

Concepciones actuales para la formación del conocimiento científico a partir del conocimiento cotidiano.

Autoras:

Ms. C. María Magdalena Pérez Valdés

mmpv@hlg.rimed.cu

Dr. C. Fara Estrada Sifontes

fara@hlg.rimed.cu

Resumen

En el trabajo se valora la relación entre el conocimiento cotidiano y el científico, así como su utilización para contribuir a la educación científica. La enseñanza-aprendizaje de las ciencias debe desarrollarse con la participación de los alumnos, lograr la búsqueda de significados e interpretación. Formar el conocimiento científico no implica abandonar los conocimientos cotidianos, sino trascenderlos o superarlos en dominios concretos del conocimiento. Al analizar los resultados teóricos de investigaciones precedentes, se observa que no existe unidad de criterios en cuanto a la forma de resolver estas problemáticas y no aparecen propuestas didácticas que favorezcan el aprovechamiento de las potencialidades del conocimiento cotidiano para acceder al científico. Por otra parte, los docentes de la escuela cubana no poseen preparación didáctica al respecto, lo que redundará en los resultados del aprendizaje de sus estudiantes. En este artículo se emiten consideraciones a tener presentes para incursionar en la solución didáctica de dicha problemática.

Palabras claves: Conocimiento cotidiano, conocimiento científico.

Summary

In the work the relationship is valued between the daily knowledge and the scientist, as well as its use to contribute to the scientific education. The teaching-learning of the sciences should be developed with the participation of the students, to achieve the search of meanings and interpretation. To form the scientific knowledge doesn't imply to abandon the daily knowledge, but to transcend them or to overcome them in concrete domains of the knowledge. When analyzing the theoretical results of precedent investigations, it is observed that unit of approaches doesn't exist as for the form of solving these problematic ones and didactic proposals that favor the use of the potentialities of the daily knowledge to consent to

the scientist don't appear. On the other hand, the educational of the Cuban school don't possess didactic preparation in this respect, what redounds in the results of the learning of their students. In this article considerations are emitted to have present to intrude in the didactic solution of this problem.

Key words: Daily knowledge, scientific knowledge.

El Comandante en Jefe de la Revolución Cubana, Fidel Castro Ruz, ha expresado en varias oportunidades que *el futuro de Cuba es un futuro de hombres de ciencia* (Discurso de Fidel Castro en la inauguración de la Academia de Ciencias de Cuba, 15 de enero de 1961) y posteriormente, aseguró: *"¡Nada detendrá ya la marcha del pueblo cubano hacia una cultura general integral y el lugar cimero en la educación y la cultura entre todos los pueblos del mundo!"* (Discurso de Fidel Castro en la inauguración de la Escuela Experimental "José Martí" en La Habana Vieja, el 9 de septiembre del 2002). El análisis de lo planteado, hace pensar en el papel de la ciencia para lograr esa cultura integral a la que se aspira en la sociedad cubana.

Plantea Echeverría, J., *que la enseñanza de la ciencia es el primer ámbito donde la actividad científica tiene vigencia*. ⁽¹⁾ De acuerdo con esto, se valora que la enseñanza de la ciencia es regulada; el contenido se fija previamente, lo que implica una mediación social. Lo que se ha de aprender, depende del encargo social.

La educación básica define la adquisición de nociones científicas elementales por parte de todos los ciudadanos; ahora bien, no es suficiente que los alumnos acumulen una serie de saberes ya definidos por la ciencia, es imprescindible que además de ellos, los adolescentes y jóvenes se apropien de destrezas cognitivas, del razonamiento científico, desarrollen actitudes y valores, y formen su concepción científica del mundo al lograr conocerlo, explicarlo y prever su desarrollo.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias debe desarrollarse al dar participación a los alumnos en el proceso de elaboración del conocimiento científico, para lograr la búsqueda de significados y su interpretación.

Los seres humanos deben estar listos para adaptarse a condiciones cambiantes; se necesitan mecanismos de aprendizaje potentes para que los futuros ciudadanos logren asimilar la cultura del entorno en que viven, comprendan su sentido histórico, y, a la vez, desarrollen capacidades para acceder a los productos culturales, disfrutar de ellos y sean

capaces de renovarlos, a partir de la búsqueda, selección e interpretación crítica de la información. Es preciso asegurar que los jóvenes estén preparados para lo que deben aprender en el futuro, para afrontar las demandas sociales.

Los resultados de investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias, en Cuba y el extranjero, Estrada, F. (2004); Pérez, N. (2004); Silvestre, M. (2002); Macedo, B. (2001); Zilberstein, J. (2000); Campanario, J. M. (1999); Carrascosa, J. y D. Gil Pérez (1999); Pozo, J. I. y M. A. Gómez Crespo, (1998); indican que las aspiraciones antes expresadas, aún están lejos de ser alcanzadas.

En general, se habla de la “*crisis de la educación científica*”. Se demuestra que los alumnos no entienden habitualmente los fenómenos científicos; se cae frecuentemente en errores conceptuales; en el uso de estrategias de razonamientos ilógicos; no logran adquirir las destrezas que se requieren. Muchos problemas se deben a que saben hacer cosas, pero no entienden lo que hacen y por tanto no logran explicarlas ni aplicarlas a nuevas situaciones. Los educandos tienden a asumir posiciones pasivas; esperan las respuestas en lugar de formularlas; no elaboran interrogantes; no buscan el trabajo cooperativo; asumen el conocimiento desligado de sus repercusiones sociales. Tal situación, en ningún modo favorecerá alcanzar el encargo social que recae sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Estudios realizados en Cuba en operativos nacionales de medición de la calidad del aprendizaje, revelan en general, y, en particular en la provincia de Holguín, bajos índices en los resultados obtenidos en las asignaturas de las ciencias naturales. Así por ejemplo, en el 2005, durante el V Seminario se alcanzó el 48,3 % de respuestas correctas; en el VI, el 70,2 %; y en el curso siguiente, como parte del VII operativo, un 51,3 % de respuestas correctas. Como puede observarse, existe un crecimiento del por ciento de respuestas correctas del 2005 al 2006; sin embargo, en el 2007 hay un notable decrecimiento con respecto al 2006, lo cual indica falta de sistematicidad en el trabajo que se realiza en estas asignaturas, lo que puede afirmarse por la irregularidad en los resultados obtenidos.

En el año 2007 no existen diferencias significativas en los resultados que se obtienen en la provincia por asignaturas: Biología: 55,39 %; Química: 55,25 %; y Física, 50,64%. En todos los casos, están por debajo del por ciento que, por la Resolución Ministerial 226/03, se considera el aprobado.

Al particularizar el estudio al centro de referencia provincial, se denotan similares e inclusive

menores resultados a los obtenidos provincialmente, pues obtienen en Biología: 56,33 %; Química: 51,19 %; y Física 41,74 %.

Lo expresado denota deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de las ciencias naturales, en lo cual pueden influir múltiples causas; entre ellas puede considerarse la manera de abordar las relaciones entre el conocimiento cotidiano y científico.

La relación entre ambos es una vía para contribuir a la educación científica. Actualmente, los alumnos llegan a las aulas con una gran cantidad de información adquirida a través del cine, la televisión, la radio y otros medios de comunicación, la cual es simplificada, fragmentada y, en ocasiones, tergiversada, en aras de hacerla popular. También, por herencia familiar y social se apropián de creencias que se consideran garantizadas o institucionalizadas; todo lo cual provoca serias contradicciones con lo que aprenden en la escuela.

Estas situaciones también fueron detectadas en estudio diagnóstico realizado en la Secundaria Básica “Oscar Ortiz Domínguez”, del municipio de Holguín, centro de referencia provincial. Los alumnos, al ser encuestados, señalan a las asignaturas de ciencias entre las de menor preferencia por considerarlas complicadas y aburridas, no tener posibilidades de ponerlas en práctica y que el lenguaje empleado por los profesores no es asequible para ellos.

En las clases no se emplean sus experiencias de la vida cotidiana, ni su opinión acerca de los fenómenos que estudian. Los alumnos reconocen que sería más fácil apropiarse del contenido, si se partiera de sus experiencias y de los conocimientos precedentes; muestran desconocimiento de las diferencias entre el conocimiento cotidiano y el científico.

Los maestros entrevistados reconocen que sus alumnos presentan dificultades en las asignaturas de ciencias naturales; sin embargo, no señalan dentro de las posibles causas la ausencia de interrelaciones entre el conocimiento científico y cotidiano; no muestran dominio de los posibles métodos a emplear para lograrlas, ni de la importancia de las mismas; por lo que no los tienen en cuenta al dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las sesiones de preparación metodológica, al analizar los contenidos que se van a impartir en las asignaturas de ciencias naturales, no se definen los conocimientos cotidianos que ya posee el alumno acerca de los conocimientos científicos a formar, ni las vías a utilizar para ello.

Lo anteriormente expresado, evidencia que existe una contradicción entre lo que la sociedad

espera de las personas: que sean capaces de comprender y transformar la realidad del mundo que les rodea (la naturaleza y la sociedad), y la realidad de la escuela, que no prepara a los alumnos para eso.

Se considera que una de las causas es que se desaprovechan las potencialidades del conocimiento cotidiano para transformarlo en científico y que el alumno con mayor facilidad pueda apropiarse del contenido, aprovecharlo para comprender y transformar la sociedad y la naturaleza.

Al diferenciar el conocimiento cotidiano y el científico, se destaca que el primero también es llamado por algunos autores conocimiento empírico, conocimiento ordinario, sabiduría popular o conocimiento del sentido común.

El conocimiento cotidiano se entiende como aquel que se deriva de la experiencia cotidiana del hombre, de su relación externa con los hechos y fenómenos que lo rodean, sin llegar a su explicación, con un fuerte componente subjetivo debido a generalizaciones inductivas empíricas, y está supeditado esencialmente a la solución de tareas inmediatas estrictamente prácticas.

Por su parte, el conocimiento científico o teórico deberá ser visto como *un sistema determinado de conocimientos de tipo especial, con sus medios específicos, métodos y criterios. No se limita a encontrar nuevos hechos y resultados, sino que tiende a explicarlos mediante hipótesis, leyes y teorías ya existentes o llega para ello a obtener nuevas teorías.* (2)

El conocimiento científico es confiable y veraz, precisamente por el empleo y elaboración de métodos especiales y generales, fundamentalmente deductivos, que se basan en las regularidades descubiertas por la ciencia en una u otra esfera del mundo real.

No obstante, estos tipos de conocimientos no pueden ser considerados antagónicos. Queda claro que ya antes del surgimiento de las ciencias, el hombre obtenía conocimientos acerca de las propiedades de los objetos y fenómenos con los cuales se relacionaba en su accionar práctico. “[...] la ciencia surgió, precisamente, del conocimiento ordinario... a veces se cae en el otro extremo al considerar que el conocimiento científico es un mero perfeccionamiento del conocimiento ordinario.” (3)

También otros autores expresan que: *“la ciencia,... crece a partir del conocimiento común y le rebasa con su crecimiento, de hecho la investigación científica empieza en el lugar mismo en que la experiencia y el conocimiento ordinario deja de resolver problemas o hasta de plantearlos”.* (4)

Por otro lado, Rodríguez, M. aclara que *el conocimiento empírico es una generalización que puede reflejar indicadores esenciales y sólo puede describir el comportamiento del objeto. El teórico es una generalización que refleja indicadores esenciales y causales, por lo que permite explicar el comportamiento del objeto.* ⁽⁵⁾

De las ideas anteriores se deducen elementos de esencia: el conocimiento ordinario y el científico pretenden alcanzar conocimientos auténticos y se basan en los hechos. El ordinario sirve de base al científico, y este se desarrolla y explica los hechos y resultados mediante hipótesis, leyes y teorías nuevas o ya existentes que permiten solucionar los problemas.

Según Echeverría, J. *la enseñanza de las ciencias incluye la enseñanza y el aprendizaje de distintos sistemas conceptuales y lingüísticos, representaciones, imágenes científicas, notaciones, técnicas operatorias, etc.* ⁽⁶⁾

Una de las aspiraciones esenciales de la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes asimilen representaciones mentales adecuadas de conocimientos científicos y sobre su base puedan explicar los hechos y los fenómenos que los rodean en su vida cotidiana. Es importante además, considerar que la difusión y divulgación científica dedicada a un amplio número de personas a través de la radio, revistas, programas de televisión, videos, simplifica las teorías y descubrimientos científicos para hacerlos más asequibles; por tanto, es en la escuela, fundamentalmente, donde el adolescente puede adquirir un sistema de concepciones científicas, superar las contradicciones entre los hechos científicos y su base conceptual disponible que resulta insuficiente para aclarar nuevos hechos.

Es imprescindible enseñar a los alumnos que la ciencia es un proceso, no solo un producto acumulado en forma de teorías o modelos; y lograr que perciban su provisionalidad y su naturaleza histórica y cultural.

Una constante en el trabajo escolar debe ser la diferencia que se establece entre los aprendizajes que el alumno lleva consigo a la escuela y que se deben a la relación con su medio (familia, comunidad, grupos a los que pertenece) y que no son tomados en cuenta en la escuela o lo son escasamente, ya que la prioridad de esta es enseñar aquellos contenidos definidos como prioritarios para el desarrollo integral de los sujetos.

Los alumnos interpretan cualquier situación o concepto que se les presenta desde sus conocimientos previos, sus ideas cotidianas, personales o intuitivas, y como consecuencia de ello, la enseñanza de la ciencia apenas cambia esos conocimientos, en términos de los cuales interpretan los conceptos científicos que se les enseñan. En lugar de reinterpretar sus

conocimientos previos en función de los conocimientos científicos, suelen hacer lo contrario, asimilar la ciencia a sus conocimientos cotidianos.

El conocimiento conceptual que los alumnos traen al aula y con él sus actitudes y procedimientos, se refieren al mundo cotidiano, lo que provoca una desconexión con el conocimiento científico, sus conceptos, teorías y modelos abstractos. Lograr una relación entre esos diferentes niveles de análisis de la realidad, basada precisamente en su diferenciación y en su participación en la elaboración del conocimiento, puede ayudar a los alumnos a comprender el significado de los modelos científicos y en consecuencia interesarse por ellos; deben comprender que esas relaciones requieren procedimientos, actitudes y conceptos diferentes que se necesitan en el aprendizaje de la ciencia.

La mayor parte de las concepciones que los alumnos mantienen al enfrentarse a los conceptos y fenómenos científicos no son arbitrarias o casuales, ni debidas a un error: se producen, en cambio, por un aprendizaje informal que tiene por objeto establecer las regularidades en el mundo que los rodea; son un producto cultural; constituyen representaciones socialmente compartidas o responden a un intento de dar sentido a actividades culturalmente organizadas.

La enseñanza de las ciencias requiere superar esas representaciones que ofrece la cultura cotidiana. En ocasiones la construcción de lo nuevo implica la reconstrucción de lo ya existente en la persona. Conviene, por tanto, determinar qué hay que cambiar y para ello conocer los diferentes niveles de profundidad y afianzamiento de esas ideas.

Pozo y Gómez Crespo refieren la existencia de diferentes niveles de esas concepciones,

[...] describen como más superficial, a las creencias, predicciones, juicios e interpretaciones que el alumno posee en relación con las situaciones o tareas que enfrenta; a las teorías de dominio (de un área específica del conocimiento), las cuales se hallan representadas de modo explícito en la memoria permanente del sujeto y consisten en rasgos invariantes de sus modelos mentales, y a las teorías implícitas, constituidas a partir de un conjunto de reglas o restricciones que determinan la selección de la información procesada y las relaciones establecidas entre los elementos de esa información. Si la enseñanza de conceptos científicos debe preparar a los alumnos para comprender su entorno, será necesario cambiar los principios o supuestos implícitos, en los que a su vez se funda el conocimiento cotidiano o alternativo. (7)

Al realizar un análisis de los principios en los que subyacen las teorías intuitivas y cotidianas que es necesario cambiar para lograr una comprensión de las teorías científicas y los concretan en: principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales, señalan que según Vosniadou, *existen supuestos epistemológicos incompatibles con la ciencia, según los cuales el mundo es tal como se ve, y lo que no se ve no existe o al menos resulta muy difícil de concebir.* (8)

Para las autoras del presente trabajo queda claro, (basadas en la teoría dialéctico-materialista del conocimiento), el principio del monismo materialista, según el cual existen cosas fuera e independientemente del hombre, y que el mundo es cognoscible.

Se analizan además los planteamientos de los autores Chi, Slotta y de Leeuw, quienes expresan *que el cambio conceptual es necesario cuando existe una incompatibilidad ontológica entre la teoría científica y la mantenida por el alumno, según la cual las personas clasifican todos los objetos del mundo en un número limitado de categorías ontológicas (materia, procesos, estados mentales), a las que se atribuyen propiedades determinadas.* (9)

De acuerdo con este modelo se necesitará un cambio radical cuando sea preciso cambiar una entidad de una categoría principal a otra.

Asimismo, las autoras consideran que el establecimiento de categorías ontológicas, desconectadas, niega la concatenación universal y el desarrollo; no puede explicar esos estados o darles sentido, pues no valora la transición de unos a otros.

Una diferencia esencial entre las teorías cotidianas y científicas se presenta en la forma en que están estructurados sus conceptos. De tal manera, las teorías implícitas presentan restricciones estructurales con respecto a las científicas, ya que consideran la causalidad lineal, simple, en un solo sentido, no establecen la cuantificación, o realizan una cuantificación errónea, y analizan la transformación sin conservación.

Transformar esas concepciones requiere modificar los principios en que están basados los conocimientos; incorporarles un nuevo sistema operativo que sea compatible con los principios del conocimiento científico.

Plantean Pozo y Gómez Crespo que *el conocimiento cotidiano y los supuestos en que se basa, se pueden reinterpretar o reestructurar, pero raramente se abandonan o se eliminan de la mente del alumno, ya que resultan de gran eficacia cognitiva y adaptativa.* (10)

Construir los principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales del conocimiento científico no implica abandonar los conocimientos cotidianos, sino trascenderlos o superarlos

en dominios concretos del conocimiento, lo que puede favorecer su actualización en otras áreas próximas.

Será necesario lograr los siguientes cambios:

Cambio epistemológico: En el conocimiento cotidiano se suele asumir una posición realista; el mundo es tal como se percibe, lo que parece estar muy arraigado en el sistema cognitivo humano. De este realismo ingenuo se evoluciona al realismo interpretativo (el verdadero conocimiento deberá ser una copia exacta, lo que no se consigue; un conocimiento es mejor cuanto más se aproxima a la naturaleza del mundo).

La posición constructivista asume que todos los modelos y teorías son una construcción social en respuesta a necesidades prácticas o teóricas y que la ciencia no es un discurso sobre lo real sino sobre los modelos posibles.

En la ciencia no se alcanza el conocimiento verdadero en el sentido que reproduzca exactamente al mundo real; se crean modelos crecientemente más complejos y potentes para predecir, explicar y simular la estructura del mundo.

Cambio ontológico: La interpretación del mundo en términos de estados de la materia sucesivos o desconectados entre sí es propia del conocimiento cotidiano, puesto que el científico no suele basarse en relaciones lineales simples; este se basa en análisis de procesos como en interacciones complejas de sistemas en equilibrio. Los diferentes estados se relacionan por medio de procesos, estos se relacionan entre sí dentro de un sistema.

Cambio conceptual: La interpretación de los fenómenos en términos de sistemas, requiere cambiar las estructuras conceptuales. Los análisis causales lineales se hacen complejos; se pasa a una causalidad múltiple transformada en sistemas de interacciones. Este es uno de los esquemas conceptuales sobre los que se asienta el conocimiento científico.

Otro de los esquemas conceptuales básicos, vinculado a la idea de interacción, es la noción de equilibrio; de igual forma, la asunción del cambio con conservación y la cuantificación. Cuando se comprenden las relaciones de cambio, conservación, cuantificación y equilibrio dentro de un sistema es posible acceder al conocimiento científico.

Es importante analizar las diferentes formas planteadas por la literatura acerca de cómo es posible lograr que los estudiantes rebasen las diferencias entre sus concepciones cotidianas y las científicas, y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje, lo cual debe tenerse en cuenta al concebir y organizar el currículo. Pozo declara *que existen concepciones diferentes: la compatibilidad o acumulación de saberes, la incompatibilidad o cambio*

conceptual, independencia entre ambas formas del conocimiento o uso del conocimiento según el contexto y la integración jerárquica, las cuales a su vez responden a diferentes tradiciones educativas. ⁽¹¹⁾

a) La compatibilidad o acumulación de saberes.- Plantea *que los procesos y productos del conocimiento cotidiano y científico tienen la misma naturaleza; que la mente del científico y el hombre común están desarrolladas de igual manera, sólo bastaría realizar una acumulación de saberes para alcanzar las mismas concepciones. Implicaría entonces un tipo de enseñanza reproductiva, una simple transmisión de conocimientos ya elaborados y la evaluación, la comprobación de cómo el alumno retransmite o reproduce.* (Señalan las autoras del artículo que la versión más sofisticada de esta hipótesis es la concepción piagetiana del pensamiento formal, que tenía por objeto mostrar cómo los procesos psicológicos, mediante los cuales una persona construye el conocimiento científico, son similares a los procesos mediante los que ese mismo conocimiento se construyó en la historia de la ciencia, lo que se concreta en la idea de que el ser humano actúa como científico). ⁽¹²⁾

La anterior hipótesis posee suficientes detractores, (Gómez Crespo y Pozo (1998); Nisbett, (1993), ya que numerosos estudios han demostrado que las formas de pensamiento formal o científico no son el modo habitual de funcionamiento intelectual de adolescentes y adultos. La mayor parte de las personas recurren a formas más elementales de pensamiento y utilizan sus conocimientos cotidianos. Otra vertiente de la compatibilidad es que las estrategias informales, el carácter pragmático que define al conocimiento cotidiano, son también rasgos del conocimiento científico, lo que se analiza más adelante.

b) La incompatibilidad o cambio conceptual.- Considera que la mente del científico y la del alumno poseen formatos incompatibles. Para que los alumnos aprendan las teorías y modelos científicos, es preciso que cambien radicalmente su forma de interpretar las cosas o cometerán errores conceptuales, malinterpretarán lo que estudian, para asimilarlo a sus propias concepciones alternativas.

Muchas de las estrategias dedicadas a lograr un cambio conceptual radical, con abandono total de las ideas previas, (por ejemplo Posner y Cols, 1982, citado por Pozo y Gómez Crespo, 1998), han venido al fracaso, pues se ha demostrado (Duit, 1999), que como máximo se logra que los alumnos lleguen a asimilar los conocimientos científicos, pero no que abandonen sus conocimientos cotidianos. Es muy probable que la causa de este fracaso

radique en la idea de que el cambio conceptual implique obligatoriamente el abandono del conocimiento cotidiano.

c) Independencia o uso según el contexto.- Considera que los mecanismos de cambio conceptual sean más sutiles y complejos; dan lugar a una coexistencia de sistemas alternativos; en lugar de considerar que el conocimiento cotidiano es erróneo o científicamente desviado. Se destaca su valor pragmático, su carácter fenomenológico y adaptativo, ya que se debe a mecanismos de aprendizajes implícitos muy robustos y económicos desde el punto de vista cognitivo, (Pozo y Cols, 1992, citados por Pozo y Gómez Crespo, 1998; di Sessa, 1993; Claxton, 1984).

De hecho, cada individuo dispondría de representaciones alternativas para un mismo hecho que activarían, de modo discriminatorio, en función del contexto. Se trata de separar ambas formas del conocimiento; de que los individuos aprendan a utilizarlas según el contexto, sin embargo, cómo discriminar el contexto apropiado es muy difícil de discernir.

d) La integración jerárquica del conocimiento.- No es incompatible con la necesidad del cambio conceptual, entendido como la construcción del conocimiento científico a partir del cotidiano. Las teorías científicas tienen gran potencia explicativa y contenido empírico, pero no por ello se hace innecesario el uso del conocimiento cotidiano; las teorías intuitivas serían subsumidas por la teoría científica y seguirían siendo eficaces en los contextos informales cotidianos.

El aprendizaje de la ciencia requiere construir nuevas estructuras conceptuales complejas a partir de otras más simples, y analizar las formas más simples del conocimiento a partir de las más complejas (Rodríguez, M. 1999 y Pozo 1999).

Dicho aprendizaje, entendido como la integración jerárquica de modelos, implica diferentes procesos de construcción del conocimiento científico que van más allá del cambio conceptual y que comprende la reestructuración teórica, la explicitación progresiva y la integración jerárquica. (13).

e) La reestructuración.- Deberá traducirse y concretarse en un cambio de las estructuras conceptuales utilizadas en un dominio del conocimiento dado, desde las formas más simples, propias del conocimiento cotidiano, hasta las estructuras más complejas de las teorías científicas; interacción y en los sistemas.

f) La explicitación progresiva.- Implica un proceso metacognitivo de las concepciones intuitivas; tomar conciencia de sus predicciones y encontrarle significado; tomar conciencia

de las diferencias entre las teorías científicas y sus propias teorías. Se favorece mediante un proceso con uso de métodos cada vez más dialógicos, donde se contrapongan múltiples opiniones, al monólogo del profesor.

El cambio conceptual no provoca necesariamente un abandono de las concepciones previas y su sustitución por nuevas teorías; ellas coexisten y no tienen por qué ser independientes entre sí. Generalmente, conllevan a una integración jerárquica. En el problema tratado se utiliza el método de “*reformulación del problema*” y se cumple con estas características.

La integración jerárquica favorece el análisis de cualquier situación o fenómeno utilizando diferentes niveles de complejidad de las estructuras conceptuales, discriminar metacognitivamente entre diferentes niveles representacionales, de acuerdo con indicios situacionales o contextuales, que pueden estar evidenciados en la tarea que desarrolla el alumno, en el tipo de esta, o en la identificación de aquellos rasgos del hecho o fenómeno que se estudia.

Los cambios deben lograrse de abajo hacia arriba, y se consiguen estudiando contextos y situaciones concretas. Aunque se requiera profundizar en las estructuras cognitivas de los alumnos, con el fin de enriquecerlas y reorganizarlas, el objeto material de esa enseñanza deben seguir siendo los contenidos conceptuales específicos de cada disciplina científica, a partir de los cuales deben trabajarse los diferentes cambios, procedimentales, actitudinales y conceptuales. (14)

Las autoras del artículo asumen esta concepción como esencial para dirigir procesos formativos que interrelacionen ambos tipos de conocimientos; a partir del concepto de Vigotsky de Zona de Desarrollo Próximo se asume que la labor de la educación científica es lograr que en las aulas los alumnos construyan actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones.

Así, el currículo de ciencias, desarrollado a través de las actividades de aprendizaje y enseñanza, debe servir como una auténtica ayuda pedagógica, una vía para que el alumno acceda a formas de conocimiento que, por sí mismas, le serían ajenas o, al menos, muy distantes. La reducción de la distancia entre la mente del alumno y el discurso científico, - entre el conocimiento cotidiano y el científico- requiere adoptar estrategias didácticas específicas dirigidas a esa meta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Echeverría, J. Filosofía de la ciencia, [s. p.].
2. Barragán, L. H. Epistemología, [s. p.].
3. Rusavin, G. I. Métodos de la investigación científica, p.6.
4. Suárez, J. A. y E. González. Ciencia y conocimiento, p. 11.
5. Rodríguez, M. La personalidad del adolescente, [s. p.].
6. Echeverría, J. Filosofía de la ciencia, [s. p.].
7. Pozo, I. y M. Gómez Crespo. Enseñar y aprender ciencia, [s. p.].
8. Vosniadou, S. Capturing and modelling the process of conceptual change, p. 45-69.
9. Chi, H., J. Slotta, y W. Leeuw. From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts, p. 27-43.
10. Pozo, I. y M. Gómez Crespo. Enseñar y aprender ciencia, [s. p.].
11. Pozo, I. El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción, [s. p.].
12. Inhelder y Piaget (1955), citados por Pozo, I. Y M. Gómez Crespo. Enseñar y aprender ciencia, [s. p.].
13. Pozo, I. y M. Gómez Crespo. Enseñar y aprender ciencia, [s. p.].
14. Ibid.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRAGÁN, H. Epistemología. Bogotá, Universidad de Santo Tomás, Centro de enseñanza desescolarizada, 1997.
- CHI, H., J. SLOTTA, Y W. LEEUW. From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and Instruction, 4 (1), 1994, p. 27-43.
- ECHEVERRÍA, J. Filosofía de la ciencia. Madrid, Ed. AKAL, S. A, 1995.
- POZO, I. El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción. En M. J. Rodrigo (ed.) Contexto y desarrollo social. Madrid, Síntesis, 1994.
- POZO, I. Y M. GÓMEZ CRESPO. Enseñar y aprender ciencia. Madrid, Ed. Morata, 1998.
- RODRÍGUEZ, M. La personalidad del adolescente. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1996.
- RUSAVIN, I. Métodos de la investigación científica. La Habana, Editorial de Ciencias Sociales, 1990.
- SUÁREZ, A. Y E. GONZÁLEZ. Ciencia y conocimiento. Cuadernos de filosofía y ética. España, Adarra, 1995.
- VOSNIADOU, S. Capturing and modelling the process of conceptual change. Learning and Instruction, 4 (1), 1994, p. 45-69.