

## EL CAMBIO CONCEPTUAL EN LA TRANSFORMACIÓN DE LAS PRECONCEPCIONES EN LAS CIENCIAS NATURALES

### CONCEPTUAL CHANGE IN THE TRANSFORMATION OF PRECONCEPTIONS IN NATURAL SCIENCES

Mirna Mahmud\*  
Oscar Gutiérrez\*\*  
UPEL-IPB

Recibido 29-01-08

Aceptado 13-05-08

#### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar mediante un diseño cuasiexperimental el efecto de la estrategia didáctica basada en cambio conceptual para la transformación de las preconcepciones en el aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente en los conceptos calor y temperatura. El estudio se realizó en la asignatura de Diseño Experimental, con una población de 40 estudiantes de la especialidad de Física del Instituto Pedagógico Luis Beltrán Prieto Figueroa de Barquisimeto. Los sujetos en estudio estuvieron conformados por dos grupos intactos que aleatoriamente se escogieron como un grupo experimental y control respectivamente. Al primero se le aplicó una estrategia didáctica basada en Cambio Conceptual y al segundo una Estrategia Didáctica Tradicional de Enseñanza. El efecto de ambas estrategias fue comparado mediante el estadígrafo  $t$  de Student para muestras independientes, y el resultado obtenido ( $t_p=11,9 > t_c=2,13$ ) permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que planteaba que en los estudiantes a los cuales se les aplicaba el tratamiento con la estrategia de cambio conceptual se producirían cambios significativos en las calificaciones obtenidas en la posprueba sobre las preconcepciones de calor y temperatura en comparación con los que recibirán el tratamiento con la estrategia tradicional. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de Estrategia Didáctica basada en Cambio Conceptual permite mejorar la transformación de las preconcepciones sobre calor y temperatura que tienen los estudiantes de Física en este nivel educativo.

Descriptores: **preconcepciones, cambio conceptual, aprendizaje de la ciencia**

#### ABSTRACT

This quasi-experimental research is intended to determine the effect of a didactic strategy based on the conceptual change for the transformation of preconceptions regarding heat and temperature in natural sciences. The sample was composed of 40 physical students from the UPEL-IPB. It was divided into two groups, one experimental, one control. The first was applied the proposed didactic strategy; the second, the traditional didactic strategy. Results show that the experimental group scored meaningfully higher grades in the post-test. It is concluded, therefore, that the proposed didactic strategy actually transforms students' preconceptions regarding heat and temperature.

**Keywords:** preconceptions, conceptual change, natural sciences

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existe consenso entre investigadores y educadores en que una de las dificultades para el aprendizaje de conceptos científicos radicaría en la existencia de las preconcepciones que tienen los alumnos antes de la instrucción. De manera que uno de los propósitos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es la aplicación de estrategias instruccionales que induzcan la transformación de las preconcepciones de los estudiantes por medio de modelos basados en el cambio conceptual.

Las preconcepciones se refieren al conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales, y que las mismas están en contradicción con lo establecido en las teorías, principios y leyes del conocimiento científico o paradigmas predominantes en el medio académico, (Velasco y Garritz, 2003). Son el fruto de la percepción y estructuración cognitiva basadas en experiencias cotidianas tanto físicas como sociales que dan como resultado un conocimiento empírico de la ciencia (Moreira y Greca, 2003).

Estas concepciones alternas juegan un papel muy importante en el aprendizaje porque los estudiantes consciente o inconscientemente construyen sus propias ideas para entender los fenómenos naturales que ocurren en el mundo cotidiano. Ellos creen que muchas de sus explicaciones son correctas porque éstas tienen sentido en términos de su entendimiento del comportamiento de mundo físico que los rodea. Por lo tanto, ante una nueva información que contradice sus propias concepciones, puede ser que la acepte, ignore, rechace o reinterpreté, todo en función de sus creencias actuales.

Tales visiones alternativas de la interpretación del mundo natural se les ha nombrado de diversas formas: ideas intuitivas, ciencia de los niños, representaciones de los alumnos, preconcepciones, concepciones alternativas, ideas de los niños, razonamiento espontáneo, representaciones, y errores conceptuales (Cubero, 1994 y Velasco y Garritz, 2003). Cada una de estas denominaciones obedecen a las posiciones que los investigadores tienen en torno a la construcción del conocimiento y a su valoración del conocimiento científico y del aprendizaje. En general todos estos términos se refieren al conocimiento de sentido común, y no hay certeza de que los significados sean equivalentes, aún cuando muchos autores utilizan algunos de ellos como sinónimos.

El uso de cualquiera de los términos anteriores implica una toma de postura desde un punto de vista teórico respecto a la construcción del conocimiento. Así, pueden ubicarse dos enfoques diferentes: uno, centrado en el conocimiento científico que toma como

\* Licenciada en Bioanálisis. Master en Educación, Mención Enseñanza de la Química. Candidata a Doctora en Innovaciones Educativa. Docente de pregrado en la UPEL-IPB en el Departamento de Ciencias Naturales.

[mahmudlic@yahoo.es](mailto:mahmudlic@yahoo.es)

\*\*Profesor Titular jubilado de la UPEL-IPB del Departamento de Ciencias Naturales. Maestría en Ciencias, Mención Química en University of Utah, Docente de la Maestría de Educación, Mención enseñanza de la Química. Coordinador la línea de Investigación "Estrategias y recursos en la enseñanza de la Química.

[ogutier@cantv.net](mailto:ogutier@cantv.net)

referencia los modelos científicamente aceptados en el paradigma predominante; y el otro, centrado en el conocimiento de los sujetos, cuya atención se focaliza en la naturaleza de las concepciones de las personas. En esta investigación, perteneciente al primer enfoque se emplea el término *preconcepción* que se define como cualquier idea conceptual cuyo significado se desvía de aquel comúnmente aceptado por consenso en la comunidad científica (Cho, Kahle y Nordland, 1985). Se utiliza este término y su significado ya que los conceptos a desarrollar en la investigación son calor y temperatura cuyas definiciones e interpretaciones son precisas y aceptadas por la comunidad científica dentro del paradigma predominante del positivista lógico de las ciencias naturales

Por otra parte, el campo de las investigaciones educativas sobre enseñanza y aprendizaje de la ciencia es muy activo desde hace varias décadas. En efecto, los documentos del Seminario Internacional sobre “El estado actual de la Investigación en Enseñanza de las Ciencias” señalan que los principales ejes de investigación en este campo son en la actualidad: las concepciones o ideas alternativas de los estudiantes, el lenguaje científico, las actitudes hacia las ciencias, la filosofía de la ciencia, la resolución de problemas y los estudios sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, (Cachapuz, 2004).

Así, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (2007) realiza un proyecto que consiste en la localización, identificación, captura, análisis, categorización y organización de las ideas previas que aparecen en la literatura relacionadas con conceptos de las Ciencias Naturales. Asimismo, Kind (2004) y Taber y Watts (2000) efectuaron investigaciones de las preconcepciones en el campo de la Química, mientras que Benarroch (2000, 2001) y Jiménez, Benarroch y Marin (2006) reportan estudios sobre preconcepciones y la estructura de la materia. También trabajos en didáctica de las ciencias, en particular de la Física (Picquar, 2008) han mostrado que estas ideas previas persisten durante muchos años y, por lo tanto, no permiten que el alumno adquiera un aprendizaje significativo

Todas estas investigaciones concuerdan en la influencia de las preconcepciones como ideas previas en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

En cuanto a contenidos más específicos, Cervantes, Torre, Verdejo, Trejo, y Córdova (2001) efectuaron un análisis documental de la literatura científica sobre el significado de los conceptos calor y temperatura. Ellos concluyen que en todos los niveles educativos, los estudiantes tienen confusión entre dichos términos; y que ésta puede deberse a que en la vida cotidiana, el concepto temperatura no está totalmente diferenciado del concepto de calor. Asimismo, Horton (2004) presenta el resultado de investigaciones sobre preconcepciones y reporta algunas expresiones como: “el calor es una sensación”, “la

temperatura es una medida del calor”, “la temperatura es la cantidad de calor en un espacio”, “la temperatura es algo que puede ser transferido de un cuerpo a otro”, y “las moléculas en un líquido caliente son más caliente que un líquido frío”.

También, Sözbilir (2004) investiga en este mismo campo y elabora un lista de preconcepciones y entre las cuales puede señalarse: “El calor es una sustancia material como el aire o vapor”, “el calor es caliente, pero la temperatura puede ser fría o caliente”, “no hay diferencia entre calor y temperatura”, “el calor y el frío son opuestos y ambos son fluidos”. Asimismo, Garcés de Sánchez y Chacón (2003) realizaron un estudio sobre preconcepciones en estudiantes universitarios, y concluyeron, en relación a las ideas previas de los conceptos de calor y temperatura, que existe confusión entre la interpretación del significado de los mismos, así como la atribución de magnitud física al frío como ente que se puede desplazar.

Todos estos estudios sobre conceptos de calor y temperatura concluyen que el uso incorrecto de la palabra calor en la vida cotidiana y las confusiones entre los conceptos calor y temperatura es lo que propicia en los estudiantes la formación de preconcepciones cuyo significados son diferentes a lo utilizados en el lenguaje científico.

Las palabras calor, temperatura y sus asociados en el lenguaje – caliente, frío- forman parte del vocabulario de los estudiantes desde edades tempranas y son usadas en situaciones familiares. Estas palabras sirven de base tanto para la formación de nuevos conceptos como para la comprensión de fenómenos de la naturaleza, y pueden por lo tanto ser origen de nuevas preconcepciones y en consecuencia, estos conceptos suscitan un gran interés en el campo de la investigación educativa relacionada con la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Los estudios acerca de los conocimientos previos en el aprendizaje se inician en la década de los setenta con base en una tradición cognoscitiva, y partir de los noventa comienza a desarrollarse la investigación educativa acerca de cómo evoluciona o cambian estas ideas previas, que se manifiesta en un campo denominado cambio conceptual. En este sentido, la conjunción de estas dos áreas de interés: el estudio del efecto de las preconcepciones en el aprendizaje y los estudios constructivistas acerca del cambio conceptual se presenta como una línea de investigación relativamente reciente

En resumen, el análisis de los conocimientos previos es un campo de amplio espectro que hace surgir una variedad de interrogantes, y que con relación al estudio del cambio conceptual plantea la importancia de discutir acerca de cómo se estructuran y reestructuran dichos conocimientos.

Ante este panorama de la problemática de las preconcepciones en el aprendizaje de los conceptos, principios y teorías de la ciencia, la comunidad de educadores e investigadores se plantean la necesidad de investigar sobre la aplicación de estrategias instruccionales tendientes a modificar las preconcepciones de los estudiantes.

Así, en investigaciones preliminares realizadas por uno de los autores con estudiantes del Instituto Pedagógico Luís Beltrán Prieto Figueroa de Barquisimeto en la especialidad de Ciencias Naturales se encontró resultados similares a lo reportado en la literatura, en lo que se refiere a la presencia de preconcepciones, principalmente en los conceptos calor y temperatura.

Los hallazgos de estas investigaciones sugieren la interrogante de que si estos futuros docentes tienen preconcepciones sobre calor y temperatura cuyos significados no concuerdan con lo establecido por la ciencia, habría la posibilidad de que transmitiesen esas mismas preconcepciones a sus futuros alumnos.

Ante este problema, se planteó la necesidad de indagar sobre la efectividad de estrategias instruccionales que contribuyan a la modificación de dichas preconcepciones. En consecuencia se realizó la presente investigación formulada en la interrogante: ¿Cuál es el efecto de una estrategia didáctica basada en el cambio conceptual para la transformación de preconcepciones en estudiantes universitarios de Ciencias Naturales?

En concordancia con lo anterior, **el objetivo general del estudio** fue determinar el efecto de una estrategia basada en cambio conceptual para la transformación de las preconcepciones en comparación con una estrategia didáctica tradicional de enseñanza en el aprendizaje de la Ciencia en estudiantes de la especialidad de Física del Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luís Beltrán Prieto Figueroa. Acorde con este objetivo se planificó una investigación de campo bajo el enfoque cuantitativo explicativo con un diseño cuasiexperimental tipo pre-posprueba.

Además, se estableció como hipótesis de investigación que la transformación de las preconcepciones será más efectiva cuando se aplica la estrategia de cambio conceptual en comparación con estrategias tradicionales de enseñanza. Por otra parte, la hipótesis estadística nula plantea que no habrá diferencia significativa en la transformación de las preconcepciones por efecto de la aplicación de ambas estrategias, mientras que la alterna predice que será significativamente mayor la transformación en las preconcepciones cuando se utiliza la estrategia de cambio conceptual en comparación con la estrategia tradicional de enseñanza.

## ALGUNAS PRECISIONES TEÓRICAS

Aún no existe un acuerdo sobre las causas del origen de las preconcepciones, aunque algunos autores señalan que pueden ser resultado de las experiencias cotidianas, del uso incorrecto del lenguaje común reforzado por aprendizajes inadecuados en el medio social o por los medios de comunicación, y el aprendizaje de analogías defectuosas en el medio escolar (Campanario y Otero, 2000).

Los autores Lin, Chiu y Liang (2004) afirman que el origen de las preconcepciones está en: (a) la enseñanza dentro y fuera de la escuela; (b) las experiencias diarias cotidianas, (c) el medio social y (d) la intuición. En cambio, Pozo y Gómez (2001) clasifican las preconcepciones de acuerdo con su origen en espontáneas, transmitidas y analógicas. Las primeras surgen a partir de datos recogidos fundamentalmente de la percepción; las transmitidas de las creencias socialmente inducidas; mientras que las analógicas como consecuencia de la inadecuada comparación entre lo conocido y lo desconocido.

En relación con lo anteriormente expuesto, el estudio de las concepciones previas implica realizar una aproximación del aprendizaje, lo cual significa adoptar una posición frente al origen de los conocimientos previos. En este sentido de acuerdo con lo señalado en la bibliografía revisada, tanto las experiencias cotidianas como el contexto formal de la escolaridad y la academia es lo que definirá los pensamientos y acciones del individuo sobre su entorno y sobre sí mismo.

En el mismo orden de ideas, vale destacar un rasgo característico en el aprendizaje de los conceptos científicos y es que a partir de las teorías constructivistas se asume que el proceso de aprender implica una toma de conciencia o percepción consciente, que se inicia desde la confrontación de las ideas previas o conocimiento implícito con nuevas evidencias conceptuales o procedimentales que hacen explícito el conocimiento y que implica una reestructuración de las ideas previas cotidianas hacia las concepciones científicas, a lo que se denomina cambio conceptual (Pozo y Gómez, 2001).

La mayoría de los investigadores concuerdan en describir el cambio conceptual como un proceso de aprendizaje donde el estudiante modifica sus concepciones sobre un fenómeno o principio mediante la reestructuración o integración de la nueva información en sus esquemas mentales preexistentes. Este estudio se orienta precisamente al proceso del cambio conceptual con raíces en el paradigma constructivista y con un doble énfasis, tanto en los factores cognitivos individuales, como en los factores instruccionales.

En tal sentido, en el marco teórico del constructivismo, el cambio conceptual se ha convertido en un área de creciente interés para la psicología educativa, la psicología del desarrollo, la psicología cognitiva y la enseñanza de las ciencias. Desde cada una de estas disciplinas se aborda este proceso a partir de posiciones distintas en función de: (a) los procesos básicos del aprendiz, (b) los cambios ocurridos durante el desarrollo, y (c) la estrategia instruccional y su efecto en el cambio conceptual.

En líneas generales, e independientemente del área desde la cual se analice el cambio conceptual, la base de estos estudios está en la comprensión de cómo se organizan los conocimientos que permiten entender el mundo y cómo estos conocimientos son elaborados, enriquecidos y/o revisados por los sujetos durante los procesos de adquisición, elaboración y organización de los mismos.

En relación con lo expresado, cuando se aborda el estudio del cambio conceptual, su naturaleza, características y en particular, cuáles son los mecanismos que lo facilitan u obstaculizan, se debe hacer mención a los conocimientos previos, ya que si bien este constructo es el que experimenta cambios y redefine las concepciones que posee el sujeto; quizás pueden ser también el principal obstáculo para que se produzca el cambio conceptual.

Esta investigación se orienta precisamente al proceso del cambio conceptual con raíces en el paradigma constructivista y con un doble énfasis, tanto en los factores cognitivos más individuales, como en los factores instruccionales

Por otra parte, en la literatura de Didáctica de las Ciencias Naturales, la expresión “enseñanza basada en cambio conceptual” se refiere a la aplicación de estrategias instruccionales que: (a) tomen en cuenta el conocimiento previo y experiencias del estudiante, (b) identifiquen preconcepciones comunes, (c) orienten la planificación de actividades más adecuadas para el entendimiento de los conceptos en ciencia, y (d) estimulen al estudiante a modificar o crear una estructura cognitiva para el nuevo conocimiento modificado o construido

En 1982, los investigadores en didáctica de la ciencia Posner, Strike, Hewson y Gertzog (citados en Moreira y Greca, 2003) elaboraron un modelo de cambio conceptual para la enseñanza fundamentado en: (a) las nociones de conflicto cognitivo, de acomodación y de desequilibrio de la Teoría de Piaget (1972), (b) las ideas de Kuhn (1970) sobre las revoluciones científicas, y (c) los postulados del “Programa de Investigación” de Lakatos (1970) con su noción de núcleo central. Los autores de este modelo proponen que existe paralelismo entre el desarrollo conceptual de un individuo y la evolución histórica de

los conceptos científicos, y que el cambio se produce por la presencia de conflictos cognitivos.

En este modelo, Posner y colaboradores (ob.cit) establecen cuatro condiciones para que se produzca el cambio conceptual:

1. La nueva concepción debe ser potencialmente fructífera. Debe resolver problemas actuales o responder preguntas a las nuevas situaciones.
2. Debe existir una insatisfacción con las concepciones existentes. Si las ideas y conocimientos que posee el individuo son satisfactorias para la comprensión de un determinado fenómeno, es poco probable que acepte una nueva concepción:
3. El estudiante debe ser capaz de entender lo que significa la misma, Es decir la nueva concepción debe ser inteligible.
4. La nueva concepción debe ser consistente con el conocimiento existente aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno.

Por lo tanto, la enseñanza y aprendizaje bajo este modelo exige que los docentes en su planificación metodológica deban tomar en cuenta tanto las preconcepciones de los alumnos como las estrategias instruccionales que favorezcan la creación de conflictos entre las ideas previas y las nuevas ideas científicas.

Se han propuestos diversos enfoques de estrategias instruccionales basados en este modelo de cambio conceptual. Así, Soussan (citado en Niedo y Macedo, 1997) sugiere un enfoque que hace hincapié en el carácter social del conflicto cognitivo y propone los siguientes momentos de aprendizaje: (a) acercamiento, (b) expresión de las ideas previas, (c) búsqueda, (d) movilización, (e) estructuración, (f) refuerzo, y (g) transferencia. En conjunto, estos momentos sirven de lineamientos generales de tal modo que el docente planifique sus estrategias instruccionales dirigidas al logro de cambios conceptuales en las preconcepciones de los alumnos. Este enfoque se utiliza en la presente investigación.

En resumen, la aplicación del modelo de cambio conceptual involucra descubrir las preconcepciones de los estudiantes acerca de un tópico o fenómeno y usar diferentes estrategias instruccionales para ayudar a modificar su estructura cognoscitiva, y por ende la transformación de sus preconcepciones.

## METODOLOGÍA

### *Naturaleza de la Investigación*

El estudio se realizó bajo el paradigma cuantitativo en la modalidad de investigación de campo, por cuanto los datos fueron recolectados de la realidad; y en función del objetivo

propuesto, es de carácter explicativo de acuerdo con lo establecido en el Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales, UPEL (2006).

### ***Diseño de la Investigación***

Para lograr el objetivo planteado en este estudio se utilizó un diseño de tipo cuasiexperimental, puesto que los grupos se encontraban formados antes de aplicar los tratamientos. El diseño consistió en la comparación de dos grupos experimental y control con medición de preprueba-posprueba. Los estudiantes en el grupo control fueron tratados con la estrategia didáctica tradicional de enseñanza mientras que el grupo experimental se sometió a la estrategia basada en el cambio conceptual. El esquema de este diseño se presenta en el siguiente cuadro 1.

#### **Cuadro 1.**

Diseño de la investigación cuasiexperimental tipo preprueba-posprueba con grupo control

| <b>Grupos</b> | <b>Preprueba</b>                                    | <b>Tratamiento</b>                               | <b>Posprueba</b>                                    |
|---------------|---|--|---|
| GE            | Prueba sobre Preconcepciones de Calor y Temperatura | Estrategia didáctica basada en cambio conceptual | Prueba sobre Preconcepciones de Calor y Temperatura |
| GC            | Prueba sobre Preconcepciones de Calor y Temperatura | Estrategia didáctica tradicional de enseñanza,   | Prueba sobre Preconcepciones de Calor y Temperatura |

Nota. Adaptado de Hernández, Fernández y Baptista (2006) (p.193). GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental

### ***Población y Sujetos***

La población estuvo integrada por cuarenta estudiantes de la especialidad Física, en la asignatura de Diseño Experimental, del Instituto Pedagógico Luis Beltrán Prieto Figueroa de Barquisimeto perteneciente a la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (I.P.B. – UPEL). La población se dividió en dos grupos de 20 estudiantes cada uno que aleatoriamente se escogieron para los grupos control y experimental, respectivamente.

### ***Variables del estudio***

En esta investigación se considero la variable independiente, *Estrategia Didáctica*, definida como “procedimientos que el agente de enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos” (Díaz-Barriga y Hernández, 2001, p. 141), y se operacionalizó en dos dimensiones: (a) Estrategia didáctica basada en el cambio conceptual y (b) Estrategia didáctica tradicional de enseñanza. La primera definida conceptualmente como modalidad instruccional tendiente a producir cambios en la estructura cognoscitiva del aprendiz, mientras que la segunda dimensión como conjunto de estrategias didácticas centradas en el docente.

Por otra parte, la variable dependiente denominada *Transformación de las Preconcepciones* se define conceptualmente como la modificación de conceptos básicos de ciencia en estudiantes, de acuerdo con una estrategia didáctica basada en cambio conceptual; y operacionalmente medida mediante las calificaciones obtenidas en una prueba escrita sobre conceptos de Calor y Temperatura.

### ***Instrumentos***

Se elaboró el instrumento *Prueba sobre preconcepciones de Calor y Temperatura* con el propósito de obtener información acerca de las preconcepciones que tienen los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura- Esta prueba, aplicada antes y después del tratamiento experimental tiene ítemes de selección simple con justificación de la respuesta y preguntas abiertas o de desarrollo. La misma fue validada por expertos de didáctica de la ciencia.

### ***Procedimiento experimental***

Inicialmente se aplicó el instrumento *Prueba de preconcepciones sobre Calor y Temperatura* como preprueba a ambos grupos para verificar la homogeneidad y equivalencia de los grupos. Luego se desarrolló el tratamiento experimental que consistió en un diseño instruccional. Finalizado el tratamiento experimental se aplicó el mismo instrumento antes nombrado como posprueba, cuyos datos permitieron el evaluar las hipótesis estadísticas de la investigación.

### ***Diseño Instruccional***

El tratamiento experimental aplicado a los estudiantes consistió en un diseño instruccional que se refiere a todas las estrategias metodológicas y actividades didácticas desarrolladas en el aula y laboratorio. Se elaboraron dos modalidades: (a) diseño Instruccional fundamentado en la estrategia didáctica basada en cambio conceptual y (b) diseño instruccional basado en la estrategia tradicional de enseñanza.

### ***Diseño instruccional fundamentado en la estrategia didáctica basada en cambio conceptual.***

Este diseño tuvo como base una estrategia didáctica basada en cambio conceptual, de acuerdo al modelo sugerido por Soussan (citado en Nieda y Macedo, 1997) que se desarrolla a través de siete momentos de:

1. Motivación: Es la fase inicial que pretende motivar al alumno para la nueva situación de aprendizaje.
2. Expresión de las ideas previas: A través de la interacción maestro-alumno identificar los contenidos conceptuales que tienen los alumnos con respecto al nuevo contenido.
3. Búsqueda: Resolver una situación propuesta al alumno buscando la información pertinente.
4. Movilización y conflicto: Estimular en los estudiantes por medio de una situación (experimento, pregunta, afirmación, etc.) la confrontación entre las nuevas explicaciones y las preexistentes provocando un conflicto socio-cognitivo.
5. Estructuración: Crear en los estudiantes nuevas estructuras mentales basadas en las nuevas explicaciones.
6. Refuerzo y transferencia: Afianzar lo aprendido y transferir las recientes adquisiciones mentales a nuevas situaciones en los estudiantes.
7. Evaluación: El docente orienta la verificación del nuevo conocimiento y de las actividades desarrolladas en una interacción docente-alumno.

### ***Diseño instruccional basado en la estrategia tradicional de enseñanza.***

La estrategia didáctica aplicada en el grupo control se realizó a través de una serie de actividades en donde el proceso se efectuó en una enseñanza con estrategias centradas en el docente.

### ***Análisis Estadístico de los datos***

Antes del tratamiento se realizó el análisis estadístico de los datos mediante varios estadígrafos. Así el Coeficiente Estandarizado de Asimetría permitió comprobar el comportamiento estadísticamente normal de los grupos, mientras que la Prueba de Fisher para evidenciar si los grupos pertenecían a la misma población y por lo tanto, se podían comparar. Finalmente, la prueba t de Student para diferencia de medias en muestras independientes suponiendo varianzas iguales con el fin de determinar si los dos grupos estaban en las mismas condiciones iniciales.

Al finalizar el tratamiento experimental, se compararon los datos de la pre y posprueba para determinar el efecto intragrupal por medio de la t de Student para muestra dependientes para verificar la ganancia del tratamiento experimental en cada grupo. También se utilizó la t de Student suponiendo varianzas iguales para muestras independientes al comparar los datos de la posprueba en ambos grupo con el propósito de evaluar si existía diferencia significativa entre las medias, y por lo tanto, determinar cual de los tratamientos fue más efectivo.

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Los datos obtenidos de la aplicación de la preprueba y posprueba de conocimientos sobre los conceptos de calor y temperatura se presentan en dos secciones: antes y después del tratamiento experimental.

#### ***Análisis antes del tratamiento experimental***

En esta sección se presentan los cuadros correspondientes a cada una de los estadígrafos aplicados a la preprueba: Coeficiente de Asimetría Estandarizado, Prueba F (Fisher) y Prueba t de Student para muestras independientes

#### **Cuadro 2**

Coeficiente de Asimetría Estandarizado para la preprueba

| <b>Preprueba</b> | <b>Coeficiente de Asimetría</b> |
|------------------|---------------------------------|
| GC               | 0,083                           |
| GE               | 0,270                           |

*Nota.*: GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental.

Se observa que los valores registrados oscilan dentro del rango de (-2 a +2) por lo que se concluye que los grupos estudiados tienen un comportamiento aceptable como normal.

### Cuadro 3

Prueba F (Fisher) para varianza de dos muestras independientes para la preprueba. ( $\alpha = 0,05$ )

| Grupos | Observaciones | Varianza | Fp   | Fc   |
|--------|---------------|----------|------|------|
| GE     | 20            | 3,25     | 2,20 | 3,20 |
| GC     | 20            | 1,01     |      |      |

*Nota:* GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; Fc= valor crítico; Fp= valor práctico o calculado

Los datos registrados en el cuadro permiten observar que el valor del Fp práctico es menor que el Fc crítico a un nivel de significancia de 0,05. Se concluye que los grupos son homogéneos, es decir, pertenecen a la misma población y por lo tanto se pueden comparar.

### Cuadro 4

Prueba t de Student de muestras independientes suponiendo varianzas iguales para la preprueba ( $\alpha = 0,05$ )

| Grupos | Media | Diferencias entre medias | Tp   | tc   |
|--------|-------|--------------------------|------|------|
| GE.    | 14,56 | 7,18                     | 1,78 | 2,03 |
| GC.    | 7,38  |                          |      |      |

*Nota:* GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; tc= valor crítico; tp= valor práctico o calculado

El tp práctico es menor que el valor del tc, lo que significa, que los grupos están en las mismas condiciones y por lo tanto son equivalentes.

En conclusión, el análisis estadístico de la preprueba permitió determinar que los dos grupos eran homogéneos, pertenecen a la misma población, que son equivalentes; y en consecuencia, se podían comparar y realizar la investigación

### *Análisis después del tratamiento experimental*

Se utilizó la t de Student para grupos independientes y dependientes con el propósito de comparar la efectividad de las estrategias de cambio conceptual y enseñanza tradicional con respecto a la transformación de las preconcepciones. Para ello se realizó el análisis estadístico en dos dimensiones: (a) efecto intragrupal donde la comparación se realiza entre los datos de la preprueba y la posprueba de un mismo grupo, y (b) el efecto intergrupalo mediante la comparación de los datos de la posprueba entre los grupos control y experimental.

### *Efecto intragrupal entre pre y posprueba*

#### Cuadro 5

Prueba t de Student para muestra pareada entre la preprueba y posprueba de cada grupo después del tratamiento experimental ( $\alpha = 0,05$ )

| Grupos | Media Preprueba | Media Posprueba | Diferencias entre medias | tp   | tc   |
|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|------|------|
| GC     | 4,26            | 7,38            | 3,12                     | 6,81 | 2,08 |
| GE     | 4,84            | 14,56           | 9,72                     | 11,9 | 2,13 |

*Nota:* GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; tc= valor crítico; tp= valor práctico o calculado

Se observa que hubo ganancia tanto en la media del grupo experimental (9,72) como en la media del grupo control (3,12). Por otra parte, la comparación de los valores tp (11,9) > tc (2,13) para el grupo experimental y tp (6,81) > tc (2,08) permite concluir que hubo ganancia estadísticamente significativa en el promedio de las calificaciones tanto en el grupo experimental como el de control.

### *Efecto intergrupalo entre la posprueba*

Para verificar la hipótesis de que existen diferencias significativas en la transformación de las preconcepciones entre los estudiantes de los grupos control y experimental se analizó los datos de la posprueba por medio del estadígrafo “t” de Student para muestras independientes. Los resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 7**

Prueba “t” Student de comparación de medias de la posprueba para grupos independientes.  
( $\alpha = 0,05$ )

| Grupos | Media | tp   | tc   |
|--------|-------|------|------|
| GE     | 14,56 | 8,78 | 1,68 |
| GC     | 7,38  |      |      |

Nota. GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; tc= valor crítico; tp= valor práctico o calculado

El tp (8,78) > tc (1,68) para un nivel de significación de 0,05 permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la alterna. Por lo tanto, el grupo experimental es significativamente mayor con respecto al grupo control, es decir, que mayor transformación en las preconcepciones de los estudiantes a los cuales se les aplicó la estrategia basada en cambio conceptual.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados indican que tanto en el grupo experimental como control hubo ganancia estadística en cada uno de ellos después del tratamiento instruccional; pero esta ganancia estadística no fue igual en ambos grupos ya que para el grupo control la diferencia de medias entre la preprueba y posprueba fue de 3,12 en comparación con la del grupo experimental de 14,56.

Por otra parte, el análisis estadístico del efecto intergrupar de comparar la posprueba de ambos grupos muestra que hubo una mayor ganancia estadísticamente significativa del grupo tratado con la estrategia de cambio conceptual en relación con el grupo control. Esto concuerda con el argumento planteado en la hipótesis estadística alterna, lo que permite aceptarla y rechazar la hipótesis estadística nula

Basado en el resultado estadístico anterior, y si se asume que los puntajes de las pruebas están relacionados con la comprensión del estudiante de los conceptos calor y temperatura se puede concluir que la estrategia de enseñanza basada en cambio conceptual es más efectiva en la transformación de las preconcepciones de los conceptos calor y temperatura que la estrategia tradicional de enseñanza. Por lo tanto, se cumple con lo

planteado en la hipótesis de investigación así como en el objetivo de la presente investigación

La estrategia basada en cambio conceptual fue más efectiva porque en la planificación de las actividades didácticas se tomaron en cuenta los conocimientos previos o conocidos por el estudiante. Estas actividades de clase permitieron la confrontación de sus ideas previas con los nuevos conocimientos y en consecuencia se produjo el conflicto cognitivo y la insatisfacción tal como se postula en los principios de la enseñanza basada en el modelo del cambio conceptual. Al hacer relación entre sus preexistentes conocimientos y los nuevos se produce un aprendizaje significativo de acuerdo con lo planteado por Ausubel (2002), y por un ende un mayor rendimiento académico en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura.

En cambio los estudiantes en el grupo control no lograron el mismo aprendizaje debido a que la instrucción tradicional no provee condiciones adecuadas de aprendizaje que facilite la comparación de sus conocimientos previos con los nuevos. La mayoría de las actividades de clase fueron centradas en el docente, basado en un modelo expositivo de transmisión verbal, en donde no se tomaron en cuenta las ideas previas de los estudiantes. Por lo tanto, ellos no internalizaron sus preconcepciones y no enlazaron la nueva información en su estructura cognitiva preexistente. Como resultado, un menor rendimiento académico en comparación con los estudiantes que realizaron el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura bajo estrategias basadas en cambio conceptual

Para concluir, la aplicación de la estrategia de cambio conceptual implica que se está tomando en cuenta el origen las ideas previas y la transformación en el estudiante, lo que permite el aprendizaje de nuevos conceptos basados en aquellas preconcepciones que ha logrado cambiar. Esto implica un reto para el docente que debe modificar sus estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en los nuevos enfoques didácticos sobre cómo aprende el estudiante y los procesos cognoscitivos relacionados en el aprendizaje de conocimientos científicos

Generalmente los docentes realizan sus actividades de enseñanza y aprendizaje como si la mente de los estudiantes fuese un envase vacío para llenar de conocimientos sin tomar en cuenta sus ideas previas. Actualmente se reconoce unánimemente que estas ideas previas son uno de los factores clave que deben tenerse en cuenta como condición necesaria para un aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales



## Recomendaciones

Basado en los resultados de la presente investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

Implementar cursos, talleres dirigidos a los docentes en servicio de Ciencia Naturales sobre las nuevas tendencias de enseñanza y aprendizaje en los tópicos de las preconcepciones y cambio conceptual

Efectuar investigaciones educativas sobre preconcepciones y cambio conceptual tanto cuantitativas como cualitativas en diferentes niveles de la educación.

Continuar con investigaciones similar a la efectuada en estudios longitudinales para determinar la persistencia o cambio de las preconcepciones

## REFERENCIAS

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona, España: Paidós
- Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-247
- Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1) 123-134
- Cachapuz, A.(2004) The state of the art in Science Education Research .Proceedings of the International Seminar on The state of the art in Science Education Research. University of Aveiro. Documento en línea. Disponible: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/Proceedings%20International%20Seminar.pdf> [Consulta : 2008, Febrero 27].
- Campanario, J. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169
- Cervantes, L., Torre, N., Verdejo, A., Trejo, L., y Córdova, J. (2001). *El concepto de calor en termodinámica y su enseñanza*. Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de Termodinámica. México. Documento en línea. Disponible:

[http://www.cneq.unam.mx/cursos\\_diplomados/diplomados/medio\\_superior/dgire2005\\_2006/modulos/material/XVI5.pdf](http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/dgire2005_2006/modulos/material/XVI5.pdf) [Consulta: 2008, Enero 30].

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. (2007). *Ideas Previas*. Documento en línea. Disponible <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx/2048/preconceptos.htm>. [Consulta : 2007, Octubre 12 ].
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconcepciones, errores conceptuales. ¿Distinta terminología y un mismo significado?. *Investigación en la escuela*, 23, 23-33.
- Cho, H., Kahle, J. y Nordland. F. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69 (5),707-719.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw-Hill
- Garcés de Sánchez, W, y Chacón, R.(2003). *Preconceptos que persisten en estudiantes de la carrera de Educación Básica Integral de la ULA-Táchira*. Trabajo de Ascenso. Universidad de los Andes – San Cristóbal Táchira.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana
- Horton, C. (2004) *Student preconceptions and misconceptions in Chemistry.(Student alternative conceptions in Chemistry)*.Arizona: Arizona State University
- Jiménez, E., Benarroch, A. y Marín, N. (2006). Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(6), 577-598.
- Kind, V. (2004) *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. Londres: Royal Society of Chemistry.
- Kuhn, T. (1970). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1970). *The methodology of scientific research programmes: Philosophical Papers*, Vol. 1. Cambridge .: Cambridge University Press.
- Lin, J.,Chiu, M., y Liang, J. (2004). *Exploring mental models and causes of ctudents' misconceptions in acids and bases*. .Ponencia presentada en la Conferencia Anual 2004 de

la National Association of Research in Science Teaching (NARST), Vancouver, Canada.  
Disponible: <http://science.gise.ntnu.edu.tw/profile/workshop/NARST2004full%20text0213acid%20and%20base.pdf> [Consulta : 2007, Noviembre 26]

Moreira, M. y Greca I. (2003) *Cambio Conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo*. Documento en línea. Disponible: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>. [Consulta : 2006, Septiembre 30].

Nieda, J y Macedo, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y UNESCO

Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires, Argentina: Paidós

Picquart, M. (2008). ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física?. *Latin. American Journal of Physics Education*, 2(1), 29-36

Pozo, J. y Gómez, M. (2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata

Sözbilir, M. (2004). A review of selected literature on students' misconceptions of Heat and Temperature. *University Journal of Education*. 20(1) 25-41

Taber, K. y Watts, M. (2000) Learners' explanations for chemical phenomena, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3) 329-353

UPEL (2006). Manual de trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales. Caracas: autor.

Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72-85