

El cambio conceptual: una teoría en evolución

*Carlos Arturo Soto Lombana **

- Resumen

El modelo de cambio conceptual presupone una continuidad o ruptura entre los conocimientos cotidianos y los científicos. El análisis de esos presupuestos y el abordaje de nuevas perspectivas (dualidad, incompatibilidad o independencia) mejora la comprensión de los compromisos epistemológicos y ontológicos en la enseñanza de las ciencias. Este artículo pretende superar el modelo del cambio conceptual y proponer un cambio de perfil conceptual.

- Abstract

The conceptual change model assumes a continuity or a breakup between everyday and scientific knowledge. Analysing those assumptions and exploring new perspectives (such as, duality, incompatibility, or independence) improve the comprehension of epistemological and ontological obligations in science teaching. This paper tries to go beyond the conceptual change model and proposes a conceptual profile change.

- Résumé

Le modèle de renouvellement conceptuel présuppose une solution de continuité ou une rupture entre les connaissances quotidiennes et scientifiques. L'analyse de ces présuppositions et l'accès à des nouvelles perspectives (dualité, incompatibilité ou indépendance) améliore la compréhension des compromis épistémologiques et ontologiques dans l'enseignement des sciences. Cet article vise à dépasser le modèle de renouvellement conceptuel et à proposer un renouvellement de profil conceptuel.

* Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales, -GECE, Facultad de Educación- Universidad de Antioquia.

Dirección: csoto@ayura.udea.edu.co

Palabras claves: cambio conceptual, cambio de perfil conceptual, aprendizaje, enseñanza de las ciencias, evaluación, didáctica

Keywords: Conceptual change, conceptual profile change, learning, science teaching, assessment, didactics.

PRESENTACION

Indiscutiblemente, una línea de investigación que durante las últimas dos décadas ha tenido mucha aceptación y desarrollo por los investigadores en la enseñanza de las ciencias tiene que ver con el modelo de cambio conceptual (MCC). Desde el célebre artículo de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), viene en aumento el interés sobre la necesidad de trabajar en la transformación de las ideas de sentido común de los estudiantes, a ideas mas cercanas a las planteadas por la ciencia.

Existe, en la base del MCC, la hipótesis epistemológica de que los estudiantes, desde su temprana edad, tienen nociones relacionadas con los conceptos que maneja la ciencia. Este supuesto ha hecho pensar el paso de las ideas del sentido común a los conceptos de la ciencia, por parte de los niños, se cimienta en una continuidad entre los conocimientos cotidianos y científicos, sin que medie algún tipo de impedimento que los haga radicalmente incompatibles.

No obstante, han venido emergiendo nuevas propuestas que tratan de interpretar el MCC desde una perspectiva de incompatibilidad entre conocimientos cotidianos y científicos, en unos casos, de diferenciación contextual, en otros, como también haciendo uso de una interpretación dual que permite involucrar las diferentes hipótesis de relación entre conocimientos cotidianos y científicos en el MCC.

Stella Vosniadou (1994), presenta una propuesta de dualidad, en donde plantea la independencia entre los conocimientos cotidianos y científicos, en la medida en que obedecen a estructuras teóricas fundadas desde principios ontológicos y epistemológicos inconmensura-

bles entre sí. Es tan racional y lógico, al mismo tiempo incompatible, lo que construye un individuo haciendo uso de su "estructura teórica nativa", como las construcciones que realiza el hombre de ciencia haciendo uso de las estructuras teóricas de la ciencia. Sin embargo, en el tránsito al cambio conceptual, Vosniadou introduce una etapa intermedia, en donde las dos estructuras teóricas se reconcilian, dando con esto una visión de continuidad entre los conocimientos cotidianos y científicos.

En este sentido es muy interesante el planteamiento que realizan Chi, Slotta y Leeuw (1994), al concebir el cambio conceptual dentro de una visión de incompatibilidad entre los conocimientos del niño y los conceptos de la ciencia. Esta incompatibilidad estaría dada en tres dimensiones: Epistemológica, metafísica y psicológica.

La dimensión epistemológica se relaciona con la naturaleza de las entidades en el mundo; la metafísica es concerniente con la naturaleza de ciertos conceptos científicos; y la dimensión psicológica tiene que ver con las concepciones genuinas de los estudiantes. La conjunción de estas tres suposiciones, de por sí, sustenta la hipótesis de una cierta incompatibilidad entre los conocimientos cotidianos y científicos, y permite dar una explicación plausible sobre el por qué algunos conceptos son particularmente difíciles de aprender, o por qué ciertas nociones del sentido común son "duras" de erradicar.

Sin embargo, un trabajo reciente desarrollado por Mortimer (1995), ubicado en la perspectiva de no hablar de cambio conceptual, sino en términos de cambio de perfil conceptual, está animando la estructuración de una nueva propuesta de cambio conceptual, más ligada a la idea de una hipótesis de diferenciación contextual entre los conocimientos de sentido común y los conocimientos propios de la ciencia. Las anteriores perspectivas se analizan en este artículo.

EL PAPEL DEL CONFLICTO CONCEPTUAL EN EL CAMBIO CONCEPTUAL

En realidad la idea del conflicto en la mente del estudiante, como elemento fundamental del aprendizaje no es nueva en la literatura. Dewey

(1910), Festinger (1957), Piaget (1964) y Berlyne (1965), plantearon consideraciones al respecto en diferentes contextos. Dentro de esta discusión, dos términos se han usado para tratar el tema: conflicto cognitivo y conflicto conceptual. No obstante, existe una diferencia importante sobre el uso del término dependiendo del contexto en el cual se habla. Por ejemplo, en el campo del análisis psicológico, el término conflicto 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, independientemente de los contenidos que se manejen.

En relación con el conflicto conceptual, su uso está más cercano a la consideración del aprendizaje desde un punto de vista epistemológico, ligado a la naturaleza de las disciplinas científicas y a la racionalidad implicada en el aprendizaje de contextos definidos por la naturaleza de los objetos de estudio. Desde este punto de vista, si el análisis lo concentramos en el contexto del aprendizaje de las ciencias, resulta más conveniente hablar de conflicto conceptual en lugar de conflicto cognitivo, sin demeritar el aporte que la psicología puede suministrar sobre el particular.

Muy a pesar que la investigación sobre la enseñanza de las ciencias ha desarrollado de manera preponderante la perspectiva psicológica del conflicto, es interesante apreciar como día a día se hace más útil y esclarecedor abordar el MCC y los problemas relacionados con la educación en ciencias desde una perspectiva epistemológica. Así pues, el conflicto conceptual no debe mirarse desde una condición de impedimento genético o psicológico subyacente en el individuo, sino desde las restricciones impuestas por la conceptualización científica.

En este sentido la epistemología contemporánea contribuye desde diferentes perspectivas a esclarecer la naturaleza de los conflictos conceptuales, su importancia y el rol en la construcción de la racionalidad científica. La emergencia de nuevos enfoques sobre el MCC, permite apreciar el creciente interés en concentrar la atención en la estructura conceptual de las disciplinas, tratando de obtener respuesta sobre los requerimientos intelectuales para su apropiación.

PATRONES DE CAMBIO CONCEPTUAL EN EVOLUCION

Un interesante aporte a la interpretación del MCC es realizado por Demasies, Good y Peebles (1996). Siguiendo la línea de Posner et al. (1982), los autores plantean la idea de que muchas concepciones están entretejidas entre sí, de tal forma que el cambio de una concepción por otra desencadena el cambio o modificación de muchas otras concepciones.

Para entender este punto, es necesario plantear que el aprendizaje envuelve dos patrones de reestructuración. El primero tiene que ver con la captura conceptual o asimilación, en donde la nueva concepción es adicionada a, o reconciliada con, lo que el alumno ya conoce. El segundo patrón está asociado con el proceso a través del cual una concepción reemplaza el uso de otra, dando lugar a lo que se denomina intercambio conceptual o acomodación.

Según Demastes, Good y Peebles, el MCC original describe solo el proceso de intercambio conceptual, mientras las últimas aplicaciones del modelo incluyen ambas formas de reestructuración (Hewson & Hewson, 1992). Adicionalmente, en la aplicación de la forma mas restringida del MCC hay involucradas tensiones entre cambios globales y localizados. Es decir, existe evidencia sobre la posibilidad de efectuar cambios radicales que involucren todas las concepciones, y en su extremo opuesto, también presentarse cambios parciales que involucren un número reducido de nociones.

Lo anterior da pie para entender el cambio conceptual como un proceso que involucra cambios holísticos, diferentes de procesos graduales, pero al mismo tiempo, es posible ver el cambio conceptual como un proceso gradual, por etapas, ausente de cambios repentinos y radicales. De esta manera la competencia entre estos dos tipos de cambio conceptual está en tensión y la resultante, en el mejor de los casos, puede ser una combinación de los dos tipos de cambio.

Los requerimientos para el cambio conceptual (insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad, fructibilidad), hacen aparecer el proceso dentro de un contexto de extremada racionalidad. Sin embargo, la tensión entre los cambios globales y graduales, permite ver este punto con una óptica diferente. Si se introduce el concepto de ecología conceptual,

ligado con las características particulares del individuo, caracterizado por la presencia de compromisos metafísicos y epistemológicos determinados, se puede deducir que lo que se ha dado en llamar cambio racional, no es más que el uso idiosincrásico de los elementos correspondientes a cada ecología conceptual. Desde este punto de vista lo que se tiene es un proceso racional que actúa bajo condiciones particulares de contextualización del discurso.

El aporte de Demasías, Good y Peebles (1996) se ubica en ampliar la base conceptual de la propuesta del MCC y sugerir posibles refinamientos o rutas alternativas a la manera en que se ha interpretado el MCC. Al respecto los autores proponen los siguientes patrones de cambio conceptual:

Patrón 1. Cambio conceptual en cascada. El punto aquí está en reconocer la conexión entre el cambio en una concepción particular y sus efectos sobre otras concepciones conexas. Existe una analogía que es posible usar para ilustrar este tipo de cambio conceptual: Tomemos el proceso de cristalización en química. Sin un cristal semilla, el proceso de cristalización no se efectúa, muy a pesar de que el medio esté sobresaturado; una vez se introduce el cristal semilla, se produce un proceso que permite al medio circundante iniciar el proceso de cristalización en cadena. De forma análoga, el cambio en una concepción central puede causar un cambio en cascada que permite replantear gran parte de la estructura conceptual del alumno. Se trata entonces de identificar la noción semilla que puede ser capaz de producir el cambio de otras nociones.

Ahora bien, es difícil determinar la secuencia exacta de cada uno de estos cambios conceptuales, debido a que el proceso en cascada, por lo regular, ocurre en corto de tiempo. Resulta así muy interesante pensar en mecanismos que permitan controlar el proceso de cambio conceptual en cascada, prolongando su duración, ampliando su radio de influencia e involucrando la mayor cantidad de nociones. Dada la naturaleza idiosincrática del aprendizaje, es de esperarse que estas nociones semilla que propician el cambio en cascada sean diferentes de individuo a individuo.

Patrón 2. Cambio conceptual masivo. Como su nombre lo indica, se trata de entender el cambio conceptual como un proceso que permite cam-

biar el universo constituido por un grupo de nociones, por un nuevo universo, sin que medie algún proceso intermedio. Esta es la forma original propuesta por el MCC, la concepción inicial es completamente abandonada en favor de una nueva concepción. Este proceso se fundamenta en los méritos evidenciados en la contrastación de las concepciones, es decir por un escrutinio "eminente racional".

Patrón 3. Cambio conceptual incremental. En este tipo de cambio se reconoce el proceso mediante el cual la introducción paulatina de nuevas ideas, que sin tener la pretensión de iniciar procesos revolucionarios de cambio conceptual, se constituyen en bases importantes para una transformación conceptual. La naturaleza de este cambio conceptual permite pensar en cambios conceptuales graduales, en donde la introducción de nuevas ideas puede producir, con el tiempo y su aplicación, nuevas relaciones que permiten ir construyendo nuevos significados y de esta manera ir introduciendo una transformación conceptual.

Patrón 4. Cambio conceptual de construcción dual. Algunas veces suele ocurrir que un estudiante maneje dos explicaciones completamente diferentes y contrapuestas, sin ningún tipo de dificultad. Este tipo de construcción dual lleva a pensar que no siempre el aprendizaje de un nuevo paradigma conlleva el cambio de las concepciones existentes o el completo cambio de las concepciones que están compitiendo. Como resultado de esto se da el uso, por parte del sujeto, de dos (y posiblemente más) formas de razonamiento, sin que esto sea un problema.

De estos cuatro patrones de cambio conceptual, los dos primeros son explicados por el MCC (Posner et al,1982). En cuanto a los patrones 3 y 4, existe una amplia literatura reciente que estudia a profundidad la naturaleza de estos cambios (Nussbaum 1989; Metz 1991; Carey 1985; Clough & Driver 1986).

CAPTURANDO Y MODELANDO LOS PROCESOS DE CAMBIO CONCEPTUAL

La conformación de una "estructura teórica nativa" sobre el mundo físico sería el primer paso que el individuo da culturalmente, y el cual está asociado con la apropiación de unos compromisos epistemológicos

y ontológicos que definen su manera de actuar y pensar. El principio epistemológico que anima la racionalidad en esta etapa estaría resumido en el enunciado: "Las cosas son como parecen ser". Es decir, lo que se ve es y por ende es lo que se debe entender. Este principio está ligado a un referente ontológico de materialidad, en donde el mundo físico se constituye por cosas consistentes, estables y organizadas en un microcosmos, en donde los términos arriba y abajo, son fundamentales para explicar los fenómenos.

De aquí que esta "estructura teórica nativa", actúa como referente en la manera como los individuos interpretan las observaciones e informaciones provenientes de la cultura, en la construcción de teorías específicas y en la articulación de los conceptos sobre el mundo físico.

Para Vosniadou, esta "estructura teórica nativa" y sus teorías específicas, que permiten explicar y dar cuenta del mundo físico, lo mismo que sus conceptos, no se asimilan a lo que la literatura especializada denomina "misconceptions". Es decir como "estructura teórica nativa", posee una lógica, unas reglas de producción, unos compromisos epistemológicos y ontológicos y por ende, se trata de un pensamiento independiente y autónomo con respecto a cualquier otro.

El cambio conceptual, según Vosniadou, estaría relacionado con el proceso a través del cual las teorías específicas y sus conceptos embebidos entran en "contacto" con las teorías y conceptos de la ciencia. En este proceso de "contacto" emergen tres tipos de modelos mentales, los cuales han sido evidenciados.

En un primer lugar se encuentran los modelos mentales iniciales, que son construidos por el individuo haciendo uso de su "estructura teórica nativa" sobre el mundo físico. En ella se conjugan las creencias epistemológicas y ontológicas que permiten constituir un modelo coherente del mundo físico. Este tipo de conocimiento por su naturaleza es altamente consistente, lógico y fundamental para el individuo, de aquí que no sea posible compararlo, desde ningún punto de vista, con esquemas como "misconceptions" u otro tipo de calificativo similar.

Una segunda clase son los modelos sintéticos, que son producto del "contacto" entre la "estructura teórica nativa" y los conceptos y teorías de la ciencia. Los modelos sintéticos se generan en el intento de reconci-

liar estos dos tipos de conocimientos. Es aquí en donde emergen la "misconceptions" y se inicia el proceso de cambio conceptual. En tercer lugar, están los modelos científicos, es decir los construidos y aceptados por la Comunidad Científica. Estos tipos de modelos son descritos por los sistemas teóricos que interpretan la naturaleza desde una perspectiva científica.

Los procesos que permiten desarrollar los modelos sintéticos pueden surgir de dos maneras. La primera como un simple enriquecimiento conceptual, que involucra la simple adición de nuevo conocimiento a la estructura conceptual existente en el individuo. Y en segundo lugar, a través de la revisión de la estructura teórica, lo cual puede envolver cambios en las creencias o presuposiciones, que se traducen en cambios en la estructura racional de la teoría, a nivel de los compromisos ontológicos y epistemológicos.

Ahora bien, dependiendo del nivel de la revisión, ya sea en las teorías específicas o en la "estructura teórica nativa", se constituyen diferentes tipos de cambio conceptual. Por lo general, una revisión a nivel de la "estructura teórica nativa", se considera como el tipo de cambio más radical y difícil y es aquí donde con mayor fuerza emergen la "misconceptions". En esta perspectiva la "misconceptions" son vistas como explicaciones alternativas que elaboran los estudiantes para explicar o interpretar la información científica dentro de su "estructura teórica nativa".

DE LAS COSAS A LOS PROCESOS: UNA TEORÍA DE CAMBIO CONCEPTUAL PARA EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS.

Ahora bien, ya no en el plano de los modelos mentales sino desde la perspectiva de categorizar los conceptos cotidianos y científicos, Chi, Slotta y Leeuw (1994), introducen tres suposiciones interesantes que redimensionan la clase del cambio conceptual. En el plano Epistemológico, plantean los autores la necesidad de conceptualizar la naturaleza de las entidades presentes en el mundo. Esta naturaleza puede ser vista como perteneciente a diferentes categorías ontológicas, que a su vez pueden contener subdivisiones ontológicas más finas.

Las tres principales categorías ontológicas son: La categoría de materia, la categoría de procesos, y la categoría de estados mentales. A su vez, existe una jerarquía de subcategorías embebidas dentro de estas tres principales divisiones ontológicas, conformando lo que se puede denominar un "árbol ontológico". En su orden, la categoría de materia contiene las subcategorías de cosas naturales y artificiales; la categoría de procesos puede ser subdividida en las subcategorías de procedimientos, eventos e interacciones basadas en restricciones; y la categoría de estados mentales se subdivide en las subcategorías emocional e intencional.

Cualquier entidad presente en el mundo puede ser clasificada inicialmente en alguna de las ramas del "árbol ontológico", pero de acuerdo con el grado de subdivisión ontológica y el tipo de atributos que posea la entidad, depende su ubicación en él. De esta manera, una categoría ontológica se caracteriza por un grupo de atributos ontológicos, identificados por predicados verbales, los cuales reflejan propiedades ontológicas de los miembros de la categoría. Hay atributos que pueden, mas no necesariamente deben, aplicarse a conceptos pertenecientes a la categoría.

El aspecto crítico de los atributos ontológicos está en el hecho de que son absolutamente intransferibles de una categoría ontológica a otra. Así el enunciado "la ardilla está rota", no tiene sentido para quien la lee, porque la sentencia "está rota" pertenece a la categoría de sustancia (cosa) material, la cual es ontológicamente diferente de la categoría de seres vivos, a la que pertenece la ardilla.

Contrastan estos atributos ontológicos con la así llamada "definición de rasgos". Por ejemplo, una definición de un rasgo de los canarios es su habilidad para volar. Así, los atributos ontológicos se refieren a lo que sólo los miembros de la categoría pueden tener, distinto de los atributos característicos (los que los miembros de la categoría típicamente pueden poseer) y de los atributos definidos (aquellos que todos los miembros de la categoría deben poseer).

El punto en cuestión, según Chi, Slotta y Leeuw, está en determinar a qué categorías ontológicas pertenece cada una de las concepciones que manejan los estudiantes y a cuáles los conceptos de la ciencia. Si dos entidades no ocupan el mismo lugar en el "árbol ontológico", se trata de dos entidades de naturaleza ontológica diferente; pero si las dos entida-

des pertenecen o comparten en común la misma posición en el "árbol ontológico", se trata de entidades de naturaleza ontológica equivalente. A partir de este razonamiento, se trata de ver qué tan lejos o cerca se está de hacer compatibles las categorías ontológicas del sentido común que posee un estudiante, con las categorías ontológicas propias de los conceptos de la ciencia.

Así, el cambio conceptual, según Chi, Slotta y Leeuw, ocurre cuando un concepto tiene que ser reasignado de una categoría a otra distinta (a través del "árbol ontológico"). No obstante, la magnitud del cambio, global o parcial, su naturaleza, radical o tenue, depende del tipo de cambio que experimentan las nociones. No es lo mismo la reasignación de significados dentro de la misma categoría ontológica, por ejemplo dentro de la categoría ontológica materia, al cambio que implica la redefinición de la noción dentro del marco de una nueva categoría ontológica; es el caso, por ejemplo, de la noción de partícula, originalmente ubicada en la categoría ontológica de materia, y su conceptualización en la Teoría Cuántica, como partícula cuántica, en la categoría de procesos o estados mentales. Los cambios conceptuales en el aprendizaje de las ciencias están más relacionados con el segundo tipo de reasignación ontológica.

En cuanto al plano metafísico Chi, Slotta y Leeuw, establecen una distinción importante entre los conceptos científicos que no tienen en su esencia una base física material, sino que son construcciones abstractas, que de alguna manera requieren de un medio material para "evidenciarse" y las entidades del mundo material que pueden ser naturales o artificiales. Esta distinción es importante en la medida en que permite desligar en dos categorías ontológicas el medio material (los componentes materiales), de los conceptos científicos. Por ejemplo, para generar la corriente eléctrica se requiere de un dispositivo material (baterías, cable, interruptor, etc.), no obstante, esto no implican que el concepto de corriente eléctrica tenga que pertenecer a la misma categoría del dispositivo. Mientras el concepto de corriente eléctrica pertenece a la categoría de interacciones basadas en restricciones, el dispositivo, sus componentes, pertenecen a la categoría de materia.

Otro tanto ocurre, cuando no se toman los componentes como elementos sueltos o aislados, sino conformando un dispositivo experimental. El análisis de los elementos por separado se ubica en la categoría de

materia, mientras el análisis del dispositivo como fenómeno experimental se ubica en una categoría distinta, tal vez mas ligada a la categoría de procesos. En este sentido están ontológicamente mas cercanos entre sí el dispositivo experimental y el concepto de corriente eléctrica, que éstos con los componentes aislados. La idea central en el plano metafísico es entender que muchos de los conceptos científicos, si bien es cierto, que requieren de medios materiales, de procedimientos y eventos que involucran acciones, su naturaleza íntima se encuentra en otro plano, el abstracto.

En cuanto al tercer plano, el psicológico, el punto central está en ubicar el estatus ontológico asignado por los estudiantes a ciertos conceptos científicos. Este aspecto ha sido ampliamente estudiado por los investigadores en didáctica de las ciencias y son bien conocidas las concepciones que los estudiantes manejan sobre conceptos como calor, temperatura, átomo y fuerza, entre otros.

Evidentemente, el plano psicológico está en íntima relación con los dos anteriores, el epistemológico y el metafísico, y permite apreciar la dimensión del cambio conceptual desde la perspectiva del sujeto. Al respecto, determinar los compromisos ontológicos que posee el sujeto y éstos en relación con las exigencias de la conceptualización científica, se constituye en el propósito principal de esta línea de acción del cambio conceptual.

En cuanto a las consecuencias a que el presente planteamiento conduce en el campo de la enseñanza de las ciencias, surge una interesante reflexión sobre la naturaleza de los apoyos o ayudas didácticas y la naturaleza de los conceptos enseñados. Los profesores por lo general tratan de apoyarse en dispositivos de naturaleza material o en el uso de analogías construidas en contextos ontológicamente desligados de aquellos en los cuales "funciona" el concepto.

Tomando en consideración el ejemplo de la corriente eléctrica, es muy usual encontrar en los libros de texto el establecimiento de una analogía entre el flujo del agua a través de una tubería con el flujo de la corriente eléctrica a través de un cable. El estudiante tiene una imagen muy familiar del comportamiento de los líquidos y les asigna propiedades como volumen, espacio, viscosidad y otros atributos ontológicos correspondien-

tes a la categoría de materia. Esta extrapolación de ideas al campo de la conceptualización de la corriente eléctrica, es lo que permite explicar por qué los sujetos consideran que la corriente eléctrica se puede almacenar en una batería o puede ser gastada como cualquier fluido.

Si bien es cierto que existe incompatibilidad entre las nociones de los niños y los conceptos de la ciencia, un aspecto que amerita gran preocupación es la no toma de conciencia por parte de los docentes sobre la naturaleza de estos dos tipos de contextos. Lo que se observa en la práctica es una reafirmación de las nociones de los niños, con el uso de ejemplos, analogías y ayudas didácticas más cercanas a los compromisos ontológicos de los niños, que a los requerimientos ontológicos de los conceptos científicos.

CAMBIO CONCEPTUAL O CAMBIO DE PERFIL CONCEPTUAL?

Fundamentado en una perspectiva de pluralidad y multiplicidad de perspectivas sobre la realidad y apoyado en el concepto de Perfil Epistemológico Bachelardiano, Eduardo Mortimer (1995), propone una variante muy interesante en torno a cómo concebir el cambio conceptual.

En la perspectiva bachelardiana, el Perfil Epistemológico tiene la pretensión de constituirse en herramienta que vislumbra las rupturas históricas que se han sucedido en la conformación de los conceptos científicos, y sobre este psicoanálisis, determinar los obstáculos que ha superado el conocimiento hasta la construcción de las teorías recientes.

Estos "estados de pensamiento" por los que discurren las diversas conceptualizaciones (realismo ingenuo, racionalismo primero, racionalismo de la mecánica racional, racionalismo completo, racionalismo discursivo), al ser planteados como Perfil, proporcionan una descripción de los procesos de consolidación de un concepto particular (Orozco, 1996)

De esta manera el Perfil Epistemológico se constituye para un concepto y posee un carácter idiosincrásico, en el sentido en que corresponde a una racionalidad que se observa y evalúa a sí misma. Cada individuo tiene la posibilidad, desde un psicoanálisis objetivo de su pensamien-

to, de establecer la naturaleza y proyección de su propio Perfil Epistemológico.

Al planteamiento anterior, Mortimer introduce dos distinciones fundamentales, que permiten construir un modelo que describa los cambios en el pensamiento de los individuos como resultado de los procesos de enseñanza. En primera instancia, se trataría no de ubicar la discusión en el plano de las escuelas filosóficas, como lo hace Bachelard, sino mas bien en el plano de la conceptualización científica. En esta perspectiva, Mortimer introduce el concepto de Perfil Conceptual como un sistema superindividual de formas de pensamiento que puede tener un individuo dentro de una determinada cultura.

La segunda distinción está precisamente en considerar el Perfil Conceptual desde un aspecto dual, en donde cada una de las diferentes zonas que lo conforman está definida por su naturaleza ontológica y epistemológica, permitiendo con esto introducir la idea de que cada concepto científico, independientemente de la zona en que se encuentre, presenta una definición ontológica y una definición epistemológica particular. De esta manera pueden existir zonas del Perfil Conceptual cuyos presupuestos epistemológicos sean compartidos, pero que en el plano ontológico sean disímiles.

Mortimer ilustra lo anterior con el Perfil Conceptual de átomo. Si bien es cierto que existe una coincidencia en la base epistemológica en la visión clásica de átomo y en la visión cuántica de átomo, al proceder a partir de la construcción de modelos mentales para explicar la naturaleza, existe una diferencia fundamental sobre los referentes ontológicos de base. En cuanto a la visión clásica, el referente está ligado a los rasgos externos de los materiales y las propiedades que exhiben, como punto de fusión, punto de ebullición, estado de agregación, etc.. En cambio, en la visión cuántica el referente ontológico cambia drásticamente: El átomo como objeto cuántico pertenece a otra categoría ontológica, no se trata de una partícula material, sino de una forma de objeto mejor descrita por ecuaciones matemáticas que por analogías o modelos.

Esta distinción, según Mortimer, es trascendental y se constituye en el principal problema en la comprensión de los dominios cuánticos. Si se analiza lo anterior, se puede apreciar claramente que la propuesta de

Mortimer está ubicada en la hipótesis de la independencia entre conocimientos cotidianos y científicos, toda vez que cada zona del Perfil se define a partir de los compromisos ontológicos y epistemológicos correspondientes con la conceptualización del referente científico en cuestión.

A partir de este aspecto, unido a una reflexión sobre la naturaleza de los conocimientos cotidianos y científicos, se fundamenta una alternativa de modelo de cambio conceptual, que involucre la Metacognición como un elemento que invita a la toma de conciencia en el aprendizaje de la ciencia.

CAMBIO DE PERFIL CONCEPTUAL Y EL CAMINO HACIA LA METACOGNICION

Desde una concepción de ciencia diferenciada, es posible establecer algunas consecuencias importantes para construir un Modelo de Cambio de Perfil Conceptual desde una perspectiva metacognitiva.

Un primer planteamiento, recoge los aportes hechos por Chi, Slotta & Leeuw (1994), Vosniaduo (1994), Mortimer (1995)), sobre la existencia de compromisos ontológicos y epistemológicos en torno a la realidad que guían la construcción de los conocimientos cotidianos y científicos por parte de los individuos. Aquí es explícita la idea, en el sentido de concebir una polifonía de conocimientos cotidianos, dependientes de los contextos culturales y por ende posibilitando la conformación de múltiples perspectivas de desarrollo cognitivo (Chapman, 1988).

En cuanto a los conocimientos científicos, es clara la aceptación de que el pensamiento científico, lejos de poseer una imagen unitaria sobre la Realidad, lo que presenta son distintas maneras de racionalizarla (al respecto tómesese como referencia la discusión entre Einstein et al.,1935; Bohr,1935). En este sentido, es más procedente abordar una perspectiva de diferenciación de la enseñanza de las ciencias, atendiendo a los campos disciplinarios (química, física o biología), que intentar un abordaje no diferenciado, bajo un rótulo que se denominaría "pensamiento científico".

Visto así el asunto, cuando se asume el problema de la construcción de un pensamiento en la ciencia, son varios los aspectos que es necesario tener en cuenta:

1. El abordaje tiene que hacerse desde un campo disciplinario (química, física o biología); aquí no es posible hablar de ciencia global.
2. Pero cada disciplina presenta en su interior una diversidad de teorías, construidas a partir de diversidad de axiomas, que permiten describir la Realidad en términos de una polifonía disciplinar. Este caso es muy evidente en la Física, con los tres grandes Sistemas Teóricos que posee: Teoría Newtoniana, Teoría Relativista y Teoría Cuántica, sin hablar de las diferentes variaciones que existen al interior de ellas.
3. Los conceptos vienen a representar, dentro de lo abstracto, lo más "tangible", pero en su esencia tienen el mismo nivel de complejidad de la Estructura descrita por la teoría. En este sentido, la apropiación de un concepto lleva inherente la apropiación de la estructura teórica o cosmovisión que le da sustento.
4. Desde una perspectiva histórica, la evolución de las diferentes teorías científicas dentro de una disciplina, constituiría un Perfil Conceptual, en donde cada una de sus zonas estaría definida por la correspondiente Teoría y sus correspondientes compromisos ontológicos y epistemológicos que conforman la cosmovisión.

De aquí que una imagen de continuidad entre conocimientos cotidianos y científicos no es la más plausible, por cuanto no existen elementos comunes sobre los cuales comparar estos dos tipos de conocimiento. Atendiendo a la propuesta de Vosniadou, se trata de ver el conocimiento cotidiano como una "estructura teórica nativa", altamente consistente y con unos compromisos ontológicos y epistemológicos, lo mismo que con una lógica muy particular que conforma la cosmovisión sobre el mundo físico. En otro plano se encuentran las estructuras teóricas de las ciencias, todas independientes entre sí, atendiendo a compromisos ontológicos y epistemológicos y lógicas particulares.

El desafío estaría en generar el mecanismo que permita acceder a las diferentes racionalidades que cada perfil conceptual define. Este mecanismo no es otro, que una toma de conciencia por parte del sujeto sobre

los referentes que subyacen en la definición de cada estructura teórica. Se trata de un proceso metacognitivo, que lleva implícitos procesos de toma de conciencia y procesos de autorregulación sobre esta toma de conciencia. En un plano se encuentra el saber qué, referido a los conocimientos y la reflexión sobre éstos y en otro al saber cómo, es decir a los mecanismos que permiten acceder a la comprensión de las teorías.

Muy a pesar que la investigación en metacognición no es nueva, lo que si es nuevo es la relación con los procesos de cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias, una revisión de la literatura internacional deja ver que son pocos los trabajos que al respecto se han hecho (Gunstone & Northfield, 1992; DiGisi & Yore, 1992; Yore & Craig, 1992).

Las principales investigaciones han estado concentradas en el papel de la lectura comprensiva y el texto de ciencias, y en el tema de la formación de profesores. Estos dos aspectos a pesar de su importancia no han permitido situar la discusión metacognitiva en relación con la naturaleza del cambio conceptual. En la actualidad es prioritario el establecimiento de un MCC que integre las anteriores reflexiones y la naturaleza de la actividad metacognitiva. Aquí cobra relevancia el papel de los compromisos ontológicos y epistemológicos, la elaboración de los modelos mentales y la puesta en escena de los procesos de monitoreo, control y evaluación desarrollados por los teóricos de la metacognición.

Una visión de Cambio de Perfil Conceptual fundamentado en la Metacognición está en consonancia con la idea de la multiplicidad de perspectivas y con la idea de la Escuela como un espacio para la virtualidad, para la construcción de perspectivas de vida, de realidades, de enfoques. Sin duda alguna se abre un espacio muy importante sobre el cual la comunidad educativa internacional ya inició sus desarrollos.

BIBLIOGRAFIA

Berlyne, D. E. (1965). Curiosity and education, in J.D. Krumboltz (Ed.), Learning and the Educational Process. Chicago: Rand, McNally & Co.

Bohr, N. (1935). Can Quantum- Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?. Physical Review, Yol 48, 696- 702.

Carey, S. (1985) *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.

Chi, M.T., Slotta, J., & Leeuw, N (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*. Vol. 4: 27

Chapman (1988) Contextuality and directionality of cognitive development. *Hum. Dev.*, 31: 92 -106

Clough, E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual framework across different task contexts. *Science Education*, 70, 473 -496.

Demastes, Good & Peebles (1996). Patterns of conceptual change in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol.33, No. 4: 407-431

Dewey, J (1910) *How we think*. Boston: Heath.

DiGisi, L., & Yore, L. (1992) Reading comprehension and metacognition in science: Status, potential and future direction. (ERIC Document Reproduction Service No. DE 356 134)

Einstein, A., Et al (1935). Can Quantum- Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?. *Physical Review*, Vol 47, 777- 780.

Festinger, L. (1957). *A Theory of Dissonance*. New York: Harper and Row.

Hewson, P., W. & Hewson, M., G. (1992).The status of students' conceptions. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical studies* (pp. 59-73). Kiel, Germany: Institute for Science Education.

Metz, K.E. (1991) Development of explanation: Incremental and fundamental change in children's physics knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 28:785-797.

Mortimer, E. (1995) Conceptual change or Conceptual profile change?. *Science & Education* 4: 267-285.

Nussbaum, J. (1989) Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*,11:530-540.

Orozco, J.,C., (1996) Gaston Bachelard y la Historia Comprometida. Cuadernos sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias, Universidad Pedagógica Nacional, No.2: 19-43

Piaget, J. (1964). Development and Learning, *Journal of Research in Science Teaching* 2: 176-186.

Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227

Vosniadou, S., (1994) Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, Vol 4: 45 - 69.

Yore, L., & Craig, M. (1992) Middle school students' metacognitive knowledge about science reading and science text: Objective assessment, validation, and results. (ERIC Document Reproduction Service No. DE 356 134)