

# Aplicación de las subteorías cognitivas de la pedagogía conceptual para la enseñanza del concepto de dilatación térmica en secundaria



M. Hersilia Campuzano-Torres<sup>1,2</sup>, Daniel Sánchez-Guzmán<sup>1</sup>, Fernando Gordillo-Delgado<sup>1,3</sup>,

<sup>1</sup>Posgrado en Física Educativa. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada – Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional México. Legaria 694, Irrigación, Miguel Hidalgo, México D. F. 11500

<sup>2</sup>Secretaría de Educación del Departamento de Quindío, Calle 20 No. 13-22, Armenia, Colombia.

<sup>3</sup>(GICADE) Laboratorio de Optoelectrónica, Universidad del Quindío. Apdo. Postal 2639, Armenia, Colombia.

**E-mail:** hersicato@hotmail.com

(Recibido el 28 de Enero de 2010, aceptado el 3 de Septiembre de 2010)

## Resumen

Con el ánimo de acercar de manera eficiente a los estudiantes de grado noveno al concepto de dilatación térmica, y a la vez despertar en ellos el interés por la física a través de un tema que tiene que ver con muchos fenómenos interesantes y algunos de ellos fácilmente identificables en la cotidianidad, se llevó a cabo una experiencia basada en las subteorías cognitivas propuestas desde el modelo de la pedagogía conceptual que son: el concepto como instrumento de conocimiento, el “*mentefacto*” como herramienta de representación del concepto y las operaciones intelectuales pertinentes según el modelo pedagógico. A través de la técnica de trabajo grupal conocida como “*la rejilla*” se socializó un texto previamente seleccionado que estuviera al alcance de los estudiantes cuyas edades oscilaban entre los 13 y los 15 años, y en el que pudieran encontrar en forma implícita o explícita las características esenciales de la dilatación térmica, la clase inmediatamente superior, otro concepto que pertenece a la clase inmediatamente superior pero diferente al concepto principal y las clases en que este se divide. Las observaciones realizadas durante la actividad y la evaluación aplicada a los estudiantes permiten afirmar que aunque la estrategia es susceptible de ser mejorada, se obtienen resultados que muestran cierto grado de efectividad en la enseñanza-aprendizaje del concepto de dilatación térmica a estudiantes de grado noveno del nivel secundaria.

**Palabras Clave:** Pedagogía Conceptual, concepto, dilatación térmica.

## Abstract

With the goal that the students of ninth grade learn the concept of thermal dilatation and at the same time motivate them to get more interested on real-life Physics phenomena; we applied the cognitive sub-theories concepts from the point of view of Conceptual Pedagogy, using the ‘*concept*’ like knowledge approach, the ‘*mentefacto*’ as representation of concept tool and pertinent intellectual operations as stated by the Conceptual Pedagogy model. It was used the group technique called ‘*la rejilla*’ with the students, a selected text was socialized with students and it was able to get easily for each student to read it anytime and anywhere. The ages of students are between 13 and 15 years old. The text should have an implicit and explicit manner to show the essential characteristics of thermal dilatation; the model describes how to define the upper class concepts and the different class concepts. Results shown that applying the method students get a better knowledge and long term of the concept studied.

**Keywords:** Conceptual Pedagogy, concept, thermal dilatation.

**PACS:** 01.40.-d, 01.40.Di, 01.40.Fk, 01.40.gb

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza aprendizaje de la física exige que el docente o facilitador constantemente cualifique su labor, en particular cuando se trata de introducir a los jóvenes en el estudio de los conceptos básicos. En este trabajo se implementó una estrategia que buscaba acercar a los estudiantes del grado noveno de educación Básica

Secundaria al concepto de dilatación térmica, por ser este un tema propuesto implícitamente dentro del plan de estudios [1] y además porque ofrece la oportunidad para motivar [2] a los estudiantes hacia el estudio de la física a través de las conexiones del tema con situaciones de fácil comprensión que están presentes en la vida cotidiana. Con este fin se adoptaron como estrategias principales las subteorías cognitivas de la Pedagogía Conceptual (PC) y la lectura de textos con contenido científico. La PC, una pedagogía <http://www.lajpe.org>

contemporánea, psicológica, cognitiva, estructural [3], ofrece una gran cantidad de herramientas que permiten proponer acciones educativas desde la formación del estudiante, teniendo en cuenta el conocimiento que se tiene del funcionamiento de la mente humana según la edad, e interpretando la relación que el sujeto puede establecer entre los diferentes significados a través de una respuesta acertada al medio. Esto último se considera en este contexto como un indicador de que el estudiante está construyendo de manera exitosa su propia estructura de significados. Esta propuesta pedagógica puede ser descrita a través del mentefacto conceptual [4] que corresponde a una de sus subteorías cognitivas, figura 1.

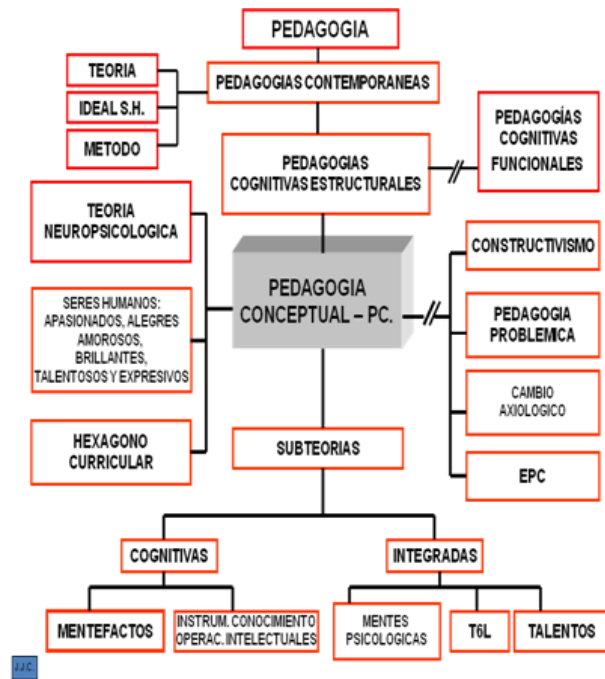


FIGURA 1. Mentefacto que define la Pedagogía Conceptual.

Las subteorías cognitivas de la PC son los mentefactos, las operaciones intelectuales y los instrumentos de conocimiento. Dicho en términos sencillos y quizás no muy precisos, el mentefacto es un ideograma que nos permite graficar el instrumento de conocimiento, puesto que la PC propone para cada etapa, edad y grado escolar los instrumentos de conocimiento y las operaciones intelectuales que correspondan según el funcionamiento de la mente; dividida en tres sistemas que son el sistema afectivo, el sistema expresivo y el sistema cognitivo, encargados de procesar la información que recibe del medio, la que ya posee y la que el individuo exterioriza, tal y como se muestra en la tabla I.

Es importante señalar aquí que las edades de los estudiantes que son motivo de nuestro estudio oscilan entre los 13 y los 15 años, y que por lo tanto de acuerdo con la PC se encuentran en la etapa conceptual; según la cual para el sistema afectivo las operaciones intelectuales que se deben potenciar son: valorar, optar y prospectar, los instrumentos son los valores; para el sistema cognitivo las operaciones son supraordinar, isoordinar, excluir, infraordinar y caracterizar, mientras que el instrumento es el concepto;

para el sistema expresivo las operaciones mentales son comprender conferencias, exponer temas y escribir artículos y el instrumento de conocimiento es el lenguaje.

Para definir conceptos desde la perspectiva de la PC se deben tener las respuestas para las siguientes preguntas y cada respuesta corresponde a la operación mental que se debe potenciar:

1. ¿Cuál es la clase superior más cercana al concepto?\_ Supraordinada.
2. ¿Cuáles son las características del concepto?\_ Isoordinadas.
3. ¿Qué otros conceptos pertenecen a la clase superior, pero son diferentes del concepto?\_ Exclusiones.
4. ¿Cuáles son las clases del concepto?\_ Infraordinadas.

Esta información se va colocando en la configuración que se muestra en la figura 2 cuya estructura no es susceptible de ser modificada puesto que forma parte de la propuesta.

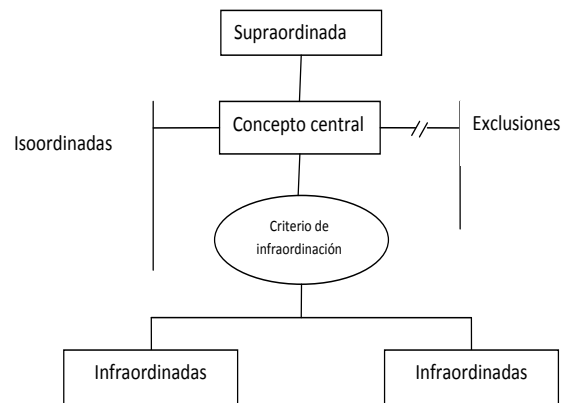


FIGURA 2. Se muestra el mentefacto que permite la modelación de conceptos desde la perspectiva de la PC, para lo cual se debe responder a las preguntas: ¿Cuál es la clase superior más cercana al concepto? Supraordinada. ¿Cuáles son las características del concepto? Isoordinadas. ¿Qué otros conceptos pertenecen a la clase superior, pero son diferentes del concepto? Exclusiones. ¿Cuáles son las clases del concepto? Infraordinadas.

Además de la PC se acudió a la lectura de texto con contenido científico debido a que en la mayoría de los casos los temas de divulgación científica despiertan interés en los estudiantes, además porque éstas los acercan al proceso de preguntar, pensar e investigar. Para Isabel Solé el acto de lectura es "...un proceso de interacción entre el lector y el texto, proceso mediante el cual el primero intenta satisfacer (obtener una información pertinente para) los objetivos que guían su lectura. Esta afirmación tiene varias consecuencias, implica en primer lugar la presencia de un lector activo que procesa y examina el texto. Implica, además, que siempre debe existir un objetivo que guíe la lectura..." [5]. En este trabajo, el objetivo principal al enfrentar a los estudiantes al texto fue buscar que se acercaran al concepto de dilatación térmica auscultando exhaustivamente las proposiciones que

vendrían a conformar el concepto representado a través del mentefacto conceptual.

**TABLA I.** Se describen las etapas de desarrollo intelectual en función de los sistemas mentales, para los cuales se especifican las operaciones mentales y los instrumentos de conocimiento.

Etapas Grados. Edades	Sistemas	AFECTIVO		COGNITIVO		EXPRESIVO	
		Operaciones	Instrumentos	Operaciones	Instrumentos y mentefactos	Operaciones	Instrumentos
NOCIONAL Preescolar 2-6 años	Valorar Optar Prospectar	Sentimientos	Introyectar Proyectar Nominar Decodificación primaria	Nociones	Nocional	Comprender oraciones. Expresar preposiciones.	Lenguaje
PROPOSICIONAL Primaria 7-10 años	Valorar Optar Prospectar	Actitudes	Proposicionali-zar Ejemplificar Decodificación Secundaria.	Proposiciones	Proposicional	Comprender oraciones complejas. Expresar y escribir pensamientos	Lenguaje
CONCEPTUAL Bachillerato 11-15 años	Valorar Optar Prospectar	Valores	Supraordinar Isoordinar Excluir Infraordinar Caracterizar	Conceptos	Conceptual	Comprender conferencias. Exponer temas. Escribir artículos.	Lenguaje
PRECATEGORIAL 10° y 11° 16-18 años	Valorar Optar Prospectar	Principios	Deducir Inducir Derivar Definir Argumentar	Precategorías	Precategorial	Comprender conferencias. Exponer temas. Escribir artículos.	Lenguaje

Los resultados que se presentan muestran que el estudio de la dilatación térmica con discentes de nivel Básica Secundaria trae consigo mayores dificultades para maestros y estudiantes debido a que su comprensión implica tener cierta claridad acerca de los conceptos de calor, temperatura y composición de la materia; por esta razón el estudio del tema se desarrolló en el tercero de los cuatro periodos académicos, cuidando de que los estudiantes ya hubieran tenido la oportunidad de clarificar las diferencias entre calor y temperatura. Otro aspecto que puede considerarse como causa para que algunos estudiantes no logren la claridad en el concepto tiene que ver con dificultades de tipo disciplinario como consecuencia de la falta de interés no solo por el estudio de la física, sino en general por todas las áreas del conocimiento.

## II. METODOLOGÍA

### A. Descripción de la estrategia

Para la socialización de la lectura se utilizó la técnica de trabajo grupal conocida como la rejilla [6] debido a que con ella se pueden trabajar temas extensos permitiendo que cada participante interactúe con todos los contenidos propuestos. Se conformaron seis equipos de trabajo entre los que se rotaron las seis lecturas con control sobre los tiempos asignados para cada movimiento. Al final todos los equipos conocen la totalidad del tema abordado. El tiempo que requirió esta actividad fue de dos periodos de clase de 45 minutos cada uno, los cuales debido a la distribución en el horario de clases no pudieron ser consecutivos. El texto escogido fue el que presenta Lineth Parga [7] en su libro de

texto Vida 9, por contemplar todos los elementos requeridos en la etapa conceptual.

Finalizada la actividad de lectura se procedió a realizar la plenaria dirigida por el maestro como facilitador, puesto que fue necesario explicar y elaborar el esquema del mentefacto en el que se debía centralizar toda la información recopilada por los estudiantes. Llama particularmente la atención que cuando se les preguntó a los estudiantes de los tres grupos 9A, 9B y 9C respecto a lo que ellos entendían por dilatación térmica, antes de iniciar la lectura del texto, se pudo determinar que sus ideas eran muy incipientes, al punto de ser relacionada solo la palabra dilatación con el estado que presenta la mujer en el momento del parto.

Después de realizada la plenaria que duró un periodo de clase, los estudiantes procedieron a solucionar un taller con la constante asesoría del profesor, en la que además tuvieron la oportunidad de interactuar con el Anillo de S`Gravesande [9] y luego se procedió a aplicar un ejercicio de evaluación individual.

### B. Muestreo del estudio

El estudio se realizó con estudiantes con edades entre los 13 y los 15 años del grado noveno de Educación Básica Secundaria de la Institución Educativa Los Fundadores del municipio de Montenegro, Departamento del Quindío, Colombia. Los 124 estudiantes fueron divididos en 2 grupos experimentales de 40 y 43 estudiantes correspondientes a los cursos 9A y 9B, y el grupo de control 9C con 40 estudiantes. De acuerdo a su género los estudiantes estaban distribuidos de tal manera que el grado 9A fue conformado por mujeres, 9B por hombres y

9C por hombres y mujeres; esto ocurrió en el momento del ingreso de los estudiantes a la institución.

Con los grupos experimentales se desarrolló la estrategia tal y como ha sido descrita hasta el momento, mientras que con el grupo de control sólo se hizo la explicación magistral por parte del profesor acerca del

tema, de la elaboración del mentefacto y de las aplicaciones de la dilatación térmica que se mencionaban en la lectura; para proceder a realizar el mismo taller de aplicación y la evaluación individual.

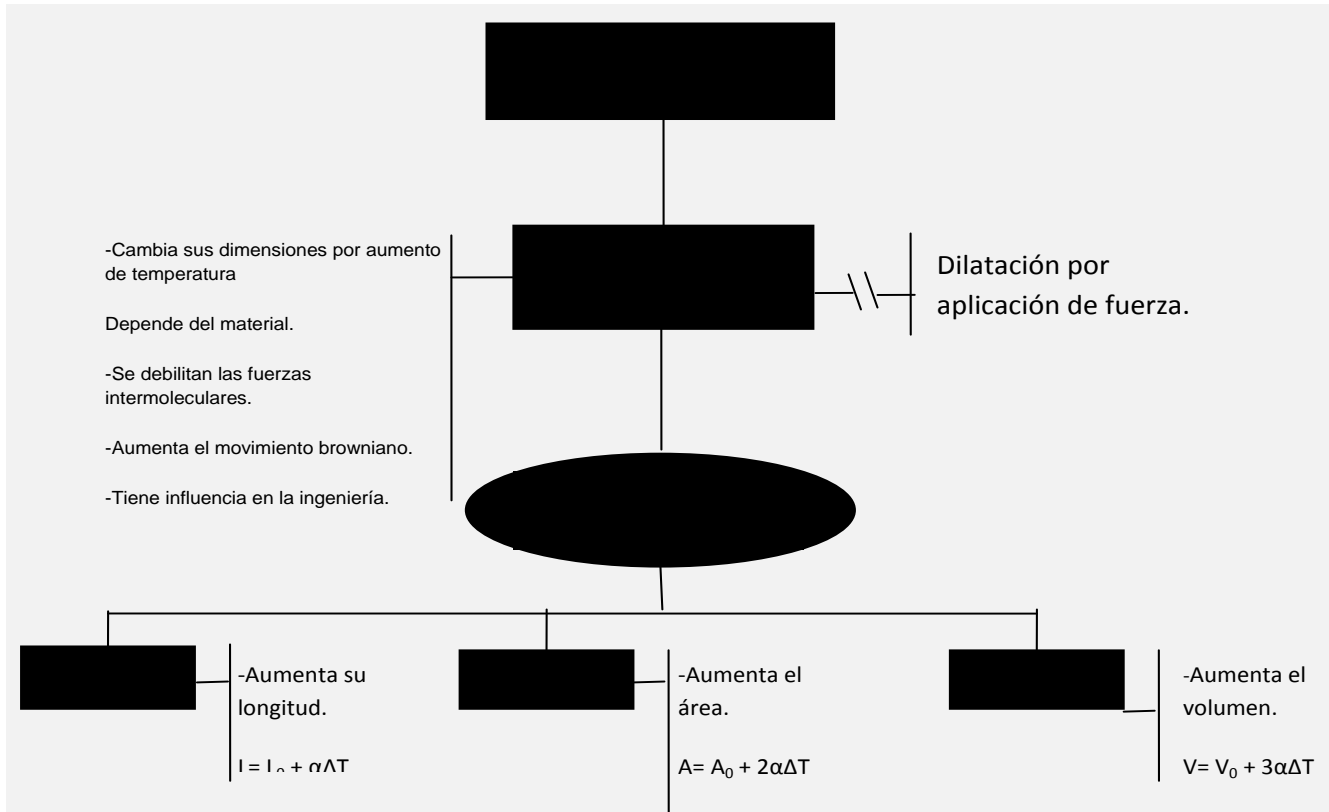


FIGURA 3. Mentefacto obtenido como resultado de la plenaria y que define el concepto Dilatación térmica.

### C. Recolección de Datos

Después de realizar el taller de aplicación y la evaluación individual el profesor procedió a emitir el juicio valorativo en función del logro propuesto previamente:

- Explica el concepto de dilatación térmica y analiza situaciones relacionadas con éste.

El nivel en el alcance del logro se definió como Excelente (E), Sobresaliente (S), Aceptable (A), Insuficiente (I) o Deficiente (D), pero en este trabajo solo tendremos en cuenta si el resultado fue aprobatorio o no, considerándose aprobado a partir del nivel aceptable [8].

### III. RESULTADOS

Como resultado de la plenaria se obtuvo el mentefacto conceptual para la dilatación térmica que se muestra en la figura 3:

Después de realizadas todas las actividades de aprendizaje el docente procedió a asignar los juicios

valorativos para cada estudiante según el desempeño en las actividades programadas. Estos se resumen como se muestra en la tabla I sin especificar el nivel de alcance del logro; de tal manera que los estudiantes que obtuvieron como valoraciones E, S ó A, se consideran con el logro aprobado, mientras que los estudiantes que obtuvieron como valoración I ó D, se consideran con el logro no aprobado.

TABLA II. Número de estudiantes según el estado del logro aprobado o no aprobado.

ESTADO DEL LOGRO	GRUPOS		
	EXPERIMENTAL	DE CONTROL	
	9A	9B	9C
APROBADO	35	29	9
NO APROBADO	5	14	31

De tal manera que el 77% de los estudiantes del grupo experimental obtuvieron concepto aprobatorio, contra el 24 % del grupo de control. Aunque este resultado es importante desde el punto de vista de la estrategia, deja entrever que además de los factores académicos han podido incidir otros

*Aplicación de las subteorías cognitivas de la pedagogía conceptual para la enseñanza del concepto de dilatación térmica en secundaria*

factores como la diversidad de género, los niveles de rendimiento académico del grupo, factores de carácter disciplinario, etc, que pueden ser considerados como variables para futuras investigaciones puesto que se salen del objetivo propuesto para el presente estudio. Estos resultados hacen pensar en primera instancia, que la utilización de la estrategia de acercamiento de los estudiantes al concepto de dilatación térmica tiene un gran potencial, y que bien vale la pena continuar con su proceso de cualificación.

#### IV. CONCLUSIONES

Después de aplicar la estrategia de acercamiento al concepto de dilatación térmica a los estudiantes de la población escogida, se observa claramente la favorabilidad hacia el uso de la estrategia, aunque resultaría muy interesante considerar en posteriores investigaciones situaciones como la diferenciación según el género, tal y como sucedió con los grupos considerados para la instrucción, puesto que como se mencionó el grupo 9A estaba conformado por estudiantes de sexo femenino, 9B estaba conformado por estudiantes de sexo masculino, mientras que el grupo 9C considerado como de control era un grupo mixto; situación que de alguna manera puede incidir en los resultados académicos de los estudiantes.

Además de la favorabilidad de la estrategia es importante resaltar el valor de la experiencia a nivel motivacional, puesto que de la observación de la actitud de los estudiantes, principalmente frente a los nuevos saberes, se puede concluir que para la mayoría de ellos fue ampliamente satisfactorio haber accedido no sólo al concepto principal, sino también el haberse familiarizado con fenómenos de la importancia de las Fuerzas Intermoleculares o del Movimiento Browniano, por mencionar dos de ellos. Respecto de las aplicaciones tecnológicas y cotidianas, las que más llamaron su atención fueron las relacionadas con la construcción de puentes, la combadura de las cuerdas de transmisión de la energía eléctrica y la excepción que se produce con el agua para las temperaturas entre 0° y 4°, en la que en lugar de disminuir, su volumen aumenta, aclarando que esto sucede con todos los materiales solamente que para los demás no es visible a temperaturas fácilmente accesibles.

#### AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo es gracias a los apoyos obtenidos a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado del I.P.N. Con los fondos proporcionados a los proyectos: SIP-2010-0622 y SIP-2010-1677.

#### REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional, –MEN. Guía N° 7 *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*, Bogotá, Colombia (2004).
- [2] Rodríguez, M., Huertas, J. A., *Motivación y cambio conceptual*, pp. 51-71. <http://en.scientificcommons.org/23983968>, Consultado el 3 de Dic. de 2009.
- [3] Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. *Diplomado en Desarrollo de Competencias Lectoras*, Módulo Introductorio. Armenia, Colombia, (2007).
- [4] Jaramillo, C. J., *Mentefacto de Pedagogía Conceptual*, Diplomado en Docencia Universitaria. Armenia Colombia, (2007).
- [5] Sole, I., *Estrategias de lectura*, (GRAO, Barcelona, 1994).
- [6] Guzmán, M., (recuperado mayo de 2008). *Las técnicas grupales Rejilla y Phillips 66*. Tesis para el grado de Maestría en Educación Superior. Lima, Perú. (2007).
- [7] Parga, L. D. L., *Vida 9*, (Editorial Voluntad, Bogotá, Colombia, 2004).
- [8] Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Decreto 230 de 11 de febrero de 2002.
- [9] Delgado, M. López, J. D. (Recuperado diciembre de 2009). *La recuperación del material científico de los gabinetes y laboratorios de Física y de Química de los institutos y su aplicación a la práctica docente en secundaria*, en XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, (Servicio editorial UPV, 2004), pp. 361-380.