

## REFERENTES TEÓRICOS DE UNA INSTRUCCIÓN ORIENTADA A LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS EN FÍSICA

MARIANELA NAVA<sup>1</sup>, XIOMARA ARRIETA<sup>2</sup>, MARÍA FLORES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Maracaibo. Venezuela

<sup>2</sup>Universidad del Zulia, Facultad de Humanidades y Educación, CEMAFI. Maracaibo. Venezuela  
e-mail: marianelanava@gmail.com; xarrieta2410@yahoo.com; nenala@hotmail.com

Recibido: octubre de 2008

Recibido en forma final revisado: julio de 2009

### RESUMEN

Actualmente, en las instituciones educativas, existe la necesidad de generar formas alternativas de enseñanza que conduzcan al logro no sólo de conocimientos formales, sino además, al desarrollo de destrezas en los aprendices para hacerlos profesionales cada vez más competentes. En este sentido, el presente trabajo establece algunos referentes teóricos en el campo de la didáctica de la física, orientados al aprendizaje de conceptos científicos, generando así una mejor comprensión e interpretación del entorno. Para ello, se plantea una investigación de carácter descriptivo documental, la cual exhibe algunas posturas educativas, donde el modelo de cambio conceptual es considerado uno de los centrales junto con la teoría del aprendizaje significativo, pues ésta sugiere las relaciones necesarias entre las ideas previas y la nueva información presentada, para la construcción y ampliación de las estructuras de conocimiento, apuntando a significados más cercanos a los formales. Asimismo, se abordan los estilos de aprendizaje y los procesos básicos del pensamiento con la finalidad de promover el desarrollo de habilidades cognitivas y en consecuencia, la motivación y el interés. Luego del análisis general, se muestra la necesidad de un cambio conceptual en la construcción de conceptos científicos, el cual debe ser entendido como una ampliación de significados, haciendo énfasis en desarrollar la capacidad del estudiante para discriminar entre sus concepciones alternativas y las científicas. Por otra parte, es importante incluir en la enseñanza, elementos motivantes y retadores para el estudiante, siendo necesario indagar aquellas formas en las cuales se facilita el aprendizaje.

*Palabras clave:* Cambio conceptual, Conceptos científicos en física, Aprendizaje significativo, Estilos de aprendizaje, Procesos básicos del pensamiento.

### THEORETICAL MODELS FOR INSTRUCTION ORIENTATED TOWARD THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN PHYSICS

#### ABSTRACT

Currently, the need exists in educational institutions to generate alternatives forms of teaching that lead to achieving significant learning, not only at the level of formal knowledge but also at attitudinal and procedural levels, in order to form integral professionals who are increasingly competent. In this respect, this study establishes some theoretical referents in the field of teaching physics, oriented toward learning scientific concepts and leading to a better interpretation of the environment. The research is of a documentary, descriptive nature, with theory based fundamentally on the conceptual change model and the theory of significant learning. The latter suggests the relationships between previous ideas and new information needed to construct and expand knowledge structures, aiming toward meanings closer to the formal. Likewise, it is based on learning styles and basic thought processes in order to promote the development of cognitive abilities and consequently, motivation and interest. The principal result produced from analysis is the need for a conceptual change in the construction of scientific concepts, which ought to be understood as an extension of meanings, emphasizing development of the student's capacity to discriminate between alternative and scientific conceptions. On the other hand, it is important to include motivational and challenging elements for the student in the teaching, since it is necessary to investigate those forms that facilitate learning.

*Keywords:* Conceptual change, Scientific concepts in physics, Significant learning, Learning styles, Basic thought processes.

## INTRODUCCIÓN

En el logro de aprendizajes de contenidos formales o bien de conductas que se traduzcan en el desarrollo de habilidades, para un desenvolvimiento acorde con las demandas sociales, son muchas las investigaciones que se han realizado en el campo de la enseñanza de la física; algunas de ellas, se han centrado en la resolución de problemas (Escudero, 2004; Escudero & Moreira, 1999; Cruz, 2000; Varela & Martínez, 1997), en virtud de considerarse una de las principales debilidades de los estudiantes; otras (Carrascosa, 2005; Furió & Guisasola, 1993, 1999, 2001; Martín & Solbes, 2001; Nava *et al.* 2008), van al campo del conocimiento vinculado con los referentes conceptuales, pues para dar solución a cualquier tipo de problema cualitativo o cuantitativo, se requiere en principio, la comprensión e interpretación del fenómeno físico asociado.

Muchas de estas interpretaciones o ideas son erróneas desde la perspectiva científica, por lo que se requiere su modificación al menos en términos de acercarlas cada vez más al ámbito del conocimiento formal, o por lo menos aprender a discriminarlas de las concepciones científicas. En el presente artículo, se recoge una fundamentación teórica que expone algunos aspectos, entre ellos, el modelo de cambio conceptual de Posner *et al.* (1982), así como la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976), los procesos básicos del pensamiento de Amestoy (2004) y los estilos de aprendizaje de Alonso *et al.* (2003).

Desde la óptica de tales constructos teóricos, se derivan los elementos principales de una didáctica orientada al cambio conceptual, entendido no como un cambio radical, sino como un cambio progresivo de significados de los conceptos preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz, para el logro de conceptos cada vez más acordes con la visión científica; todo ello desde la perspectiva del aprendizaje significativo, y abarcando herramientas que conduzcan no sólo al aprendizaje de contenidos, sino al desarrollo del pensamiento abstracto y crítico, tan necesario en estos tiempos para el buen desenvolvimiento de los futuros profesionales en la sociedad.

## NATURALEZA DE LOS CONCEPTOS

Cuando el ser humano interactúa con el entorno, tiende a formar un concepto sobre los fenómenos físicos que observa. Esta primera impresión es lo que asociamos al concepto cotidiano o espontáneo. Asimismo, existen los conceptos científicos, necesarios para establecer la explicación de tales fenómenos. Al respecto, se señalan dos perspectivas, en la mayoría de los casos diferentes e incluso contradictorias, para describir un mismo aspecto de la realidad, pues a jui-

cio de Pozo (1999) los significados que una persona asigna a un objeto o acontecimiento, producto de su interacción con la realidad, constituyen el conocimiento que se tiene del mismo. En este orden de ideas, debe hacerse una profunda reflexión por mejorar la calidad de los significados que han de aprender los estudiantes de ciencias e ingeniería. Visto así, el docente debería pensar más sobre la manera de ejercer la enseñanza para la utilización y construcción del conocimiento.

A partir del campo epistemológico, concurren diversas concepciones sobre la relación entre los tipos de conocimiento. Soto (2003) establece tres perspectivas:

- a) Los conocimientos cotidiano y científico son formas distintas de un solo tipo de conocimiento, por tanto, hay una continuidad en las formas de construir el conocimiento individual y las formas de construir el conocimiento escolar.
- b) Existe una incompatibilidad epistemológica entre el funcionamiento de la mente humana, a través del cual se forma el conocimiento cotidiano, y las estructuras del pensamiento científico; lo que impide que ambos tipos de conocimiento se ubiquen al mismo nivel.
- c) Los conocimientos cotidiano y científico son formas de conocimiento diferentes, y su contextualización depende del pensamiento y razonamiento del sujeto, es decir, de cómo organice cognitivamente su entorno, por lo que persiguen fines diversos. En este sentido, el aprendizaje no se centra en cambiar las concepciones previas de los alumnos, sino en crear estructuras que permitan interpretar los diversos contextos relacionados con el conocimiento.

Tal como se señala, el segundo aspecto sobre concepciones cotidianas y científicas, hace alusión a una incompatibilidad ocasionada por factores como los descritos por García & García (1993):

- El conocimiento científico y el cotidiano son procesos cognitivos diferentes e incompatibles.
- El conocimiento científico visto como una construcción social difiere de las formas cotidianas de conocer el mundo, proporcionando una mayor comprensión y control del mismo.

Bajo este enfoque, se plantea que una forma de pensamiento es más simple que la otra; esto lo ratifica Pozo (1999) cuando señala que el conocimiento cotidiano admite estructuras simples, mientras que el científico utiliza estructuras

más complejas. Sin embargo, se presentan dudas en cuanto a la superioridad de una concepción sobre la otra, pues a pesar de que un estudiante pueda comprender la ciencia en algunos contextos, siguen aferrados a sus concepciones cotidianas. No se trata de que una sea más compleja o mejor que la otra, sino de que funcionen para contextos diferentes (Soto, 2003).

El hecho de que en los aspectos descritos anteriormente, se aluda al contexto un papel relevante, resulta en la perspectiva final, que presenta al conocimiento científico y al cotidiano como dos formas alternativas de ver la realidad. En este sentido, el conocimiento cotidiano está ligado a la forma en que los sujetos construyen su percepción del mundo material, asociado a sistemas de interacción social y cultural; mientras que el conocimiento científico está asociado con la capacidad del hombre de construir un modelo para la realidad, es decir, una realidad virtual.

A tenor de lo expuesto, juega un papel importante la exploración de las posibilidades de reflexión sobre lo que se sabe, sobre los límites del pensamiento y sobre sus posibilidades de cambio. Por tanto, se puede considerar el pensamiento cotidiano como un tipo válido, pero insuficiente de explicación de la realidad.

## CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Según Tamayo (2002), las concepciones alternativas se refieren a las nociones que los alumnos tienen antes del aprendizaje formal de una determinada cátedra. Por lo general, tales concepciones tienen un origen individual y social, pues se construyen a lo largo de la vida del sujeto mediante la influencia del contexto en el cual se encuentra inmerso. Asimismo, se caracterizan por ser respuestas rápidas, poco reflexivas y que transmiten mucha seguridad.

De lo anterior se deduce que las concepciones alternativas o ideas previas que manifiestan los estudiantes, en su mayoría, no son correctas desde el punto de vista científico; además, no son fáciles de identificar porque forman parte del conocimiento implícito del sujeto; muchas de ellas están guiadas por la percepción y la experiencia del alumno en su vida cotidiana; se corresponden con construcciones personales; no tienen todas el mismo nivel de especificidad y generalidad, por lo tanto las dificultades que generan no son de igual importancia. Y lo más resaltante es que son muy resistentes y en consecuencia, difíciles de modificar.

Adicionalmente, un debate del curso, en el cual se plantea el cuestionamiento de las opiniones de todos los presentes en torno a una temática dada, parece ser una vía alternativa para la obtención de una verdadera asimilación del conoci-

miento científico (Alemán & Pérez, 2000). Esta afirmación trae consigo dos ventajas: la primera es que el estudiante aprende a conocer y a valorar las opiniones de sus compañeros y la suya propia, por tanto, verá con naturalidad cualquier desacuerdo que se presente en la discusión razonada asociada con la clase; en segundo lugar, el estudiante aprende a decidir si acepta o rechaza cualquier idea que se le propone con base a su razonamiento y no por imposición de la autoridad, entiéndase el profesor. En ambos casos, el estudiante se forma con espíritu crítico.

Tal como se evidencia, esta visión acerca del aprendizaje de conceptos científicos requiere de la discusión de las ideas o conocimientos previos de los estudiantes y del docente respecto a una temática dada, razón por la cual se hace necesario profundizar en su estudio.

Por otra parte, este nuevo modelo de enseñanza rompe con los patrones habituales de la clase tradicional, netamente expositiva, donde es nimia la participación del estudiante y la cual en el mejor de los casos, sólo permite al aprendiz mezclar sus ideas acerca de los fenómenos estudiados, con aquellas ideas propias de la instrucción que recibe. Así pues, frente a procesos de enseñanza de este tipo, al no haber una acción didáctica orientada a conocer y transformar las concepciones de los estudiantes, éstas se imponen a las nuevas ideas científicas enseñadas en clase (Tamayo, 2002).

En síntesis, desde la orientación actual de los procesos educativos relacionados con las ciencias, el salto de una visión de enseñanza, centrada en lo conceptual, a una visión compleja, que integra en el aula, aspectos conceptuales, epistemológicos, individuales, sociales y contextuales, permite una mejor comprensión de los procesos educativos, y al mismo tiempo sirve de guía hacia otras alternativas de enseñanza de las ciencias que respondan en mayor grado y con mayor exactitud a las demandas sociales y culturales de nuestra época.

## CAMBIO CONCEPTUAL

El estudio sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, que conduce al establecimiento de conceptos científicos y garantice la comprensión del fenómeno real, ha sido abordado desde diferentes ópticas. Una de ellas es la referente al cambio conceptual, cuya idea fundamental es la formación de conceptos científicos a partir de la reestructuración de las concepciones previas o alternativas que ya posee el alumno (Pozo, 1999).

Considerando lo anterior, la posición que asume una persona para explicar un fenómeno, inicialmente tiene que ver con los conocimientos previos, experiencias, intuiciones o

creencias que posea; pero, una vez dado el cambio conceptual debe ser capaz de explicar tal fenómeno mediante supuestos científicos.

Tal como lo señala Martínez (2004), el cambio conceptual ha despertado el interés de 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 aspecto tomando posiciones distintas, atendiendo especialmente a: a) los procesos básicos del aprendiz, b) los cambios ocurridos durante el desarrollo, c) la estrategia instruccional y su efecto en el cambio conceptual.

Independientemente del área desde la cual se analice el cambio conceptual, lo relevante está en la comprensión de cómo se organizan las teorías que permiten comprender el entorno y cómo estas teorías son generadas, complementadas y/o revisadas por los sujetos durante el proceso de adquisición, elaboración y organización del conocimiento. Se distinguen tres perspectivas: la cognitiva, la educativa y la psicosocial.

Para la visión cognitiva se parte de la teoría de los modelos mentales y de la noción de 'concepto' como la unidad básica de representación mental (Carey, 1985a; Chi *et al.* 1994, citadas por Martínez, 2004). Por su parte, la perspectiva educativa, fundamentada en la visión constructivista con un marcado acento en la teoría piagetiana, destaca el papel de las condiciones instruccionales necesarias para el cambio. Estas dos tradiciones -la cognitiva y la educativa- han realizado la mayor contribución a los estudios relacionados con el contexto de aprendizaje en el área de las ciencias naturales señalando a las habilidades cognitivas como uno de los más importantes factores que pueden explicar el cambio conceptual. Así, se plantea que tal variable permite aumentar las capacidades para argumentar, objetivar, comprobar hipótesis y hacer explícitas las ideas y creencias (Posner *et al.* 1982; Nussbaum, 1989).

Por su parte, desde la tradición psicosocial se han realizado una serie de estudios centrados en el análisis del cambio de las creencias y actitudes, con una clara orientación fenomenográfica (cualitativa-descriptiva) basada en la concepción cognitiva de los esquemas y con una mayor dedicación al contexto de las Ciencias Sociales o Humanas. Para esta tradición, el mecanismo básico que explica el cambio está en factores afectivos (Martínez, 2004).

Posner *et al.* (1982) fueron de los primeros en hacer estudios sobre el cambio conceptual, desde la perspectiva educativa, fueron Posner *et al.* (1982). Ellos quienes conciben el conocimiento como una articulación entre concepciones alternativas, centrado principalmente en aspectos epistemo-

lógicos y en el conflicto cognitivo como la vía para lograr el reemplazo de ideas previas por nuevas.

Este modelo inicial de cambio conceptual está centrado en el aprendizaje como actividad racional de comprender y aceptar ideas que son vistas como inteligibles y racionales. Su base epistemológica está provista principalmente de las ideas asociadas a dos posiciones filosóficas: la primera de ellas de Khun y la segunda de Lakatos. Además, se considera que el trabajo científico es hecho en el contexto de concepciones, compromisos o conceptos centrales que organizan la investigación.

Para Khun (citado por Nussbaum, 1989), tales conceptos centrales que dominan la investigación son llamados paradigmas, y estos dan origen a la llamada ciencia normal. Mientras que Lakatos los denomina incondicionales teóricos, los cuales a su vez generan programas de investigación, que deben aplicarse y defenderse con la experiencia. Esta asignación de etiquetas a las concepciones, constituyó la primera fase del cambio conceptual.

Ahora bien, cuando los conceptos centrales requieren modificación, Khun lo refiere como revolución científica y Lakatos como un cambio de programa de investigación. Este último, es lo que constituye la segunda fase del cambio conceptual. Sus primeras aproximaciones filosóficas llevaron a los autores del modelo inicial a suponerlo como un cambio radical o reemplazo de los conceptos previos del sujeto.

Sin embargo, la visión filosófica actualmente aceptada y de la cual partió el modelo de Posner *et al.* (1982), fue la de Toulmin, de la cual se toma la frase de ecología conceptual, vinculada a los conceptos cotidianos, comunes o alternativos de un individuo.

La ecología conceptual, a juicio de Posner *et al.* (1982) influye en la selección de un nuevo concepto central y contradice al empirismo que afirma que no hay nada en la mente, sino primero en los sentidos, lo cual es imposible. Posteriormente, se le calificó como evolutiva, razón por la cual se le atribuye este carácter al cambio conceptual tiempo después. Según estos autores, el cambio conceptual requiere de algunos aspectos, entre los cuales destacan:

- a) Insatisfacción con los conceptos antiguos.
- b) Inteligibilidad de los nuevos conceptos, pues el sujeto debe ser capaz de entender el nuevo concepto lo suficiente para explotar sus posibilidades; si el estudiante no conoce lo que el concepto anterior y el nuevo significan, no puede haber conflicto.

- c) Plausibilidad de las nuevas concepciones, ya que cualquier nuevo concepto debe tener la capacidad de resolver los problemas generados por sus predecesores.
- d) La nueva concepción debe ser fructífera, es decir, el nuevo concepto debe tener el potencial de ser extendido a otras áreas.

Al respecto, Soto (2003) señala que las teorías del aprendizaje han hecho énfasis en la inteligibilidad, más no sobre la plausibilidad. También establece que la búsqueda a promover la insatisfacción con las ideas previas del alumno y la fructibilidad de las nuevas ideas que se aprenden, no ha sido un objetivo implícito.

Hasta ahora, la autoridad del profesor y la credibilidad de los textos, han sido suficientes para que el estudiante acepte una nueva visión como plausible. Entonces, la verdadera dificultad está en que el sujeto unifique sus creencias en relación a lo que conocen y no en agregar el nuevo conocimiento a una estructura conceptual carente de significado. Este proceso requiere de una toma de conciencia y control sobre lo que se sabe y sobre las distintas estrategias que puede emplear para aprender.

Con relación a esto último, Driver & Oldham (1986) establecen que el cambio conceptual debe ser visto como un proceso largo, lento y progresivo; señala además que las estrategias para lograrlo, deben contemplar el dar oportunidades para que los estudiantes expliciten sus propias ideas, se deben introducir experiencias contradictorias y el planteamiento de preguntas para favorecer la generación de esquemas conceptuales y transponer las ideas a otras situaciones.

Por su parte, Carey (1992) plantea que para la adquisición del conocimiento científico, es necesario que ocurra un cambio conceptual radical, el cual se producirá siempre y cuando ocurran simultáneamente cambios en el dominio de los fenómenos explicados, en la naturaleza de las explicaciones aceptadas y en los conceptos individuales que constituyen el núcleo de la teoría. Esto contradice lo señalado, pues rompe con la continuidad necesaria para llegar al cambio conceptual.

Otra autora que apoya las ideas de Driver & Carey es Chi (1992), considerando que un cambio conceptual se refiere básicamente a cómo un concepto puede cambiar su significado. Diferencia entre un cambio conceptual que ocurre dentro de una categoría ontológica y otro que sucede entre categorías ontológicas: llama al primero cambio conceptual y al segundo cambio conceptual radical.

La referida autora señala además que el cambio conceptual

radical es poco frecuente y que el hacer énfasis en la ontología de la categoría, le permitirá al estudiante establecer puentes que vinculen nuevos dominios de información de conceptos científicos con el árbol ontológico apropiado, lo que mantendrá intactas sus preconcepciones ya que serán adecuadas para predecir los fenómenos cotidianos. De esta manera se desarrollaría una estructura de conocimiento para los conceptos científicos independiente de la estructura de conocimiento de los conceptos cotidianos.

Posner & Strike (1993) realizan una autocrítica a su modelo original, basándose en las inconsistencias encontradas, señaladas por Moreira (2003) en:

- a) Existencia de concepciones alternativas claramente articuladas, expresadas y simbólicamente formuladas.
- b) Concepciones alternativas afectadas por una ecología conceptual del aprendiz, sin hacer referencia a la forma de interacción con esa ecología.
- c) Visión del cambio conceptual básicamente racional, subestimando factores de la ecología conceptual, tales como el interés del alumno por obtener altas calificaciones, influencia de su autoestima en el aprendizaje, entre otros.

En consecuencia, la autocrítica da lugar a la propuesta efectuada por los mismos autores, la cual reúne los siguientes aspectos:

- a) Ampliación de los factores que integran la ecología conceptual del aprendiz.
- b) Considerar las concepciones alternativas como parte de la ecología conceptual.
- c) Existencia simultánea de distintas formas de representación y de articulación para una misma concepción.
- d) Inclusión de una visión evolucionista de la ecología conceptual.
- e) Una visión interaccionista de la ecología conceptual.

Otro de los autores de la teoría inicial, Hewson (1993), destaca igualmente la modificación de las consideraciones de su modelo, apuntando que el cambio conceptual debe ser visto como una extensión o intercambio conceptual, como un modo de entender el aprendizaje, y que el conocimiento que un sujeto adquiere sólo tiene validez en la medida que éste lo relaciona con su ecología conceptual (conocimiento previo). Igualmente, señala que el término alternativo no

es sinónimo de inadecuado o inaceptable, por lo cual los docentes no deberían obligar al estudiante a renunciar a sus concepciones alternativas, sino ayudarlos a formar el hábito de cuestionar una idea con otra y a desarrollar estrategias para aceptar y contrastar sus concepciones de cara a su aceptación. En este sentido, se destaca la necesidad de formar un estudiante con pensamiento crítico.

Pozo (1999) concibe el cambio conceptual a partir de la resolución de conflictos conceptuales mediante la explicitación y contrastación de diferentes modelos, para lo cual se requiere superar restricciones metacognitivas, conceptuales, epistemológicas y ontológicas. Destaca el valor pragmático del conocimiento cotidiano, su carácter fenomenológico y adaptativo.

Para el término conflicto conceptual, se han establecido algunas diferencias entre éste y el conflicto cognitivo. Desde el campo de la psicología, lo cognitivo es más procedente, en la medida en que se está abordando el problema de la estructuración cognitiva ligada a los procesos de madurez intelectual de los sujetos. Adicionalmente, el uso del conflicto conceptual está más próximo a la concepción del aprendizaje desde un punto de vista epistemológico, ligado a la naturaleza y a la racionalidad de las disciplinas científicas (Soto, 2003).

De lo expuesto, resulta pertinente hablar entonces de conflicto conceptual, pues los compromisos epistemológicos del estudiante le permiten el reconocimiento de diferencias entre concepciones alternativas y la toma de conciencia a favor de la más plausible, dependiendo de las restricciones impuestas por la conceptualización científica.

Desde la perspectiva ausubeliana, Moreira & Greca (2003) señalan que el cambio conceptual visto como un proceso de sustitución de significados, no existe, pues los significados internalizados, es decir, significativos, quedan siempre en la

estructura cognitiva del aprendiz, como posibles significados de una idea más elaborada o diferenciada, es decir, no son borrables, por tanto no pueden cambiarse.

Como complemento, los referidos autores sugieren que el cambio conceptual debe verse como una construcción y discriminación de significados, y no como un reemplazo de concepciones, posición que es compartida por las autoras.

Desde la concepción de Posner *et al.* (1982) hasta la actualidad, se ha incrementado el interés por estudiar la manera de transformar las ideas de sentido común de los estudiantes en concepciones más cercanas a las planteadas por la ciencia.

Esta posición, de asumir el cambio conceptual como un proceso de transformación de conceptos cotidianos en conceptos científicos, se originó en términos de una continuidad entre los conocimientos cotidianos y científicos, luego, desde una perspectiva de incompatibilidad y finalmente como una diferenciación contextual.

Un interesante aporte a la interpretación del modelo del cambio conceptual ha sido la realizada por Demastes *et al.* (1996), los cuales a partir de las ideas de Posner *et al.* (1982), plantean que el cambio de una concepción por otra lleva a cambios o modificaciones de muchas otras concepciones, lo cual permite clasificarlos (tabla 1).

De los cuatro referentes, los dos primeros son explicados por el modelo original de Posner *et al.* (1982), mientras que los últimos dos han sido los más estudiados a profundidad (Carey, 1992; Driver & Oldham, 1986; entre otros).

Para que ocurra entonces un cambio conceptual, se asume una posición ecléctica, rescatando del modelo original la necesidad de incluir en cualquier proceso de instrucción elementos que lleven al logro de la inteligibilidad, la plausi-

**Tabla 1.** Clasificación de cambio conceptual.

Cambio conceptual	Características
En cascada	Reconoce la conexión entre el cambio en una concepción particular y sus efectos sobre otras concepciones conexas. Un cambio en una concepción central permite replantear gran parte de la estructura conceptual del alumno.
Masivo	Permite cambiar el universo constituido por un grupo de nociones, por un nuevo universo, sin que medie algún proceso intermedio; esto es lo que se conoce como un cambio radical.
Incremental	Introduce nuevas ideas de forma paulatina, sin tener la intención de iniciar procesos radicales de cambio conceptual, pero se constituyen en bases importantes para una transformación conceptual. Se dan cambios graduales.
De construcción dual	Contempla en el sujeto, dos o más formas de razonamiento simultáneo, sin que esto sea un problema para él, sin generar contradicción alguna.

bilidad y la fructibilidad de la nueva información, sin verse como una secuencia de pasos a seguir en la enseñanza en el aula. Por otra parte, es importante, considerar la ampliación de la ecología conceptual del aprendiz, incluyendo elementos como la disposición hacia el aprendizaje del estudiante, ligado fuertemente a su motivación, por lo que se hace necesario indagar aquellas formas en las cuales se facilite el aprendizaje.

Otro aspecto importante que ha de considerarse para el logro del cambio conceptual, permitiendo al estudiante discriminar entre sus concepciones alternativas y las científicas, es incluir estrategias que faciliten el desarrollo de sus habilidades para pensar, pues con ello se daría un tamiz psicológico, más que epistemológico, a la teoría original de Posner (Moreira, 2003; Marín, 1997; Hewson, 1993).

### APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

La manera de estructurar los conceptos y el cómo se adquieren, se presentan en dos vertientes principales: a) las asociacionistas y b) las organicistas. Las primeras sostienen que los conceptos son entidades reales que sólo necesitan mecanismos para detectar sus variaciones en el medio; mientras que las segundas establecen que estos son inventados y contruidos por procesos complejos, que incluyen su reestructuración (Pozo, 1999).

Si bien es cierto que las teorías asociacionistas presentan limitantes, por la insuficiencia que muestran para la formación de conceptos más complejos, entre los que se encuentran los conceptos científicos, también resulta valedero que han introducido aportes en la concepción del aprendizaje, pues han dado lugar a las llamadas teorías computacionales, que han permitido el desarrollo de algunas conductas conceptuales relevantes en el funcionamiento de algunos mecanismos y fundamentalmente, en la adquisición de destrezas, tal como lo evidencian la teoría del Control Adaptativo del Pensamiento (ACT) de Anderson y la teoría de esquemas.

Sin embargo, la perspectiva que adopta la concepción asociacionista para explicar el aprendizaje resulta insuficiente por las siguientes razones: (a) su falta de explicación de numerosos fenómenos; (b) la visión reduccionista del comportamiento humano que de ello se deriva; (c) propone un modelo de hombre básicamente adaptativo y pasivo, poco creador, negándole la posibilidad de desarrollar una actividad intelectual autónoma; (d) su alto grado de lógica e inductivismo (Gutiérrez, 2003).

Dada las limitantes que imponen las teorías asociacionistas, surge la concepción del aprendizaje como un proceso de reestructuración de conocimientos, lo que da lugar a las

teorías organicistas.

Estas teorías consideran el cambio como un proceso inherente al organismo (de allí su nombre de organicistas). Este aspecto les lleva a interesarse por los procesos de desarrollo y por los cambios a largo plazo más que por los pequeños cambios generados experimentalmente. De igual forma se ocupan de la adquisición de conocimientos complejos organizados en forma de teorías, por lo que tratan sobre la adquisición de conceptos científicos o de la propia creación del conocimiento científico (Pozo, 1999).

A efectos de esta investigación, la teoría organicista más relevante es la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976), pues alude importantes distinciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje, recalando cómo cada uno puede presentarse en forma independiente.

Bajo esta óptica, Ausubel (citado por Pozo, 1999) considera que toda situación de aprendizaje puede analizarse conforme a un eje vertical que hace referencia al tipo de aprendizaje realizado por el alumno, es decir, los procesos mediante los que codifica, transforma y retiene la información. Asimismo, sugiere un eje horizontal que se refiere a la estrategia de instrucción planificada para fomentar ese aprendizaje, que iría de la enseñanza puramente receptiva a la basada en el descubrimiento espontáneo por parte del alumno.

La continuidad entre aprendizaje y enseñanza, evita los reduccionismos inherentes a las teorías asociacionistas y posibilita la reestructuración en el aprendizaje. Éste, puede ser memorístico (repetitivo) o significativo. Pozo (1999) establece que el aprendizaje memorístico es aquel en el que los contenidos están relacionados entre sí de un modo arbitrario careciendo de significado para la persona que aprende, además un aprendizaje es significativo cuando puede incorporarse a las estructuras de conocimiento que posee el sujeto, relacionando el nuevo material con conocimientos anteriores.

Otra de las condiciones que se requiere para un aprendizaje significativo es un material con significado y una predisposición por parte del sujeto, es decir, la persona debe tener algún motivo para esforzarse.

Resulta importante señalar que en los procesos de enseñanza actuales a nivel de educación superior, se debe tratar de establecer algún diagnóstico para determinar si los estudiantes de una materia realmente dominan los contenidos que se requieren para cursarla, o si tienen realmente la motivación a estudiar la carrera que escogieron, y si realmente los diseños curriculares de tales asignaturas, son pertinentes

con lo que demanda el entorno. Esta afirmación está respaldada además por la posición de Marqués (2001), cuando sugiere que el docente debe estructurar los contenidos y las actividades a realizar para que los conocimientos sean significativos en el estudiante.

Para Ausubel (1976), los conceptos no sólo involucran atributos de criterio comunes, sino que necesitan algún símbolo o signo para designarse. De allí, que para aprender un concepto, primero se debe hacer una abstracción inductiva a partir de experiencias empíricas concretas, tal como señala la postura asociacionista. Esta fase abarcaría procesos de diferenciación, generalización, formulación y comprobación de hipótesis. Pero en la medida que el sujeto va recibiendo instrucción formal, se va produciendo en mayor grado una asimilación de conceptos, consistente en relacionar los nuevos conceptos con otros anteriormente formados.

En función del tipo de relación jerárquica entre las ideas ya existentes y las nuevas ideas, Ausubel (1976) distingue tres formas de aprendizaje por asimilación: el subordinado, donde la nueva idea aprendida se halla jerárquicamente subordinada a otra existente; el supraordinado, donde se produce una reconciliación integradora entre los rasgos de una serie de conceptos que da lugar a la aparición de un nuevo concepto más general o supraordinado; y el combinatorio, donde la idea nueva y las ideas ya establecidas no están relacionadas jerárquicamente, sino que se hallan al mismo nivel.

Con respecto a este último nivel se podría ubicar, por ejemplo, el estudio de fenómenos electrostáticos, al establecer su analogía con los fenómenos gravitacionales, y posteriormente incluir por analogía con los primeros, los fenómenos magnéticos.

La teoría de Ausubel (1976) ha aportado elementos que permiten atender de manera más pertinente la diversidad de capacidades y posibilidades de los jóvenes inscritos en las instituciones de educación superior, razón por la cual sirve de base a la mayoría de las investigaciones en materia educativa (Gutiérrez, 2003). También implica el rechazo del término cambio conceptual, por considerarse como un reemplazo. En este sentido, y dado que las ideas aprendidas significativamente no son borrables, resulta importante hablar de desarrollo o enriquecimiento conceptual, por lo que hablar de cambio conceptual desde esta visión, es construcción y discriminación de significados, una posición que se aleja del enfoque conductista de instalar y eliminar conductas en el aprendiz (Moreira, 2003).

## MAPAS CONCEPTUALES

Otro mecanismo ideal para desarrollar las formas del pensamiento y particularmente, poner en práctica el aprendiza-

je significativo de Ausubel (1976), es el mapa conceptual. Éste, tiene como función ayudar a la comprensión de los conocimientos que el estudiante tiene que aprender, por medio de su relación con otros que ya posee o entre ellos mismos (Ontoria *et al.* 2001), y tiene ciertos elementos que lo caracteriza (figura 1).

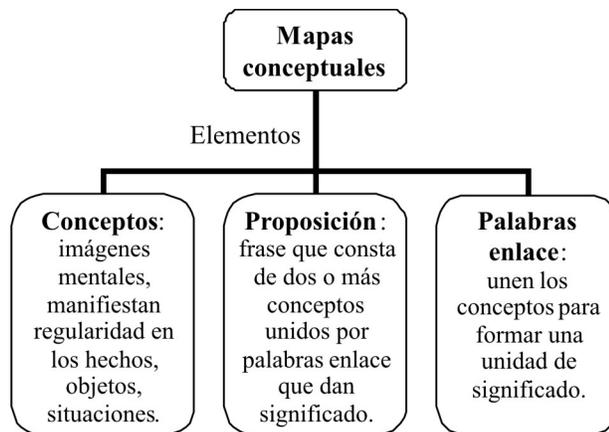


Figura 1. Elementos de los mapas conceptuales.

Fuente: Las autoras (2008).

Los mapas conceptuales realizados por profesores y alumnos tienen componentes propios, por lo cual no existe un mapa conceptual “correcto”. Lo realmente importante, es su discusión en el aula, pues el resultado de la misma, puede originar un acuerdo de significados entre los estudiantes y el docente que se oriente hacia la construcción científica de los conceptos bajo estudio. Estas herramientas heurísticas son ideales para desarrollar la capacidad de pensar al intentar cambiar las palabras enlace, aumentando las relaciones cruzadas, realizando mapas consensuados (en grupo) y con enfoques diferentes.

## APRENDIZAJE COOPERATIVO

Para Johnson (citado por Díaz & Hernández, 2002), el aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar sus propios aprendizajes. A efectos de la presente investigación, se sugiere este tipo de aprendizaje, principalmente porque facilita la participación de un mayor número de estudiantes en las discusiones generadas en clase, así como también al momento de resolver problemas; tal situación contrarresta un poco la dificultad del docente de promover actividades individuales, imposibles de aplicar en un sistema educativo caracterizado por un gran número de estudiantes por aula. Por otra parte, el aprendizaje cooperativo ofrece otras ventajas, las cuales son evidenciadas en algunas investigaciones realizadas al respecto, entre ellas las señaladas por Coll (citada por Bixio, 1998):

- a) Establece relaciones positivas entre los alumnos.
- b) Establece sentimientos recíprocos de obligación y ayuda.
- c) Mejora el rendimiento y la productividad de los participantes.
- d) Mejora los procesos de formación de conceptos y resolución de problemas.
- e) Realiza producciones más completa, correctas y detalladas, puesto que la codificación se elabora pensando que debe ser entendida por otra persona.
- f) Establece un sentido de la responsabilidad, compartido por todo el grupo.

Priestley (2004) señala entre otros beneficios del aprendizaje cooperativo, el mejoramiento de las habilidades del pensamiento, y la formación de alumnos preparados para una vida productiva e interactiva, tal como se requiere en los actuales momentos.

Es importante establecer la asignación de roles dentro del grupo, y disponer el aula de una manera diferente a las clases habituales. En este sentido, se sugiere organizar el salón de clase de manera que los alumnos puedan acceder fácilmente a los materiales que van a utilizar, y estar dispuestos frente a frente para poder entablar las discusiones grupales.

### ESTILOS DE APRENDIZAJE

El estudiante, dispone de una serie de herramientas y habilidades para llevar a cabo su proceso de aprendizaje.

Partiendo de los beneficios de un aprendizaje cooperativo, Priestley (2004) señala que los grupos de aprendizaje requieren de:

- a) Ser heterogéneos (ambos sexos, rango de habilidades variado).
- b) Estar formados por un número impar de miembros.
- c) Tener responsabilidades y tareas específicas.
- d) Mantener los miembros al menos un mes.
- e) Trabajar para obtener una calificación como grupo.
- f) Llevar a cabo una tarea con instrucciones específicas.

La implantación del aprendizaje cooperativo requiere consideraciones sobre las diversas formas en que aprenden los sujetos. Para ello, existen criterios de clasificación, entre los cuales se puede citar los estilos de aprendizaje.

De acuerdo con Yáñez & Villardón (2003), el estilo de aprendizaje se define como una predisposición para adoptar una estrategia particular de aprendizaje con independencia de las demandas de la tarea.

Entre los diferentes autores que estudian este concepto unos lo definen adoptando el punto de vista de la actividad, asociándolo al conjunto de procedimientos empleados de forma habitual para mediar la adquisición, almacenamiento y utilización de la información; mientras que otros, adoptan el enfoque desde el punto de vista de la persona que los posee, entendiéndose como los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores de la manera de percibir el entorno, por parte de los sujetos y de cómo responden a sus ambientes de aprendizaje (Keefe, citado en Alonso *et al.* 2003).

El término descrito puede asociarse al hecho de que cada persona utiliza su propio modelo o estrategias a la hora de aprender. Estos modelos o estilos permiten ofrecer un marco conceptual para entender los comportamientos de los estudiantes dentro del aula.

Algunos estudios se centran en el proceso de aprendizaje y otros en los canales de acceso a la información. En el primer aspecto Yáñez & Villardón (2003), incluyen una clasificación de cuatro estilos útiles para analizar las características de estudiantes en:

- a) Estilo activo: predominante en personas que se implican plenamente en nuevas experiencias, con entusiasmo propio de mentes abiertas, poco escépticos ante la innovación. Se crecen ante los desafíos de las novedades y se relajan ante los largos plazos en proyectos y tareas. Personas de grupo, se involucran con los demás.
- b) Estilo reflexivo: propio de personas a las que les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes ángulos. Recogen datos, los analizan, son minuciosos en su estudio antes de responder o tomar una decisión. Consideran todas las alternativas. Observan y escuchan a los demás, pero resultan ligeramente distantes.
- c) Estilo teórico: típico de personas que integran las percepciones de la realidad en teorías lógicas y complejas, enfocan los problemas con estructuras lógicas. Tienden a ser perfeccionistas y huyen de lo subjetivo y de lo am-

biguo.

- d) Estilo pragmático: caracterizado principalmente por la aplicación práctica de las ideas. Las personas con predominio en este estilo descubren rápidamente los aspectos positivos de las ideas nuevas y tienden a aplicarlos a la experiencia con rapidez. Son impacientes con la teorización y dan gran importancia a la funcionalidad de las ideas y de los procedimientos.

Como complemento, los estilos de aprendizaje permiten orientar mejor el aprendizaje de los estudiantes y seleccionar estrategias y estilos de enseñanza más efectivos. Los estudiantes, por su parte, pueden controlar mejor su propio aprendizaje; diagnosticar sus puntos fuertes y débiles; describir sus estilos; conocer en qué condiciones aprenden mejor; cómo aprender de la experiencia; y cómo superar las dificultades que se le presentan.

Todos los elementos descritos contribuyen a formar grupos para la realización de actividades alusivas al desarrollo de una temática en particular, tomando en cuenta la forma más óptima de aprender para cada uno de los estudiantes.

## PARADIGMA DE LOS PROCESOS DEL PENSAMIENTO

De acuerdo con Garza & Leventhal (2000), el aprendizaje es un proceso mediante el cual se adquieren destrezas, habilidades prácticas, contenidos informativos y se adoptan nuevas estrategias de conocimiento y acción.

Independientemente de la concepción del aprendizaje, existen algunos procesos que el sujeto en su intento por aprender realiza, y que son comunes en todas estas perspectivas. En este sentido, Amestoy (2004), señala que existen nueve fases que efectúa el aprendiz para formar algún conocimiento, definir conceptos, plantear y verificar hipótesis, organizar las ideas para memorizar, elaborar procedimientos y comprender ciertos materiales de estudio. A partir de estas fases que conforman los procesos básicos del pensamiento, y se pueden desarrollar las habilidades metacognitivas ya referidas anteriormente. Estas fases se describen a continuación de acuerdo con la posición de la referida autora:

*Observación:* es un proceso de identificación permanente entre el sujeto y su entorno, basado en el contacto directo con el objeto o situación, que persigue la abstracción de las características de éste para transformarlo en una imagen o representación mental. Según Priestley (2004), es vista como un sentido de advertencia o de estudiar algo con atención, para obtener información específica del objeto de estudio.

Para complementar la fase de observación, Amestoy (2004) propone la descripción, la cual se define como un proceso en el que se transmite ordenadamente datos o características de un objeto, evento o situación, para elevar el nivel de abstracción del sujeto. Este último proceso, surge en consecuencia de la necesidad de expresar lo observado, a través de un lenguaje claro y preciso, permitiendo así la exteriorización de ideas como extensión del pensamiento (Rondón, 2002).

*Comparación:* es un proceso básico que constituye el paso previo para establecer relaciones entre pares de características de objetos o situaciones. Es aquí donde se establecen semejanzas y diferencias entre las características de dos objetos o situaciones, considerando éstas independientes. La comparación es la base fundamental de la diferenciación y agrupación indispensables para clasificar. Estos procesos son a su vez, la base de la discriminación y la generalización. Esto se manifiesta en lo expresado por Rondón cuando señala que visualizar diferencias ayuda a saber discriminar e identificar semejanzas permite agrupar objetos en bases representativas.

*Relación:* representa enunciados abstractos alejados de la realidad tangible que contribuyen a facilitar la conexión entre las ideas y, por tanto su representación mental. Desde esta perspectiva, las comparaciones y las relaciones permiten organizar el pensamiento, separando así lo relevante de lo irrelevante.

*Clasificación:* proceso mental que permite agrupar objetos en categorías o clases, y establecer denominaciones abstractas que se refieren a un número limitado de características de objetos o eventos y no a los objetos directamente, a las cuales se llaman categorías conceptuales.

Es importante recalcar que la clasificación es la base de la definición de conceptos, pues permite identificar las características esenciales de un concepto y distinguir ejemplos y contraejemplos de éste. La definición de conceptos, mediante la clasificación, amplía la posibilidad de autoaprendizaje (metacognición), y eleva el nivel de abstracción del aprendiz.

*Ordenamiento:* Para la formación de estructuras del pensamiento que permitan iniciar tareas cognoscitivas más complejas que las referidas hasta ahora, se hacen necesarios una serie de cambios, orden y transformaciones, así como la determinación del carácter del cambio, planteando situaciones que contribuyan a precisar el uso de las variables ordenables y el rango de aplicación del concepto de orden.

Amestoy (2004), introduce el concepto de descripción rela-

tiva, con el cual se describe el objeto o situación, ya no de manera tan simple y aislada, sino especificando sus características con respecto a otro objeto o situación del entorno.

*Clasificación jerárquica:* demanda el establecimiento de relaciones entre categorías y subcategorías dentro de una jerarquía de clases y subclases. Está formada por una estructura de árbol jerárquico que tiene niveles y ramas, donde cada nivel corresponde a una variable y a una clasificación de los conceptos del nivel anterior en clases más específicas. Las ramas recorren la jerarquía de lo particular a lo general o viceversa, permitiendo describir un elemento concreto en términos de los conceptos que lo generan y un concepto general a partir de los subconceptos que lo forman. Si un sujeto tiene la habilidad para construir esquemas de clasificación jerárquica puede almacenar adecuadamente cualquier tipo de información, y de igual manera, recuperarla cuando la necesite.

*Análisis:* Constituye una operación de pensamiento complejo que permite dividir un todo en sus partes, de acuerdo con la totalidad que se seleccione; es posible realizar análisis de partes, cualidades, funciones, usos, relaciones, estructuras y operaciones. Asimismo, es considerado el análisis como la descomposición de un todo en sus partes, con base a un plan o de acuerdo con determinado criterio (Priestley, 2004).

Dentro del presente estudio, el análisis es considerado, en conjunto con la clasificación, que permite discriminar, y la síntesis, que permite inferir o generalizar, los elementos predominantes en los procesos de pensamiento requeridos para los estudiantes de ciencias, y de mayor peso en la formación de individuos con pensamiento crítico.

*Síntesis:* Es el proceso que permite integrar elementos, relaciones, propiedades o partes para formar entidades o totalidades nuevas y significativas. Cada situación amerita un modo único de llevar a cabo el proceso de síntesis; sin embargo, un procedimiento general incluye la aplicación sucesiva del análisis y la síntesis de manera repetitiva hasta lograr el nivel de integración de la información deseada.

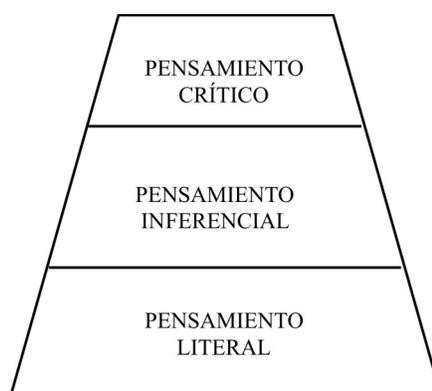
*Evaluación:* Es el proceso mediante el cual una persona juzga o emite un juicio de valor acerca de un objeto o situación. La primera modalidad de evaluación que se ejecuta en todo proceso de pensamiento, es la interna, que consiste en determinar discrepancias entre una situación deseada, cuyos criterios provienen de un modelo ideal, y una situación observada que constituye el objeto o situación por evaluar (Amestoy, 2004).

Un segundo tipo de evaluación, llamada externa, consiste en comparar dos objetos o situaciones mediante criterios

externos, los cuales surgen de las expectativas de personas interesadas o de los objetivos de la evaluación.

En la evaluación interna se compara el objeto con criterios que se definen con base en requerimientos ideales deseados o inherentes al objeto que se evalúa; mientras que en la externa, se comparan dos objetos de la misma familia, que tienen la misma función y los criterios surgen de la necesidad o propósito de la evaluación.

Referente a las fases de los procesos del pensamiento anteriormente expuestas, Priestley (2004) presenta una forma de organización que permite caracterizar el pensamiento del sujeto en términos de lo expuesto por Amestoy (2004), evidenciado en la figura 2.



**Figura 2.** Tipos de pensamiento.

Fuente: Priestley (2004)

Con esta base, las fases de los procesos del pensamiento deben promoverse en un orden específico, mediante actividades que requieran procesamiento de la información a nivel literal, para luego proceder al pensamiento al nivel inferencial o de la aplicación de la información y, por último realizar actividades que requieran la evaluación de la información o el ejercicio de un pensamiento crítico.

Al respecto, los procesos de observación, percepción, descripción o identificación antes descritos, se consideran dentro del rango literal. Mientras que las fases de comparación, relación, clasificación, ordenamiento, jerarquización y análisis son requeridas para el pensamiento inferencial. Asimismo, la fase de evaluación y la metacognición señaladas, se consideran dentro del rango de pensamiento crítico.

Bajo este enfoque, se recomienda emplear estrategias de enseñanza más acordes para el desarrollo de las habilidades del pensamiento, las cuales son descritas por Garza & Levanthal (2000), en:

- a) Mostrar X estímulos (gráficos, verbales, situaciones, fenómenos, entre otros) y una tarea por realizar o proble-

ma por resolver.

- b) Generar la participación de los estudiantes para guiarlo en la resolución del problema planteado.
- c) Expresar con palabras el procedimiento a seguir para conceptualizarlo: proceso de construcción del concepto.
- d) Realizar prácticas para reforzar el procedimiento.
- e) Propiciar el metaconocimiento.
- f) Invitar a la transferencia de lo aprendido a otras situaciones.

## CONCLUSIONES

Sobre la base de los referentes teóricos abordados en esta investigación, se establecen algunos aspectos a ser tomados en cuenta al momento de formular nuevas propuestas didácticas en el campo de la física, cuya finalidad sea la construcción de conceptos científicos, los cuales se mencionan a continuación:

Existen dos perspectivas bajo las cuales puede describirse un fenómeno real. Éstas, se asocian con el significado que la persona asigna a dicho fenómeno, constituyendo el conocimiento que se tiene de él. Se establecen dos tipos: el conocimiento cotidiano y el científico; el primero de ellos vinculado con el concepto formado de la interacción con el contexto, siendo en muchos casos insuficiente para explicar la realidad; mientras que el conocimiento científico, producto de una instrucción formal, permite una mayor comprensión y control del fenómeno físico bajo estudio, razón por la cual permite su explicación con mayor exactitud.

En cuanto a los tipos de conocimiento mencionados, es importante considerar que el aprendizaje de conceptos científicos debe centrarse en crear estructuras que faciliten la comprensión del fenómeno físico, de manera que pueda interpretarse de acuerdo con el contexto, relacionado con el tipo de conocimiento.

El aprendizaje de conceptos científicos en Física, debe basarse en la manifestación de las ideas previas o concepciones alternativas que tiene el aprendiz con relación a un tema en particular, para lo cual el docente debe fomentar discusiones en clase que lleven al reconocimiento de las mismas y a su vinculación con la nueva información presentada. Este tipo de acción didáctica persigue la transformación de ideas erróneas desde la perspectiva científica en concepciones más formales.

Desde la visión ausubeliana, el aprendizaje se logra cuando la información presentada al sujeto adquiere significado, producto de su relación con los conocimientos previos. En este sentido, la construcción de un concepto científico requiere de la reestructuración de las concepciones previas del aprendiz. Tal reestructuración fue vista originalmente como un cambio radical de significados cotidianos por científicos, lo cual se evidencia en el modelo original del cambio conceptual de Posner *et al.* (1982).

El cambio conceptual concebido por Posner, exhibe una racionalidad extrema; de allí que otros autores (Nussbaum, 1989; Driver & Oldham, 1986; Carey, 1992; Chi, 1992; Posner & Srike, 1993; Moreira & Greca, 2003), generaron una interpretación diferente del cambio conceptual. De todas ellas se considera relevante la que refiere el cambio conceptual no como un reemplazo de las concepciones, sino como una construcción y discriminación de los significados (Moreira & Greca, 2003). Esto tiene su razón de ser en el hecho de que un cambio radical de significados no puede darse, pues si el significado fue internalizado, ya queda en la estructura cognitiva del aprendiz y no puede ser borrado tan fácilmente.

Los mapas conceptuales resultan un instrumento muy eficaz a la hora de establecer aprendizajes significativos y sirven como punto de partida de una discusión en el aula, que fomenta el surgimiento de ideas previas en los aprendices, permitiéndoles así contrastarlas con la información que se les está presentando, buscando de esta manera llegar a la construcción y discriminación de los significados que posee (concepciones cotidianas), con relación a los que se les quiere enseñar (concepciones científicas).

El aprendizaje cooperativo constituye un recurso didáctico empleado en la optimización de los aprendizajes individuales, ofreciendo una mayor posibilidad de integración a los estudiantes en desarrollo de las discusiones generadas en el aula, pues les permite establecer relaciones positivas entre ellos, el sentido de la responsabilidad compartida y el reconocimiento de fortalezas y debilidades para aprender. Asimismo, promueve el desarrollo de las habilidades del pensamiento y la formación de un espíritu crítico, lo cual se evidencia en la mayor participación en clase y en el aumento de su capacidad de respuesta para las situaciones planteadas.

La construcción de conceptos científicos implica no sólo la reestructuración del conocimiento previo, sino también la inclusión de una serie de herramientas y estrategias que les permitan a los estudiantes llevar a cabo su propio proceso de adquisición de conocimientos. De allí, que los estilos de aprendizaje deberían ser considerados como un aspecto

to más de la instrucción, para que estos puedan controlar mejor su aprendizaje, atendiendo factores como: i) en qué condiciones aprende mejor; ii) cuáles son sus puntos fuertes y débiles; iii) cómo puede superar las dificultades que presenta, entre otros.

Por su parte, el logro de un aprendizaje efectivo y la formación de un pensamiento crítico, dependen de algunos procesos que el estudiante realiza en su intento por aprender, independientemente del tipo de contenido a tratar (conceptual, procedimental o actitudinal). Dentro de ello, Amestoy (2004) señala 9 fases que conforman el proceso básico del pensamiento, las cuales promueven el enlace de la nueva información con la ya existente, facilitando la construcción y discriminación de significados requeridos para el logro del cambio conceptual, vinculado con la construcción del conocimiento científico en física.

## REFERENCIAS

- ALEMÁN, R. & PÉREZ, J. (2000). Enseñanza por cambio conceptual de la física a la relatividad. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 463-471.
- ALONSO, C., GALLEGU, D., HONEY, P. (2003). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Ediciones Mensajero, Bilbao, pp. 104-116.
- AMESTOY, M. (2004). Desarrollo de habilidades del pensamiento: Procesos Básicos del pensamiento. Editorial Trillas, México.
- AUSUBEL, D. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas. México.
- BIXIO, C. (1998). Enseñar a aprender. Construir un espacio colectivo de enseñanza-aprendizaje. (1ª edición). Ediciones Homo Sapiens. Rosario.
- CARRASCOSA, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias* 2(2), pp. 183-208.
- CAREY, S. (1992). The origin and evolution of everyday concepts. *Cognitive models of Science*. Universidad de Minnesota. Press: Minneapolis.
- CHI, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in Science. In: Giere, R.N. (ed), *Cognitive models of Science* (Minnesota Studies in the Philosophy of Science) Vol. 15, pp. 129-186. Minneapolis, M.N: University of Minnesota Press.
- CRUZ, C. (2000). La solución de problemas y sus implicaciones didácticas. Departamento de Matemática Aplicada. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.
- DEMASTES, GOOD & PUEBLES (1996). Patterns of conceptual change in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*. 33(4), pp. 407-431.
- DÍAZ, F. & HERNÁNDEZ, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. (2ª edición). Editorial McGraw Hill Latinoamericana. México.
- DRIVER, R. & OLDFHAM, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in Science. *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122.
- ESCUDERO, C. (2004). La investigación en resolución de problemas: Una visión contemporánea. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias (PIDE) Universidad de Burgos, España. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoyo No. 23. Vol 6.
- ESCUDERO, C. & MOREIRA, M. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. [Documento en línea]. Consultado el 23 de abril de 2007 en: [www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v17n1p61.pdf](http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v17n1p61.pdf).
- FURIÓ, C. & GUIASOLA, J. (1993). ¿Puede ayudar la historia de la ciencia a entender por qué los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctrico? *Revista Española de Física*, 7(3), pp. 46-50.
- FURIÓ, C. & GUIASOLA, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 441-452.
- FURIÓ, C. & GUIASOLA, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*. [Revista en línea], 19(2), 319-334. Consultado el 25 de Abril de 2007 en [www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/01124521v19n2.htm](http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/01124521v19n2.htm).

- GARCÍA, E. & GARCÍA, F. (1993). *Aprender investigando*. Editorial Díada. Sevilla, España.
- GARZA, R. & LEVENTHAL, S. (2000). *Aprender cómo aprender*. (3ª edición). Editorial Trillas. México.
- GUTIÉRREZ, O. (2003). Fundamentos psicopedagógicos de los enfoques y estrategias centradas en el aprendizaje en el nivel de educación superior. [Documento en línea]. Consultado el 20 de Febrero de 2007 en: [www.sesic.sep.gob.mx/intranet/ayei/eymeca4.pdf](http://www.sesic.sep.gob.mx/intranet/ayei/eymeca4.pdf)
- HEWSON, P. (1993). *Conceptual change in science teaching and teachers education*. Natural Center for educational research, Documentation, and Assesment, Ministry of Education and Science. Madrid, España.
- MARÍN, N. (1997). *Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales*. Universidad de Almeira, servicio de publicaciones.
- MARQUÉS, P. (2001). Los procesos de enseñanza-aprendizaje. [Documento en línea]. Consultado el 20 de Febrero de 2007 en: <http://dewey.uab.es/pmarques/actodid.htm>
- MARTÍN, J. & SOLBES, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en Física. *Investigación didáctica*, 19(3), pp. 393-403.
- MARTÍNEZ, J. (2004). *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de Psicología*. [Documento en línea]. Consultado el 27 de Enero de 2005 en: [http://www.tdx.cesca.es/TESIS\\_UB/AVAILABLE/TDX-1006104-091520//Tesis\\_final.pdf](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-1006104-091520//Tesis_final.pdf).
- MOREIRA, M. (2003). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. (2ª edición). Editorial Machado libros, S.A. Madrid, España.
- MOREIRA, M. & GRECA, I. (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educación*. [Revista en línea], 9(2), 301-315. Consultado el 8 de Enero de 2007 en: [cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf](http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf)
- NAVA, M., ARRIETA, X., FLORES, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. *Telos*. 10(2), pp. 308-323.
- NUSSBAUM, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, vol. 11 (special issue), pp. 530-540.
- ONTORIA, A., BALLESTEROS, A., CUEVAS, C., GIRALDO, L., MARTÍN, I., MOLINA, A., RODRÍGUEZ, A. VÉLEZ, U. (2001). *Mapas conceptuales, una técnica para aprender*. (11ª edición). Ediciones Narcesa, S.A. Madrid.
- POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P., GERTZOG, W. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), pp. 211-227.
- POSNER, G. & STRIKE, K. (1993). A revisionist theory of conceptual change. In Duschl, R. and Hamilton, R(eds). *Philosophy of Science cognitive psychology and educational theory and practice*, pp. 148-176.
- POZO, J. (1999). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. (6ª edición). Ediciones Morata, S.L. Madrid, España.
- PRIESTLEY, M. (2004). *Teorías cognitivas de aprendizaje*. (1ª edición). Editorial Trillas. México, D.F.
- RONDÓN, B. (2002). Itinerario de los procesos mentales básicos aplicados a planteamientos iniciales de problemas de investigación. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Asociado, no publicado, Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Maracaibo.
- SOTO, C. (2003). *Metacognición. Cambio conceptual y enseñanza de las Ciencias*. (1ª edición). Cooperativa editorial Magisterio. Bogotá, Colombia.
- TAMAYO, O. (2002). De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la enseñanza y aprendizaje. [Documento en línea]. Consultado el 15 de Enero de 2007 en: [docencia.udea.edu.co/educacion/gecem/ConferenciaOscarTamayo.pdf](http://docencia.udea.edu.co/educacion/gecem/ConferenciaOscarTamayo.pdf).
- VARELA, M. & MARTÍNEZ, M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 15. No. 2, pp. 173-188.
- YÁÑIZ, C. & VILLARDÓN, L. (2003). Efectos del aprendizaje cooperativo en los estilos de aprendizaje y otras variables. [Documento en línea]. Consultado el 5 de Junio de 2007 en: [giac.upc.es/PAG/giac\\_cas/GIAC\\_JAC/03/L%20VILLARDON\(formAT3\)\(11\).htm](http://giac.upc.es/PAG/giac_cas/GIAC_JAC/03/L%20VILLARDON(formAT3)(11).htm).