).