

# Ideas previas y cambio conceptual

Silvia Bello\*

## Abstract (*Previous ideas and conceptual change*)

Research regarding previous ideas, also known with many other denominations, has been going on since the 70's in many countries. Its relevance in teaching and learning science has been clearly shown. Educational researchers have unanimously pointed out the need to change students' previous ideas into scientific conceptions or, at least, towards concepts closer to them. Since the 80's, this transformation has been called *conceptual change*.

The very conception of *conceptual change* has been modified along history, from the most radical proposals, that asked the complete substitution of students' previous ideas by scientific concepts, to the ones that accept gradual and partial modification of the pupils' ideas, allowing dual or multiple students' conceptions coexistence, whose use would be deeply dependent upon social context.

This paper depicts some conceptual change models that have been considered representative. Cognitive conflict is also questioned as a teaching strategy to promote students' conceptual change.

## Resumen

Las ideas previas, también conocidas con muchas otras denominaciones, se han investigado desde los años 70 en muchos países y se ha puesto ampliamente de relieve su importancia en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Los investigadores de la educación han coincidido en la necesidad de transformar las ideas previas de los estudiantes hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas. A esta transformación se le ha denominado *cambio conceptual*, desde los años 80.

Pero la concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo, que abarcan desde las posiciones más radicales que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos hasta propuestas que aceptan

la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará determinado por el contexto social.

En este trabajo se describen algunos modelos de cambio conceptual que se han considerado representativos. Asimismo, se cuestiona la propuesta del conflicto cognitivo como estrategia de enseñanza en la búsqueda del cambio conceptual.

## Las ideas previas

Uno de los grandes problemas al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la existencia en los alumnos de fuertes concepciones alternativas a los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar y, en algunos casos, sobreviven a largos años de instrucción científica.

Las ideas previas, también conocidas como concepciones alternativas, errores conceptuales (*misconceptions*, en inglés), ciencia de los niños, etcétera, han sido tratadas en numerosas publicaciones, impresas y electrónicas (Flores *et al.*, 2002), entre las cuales se cuentan varios artículos publicados en *Educación Química* (Trinidad-Velasco y Garritz, 2003; etcétera). La investigación relacionada con las ideas previas data de los años setenta y ha puesto ampliamente de relieve su importancia en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Si se les considera un mecanismo de adaptación al medio (Bello y Valdez, 2002) me parece que es importante conocerlas en cualquier ámbito del conocimiento y no sólo en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada.

Si bien algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas (Mortimer, 1995), numerosos investigadores piensan que no son aisladas, sino que implican la formación de una red conceptual (o red semántica) o esquema de

\*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, UNAM. 04510 México, DF.

pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico.

El esquema de pensamiento alternativo se conoce entre los investigadores educativos como esquema representacional. Si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales (Mulford y Robinson, 2002) es difícil para ellos aceptarla, porque les parece errónea. En estas condiciones actúan de diversas maneras: la ignoran, la rechazan, no creen en ella, la reinterpretan a la luz de sus propios esquemas representacionales, o bien, llegan a aceptarla haciendo sólo pequeños cambios en sus concepciones. Es ocasional que la información que parece anómala sea aceptada y obligue al estudiante a revisar su esquema representacional.

Por otro lado, no es poco común que estos esquemas se vean reflejados también en libros de texto, materiales didácticos e información electrónica, lo que indica que no sólo los estudiantes presentan estas ideas sino también muchos docentes.

Por ello, es muy importante conocer los esquemas representacionales de los estudiantes y reflexionar sobre la importancia que tienen dichos esquemas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Los investigadores de la educación han coincidido en la necesidad de transformarlos en conceptos más cercanos a las concepciones científicas.

Es necesario reflexionar sobre la naturaleza del cambio conceptual con el fin de plantear cambios en la metodología de enseñanza para buscar dicho cambio. Así, desde hace más de veinte años se ha definido como propósito de la educación en ciencias: *la transformación de los esquemas representacionales en concepciones científicas*. A esta transformación se le ha denominado *cambio conceptual*. Pero, ¿qué es el cambio conceptual? ¿Qué cambia en el cambio conceptual? La breve revisión y comparación de diversas propuestas de cambio conceptual, que se han considerado representativas y que son presentadas en este trabajo, tiene la intención de que busquemos llevar a nuestros estudiantes “más allá de las apariencias” (Barker, 2002).

### El cambio conceptual

La concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo, que abarcan desde las posiciones más radicales (Strike y Posner, 1985) que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos, hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de

las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante (Mortimer, 1995; Vosniadou, 1994; Caravita y Halldén, 1995; Taber, 2001) cuyo uso estará determinado por el contexto social y fuertemente determinado por aspectos afectivos.

Strike y Posner (1985) ven el aprendizaje como una actividad racional y se preguntan de qué manera incorporan los aprendices nuevas concepciones a sus estructuras cognitivas y cómo, cuando se vuelven disfuncionales las viejas concepciones, las reemplazan por nuevas. Inspirados por Piaget, consideran que existen dos formas de cambio: la *asimilación* y la *acomodación*. La asimilación implica los tipos de aprendizaje en donde no se requiere una revisión conceptual mayor, mientras que la acomodación es un proceso gradual que implica una reestructuración para obtener la nueva concepción, aunque también puede ser vista como una competición entre concepciones.

Según Strike y Posner se requieren las siguientes condiciones para el cambio conceptual:

- a) es preciso que el estudiante sienta insatisfacción con sus concepciones existentes;
- b) la nueva concepción debe ser mínimamente entendida (clara);
- c) la nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contraintuitivos), y
- d) la nueva concepción debe ser fructífera (fecunda, amplia, es decir aplicable a un gran grupo de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias).

Con base en la *ecología conceptual* proponen interdependencia entre las ideas; es decir, los conceptos que posee el individuo determinan qué nuevas concepciones está en condiciones de aceptar y, a la vez, éstas al ser incorporadas en la red conceptual existente la modifican.

La dirección de una acomodación está determinada por: anomalías frente a las expectativas del individuo; su experiencia previa; sus compromisos epistemológicos y creencias metafísicas, y el conocimiento que tenga de otras áreas. Todo ello dará como consecuencia una competición entre concepciones cuyo resultado generará el cambio conceptual.

El periodo de acomodación es un proceso de avances y retrocesos frecuentes, así como de periodos de indecisión. También entran en juego factores

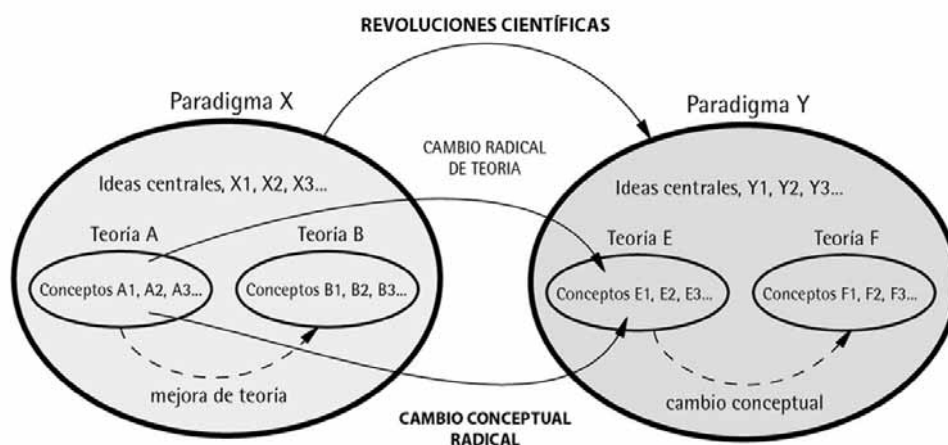


Figura 1. El cambio conceptual y las revoluciones científicas.

afectivos y sociales que influyen de manera decisiva en el cambio conceptual.

La visión de Chi (2003) sobre el cambio conceptual difiere de la de Strike y Posner, pues ella distingue entre las *preconcepciones* y las *concepciones alternativas o ideas previas*. Para Chi, la reparación de las preconcepciones es solamente una *reorganización conceptual*, mientras que el *cambio conceptual* propiamente dicho es un asunto relacionado con la reparación de ideas previas. La instrucción puede corregir las preconcepciones con relativa facilidad, pero el cambio conceptual es mucho más difícil de lograr. Sin embargo, el "conocimiento ingenuo", también conocido como las preconcepciones, puede llegar a persistir fuertemente aun al ser confrontado con formas de instrucción ingeniosas, y debe ser reparado para promover el entendimiento profundo.

Para Chi el cambio conceptual es el proceso de reparar ideas previas, a través de reasignar la categorización de un concepto, pasándolo de una categoría ontológica a otra. En cambio, al proceso de reparar preconcepciones le llama "reorganización conceptual".

En opinión de Chi, el conocimiento puede ser representado como un conjunto de proposiciones interrelacionadas, también llamados modelos mentales. Existen modelos mentales incoherentes o fragmentados, concebidos a partir de proposiciones que no se encuentran interconectadas. También hay modelos coherentes pero defectuosos; éstos son aquellos modelos mentales cuya estructura coherente es organizada alrededor de un conjunto de creencias o principios que son incorrectos. Los modelos incompletos

tienen muchas piezas faltantes. Los modelos mentales defectuosos están compuestos de muchas creencias correctas, incorrectas y creencias alternativas.

Las representaciones mentales pueden usarse para generar explicaciones, hacer predicciones y resolver preguntas de una manera consistente y sistemática.

Los procesos ordinarios de aprendizaje propuestos como mecanismos que pueden remover creencias incorrectas y reparar modelos mentales defectuosos, según Chi, son: asimilación y acomodación. La asimilación consiste en implantar la proposición entrante dentro del modelo mental existente, mientras que la acomodación implica una revisión profunda de la creencia incorrecta. Esto implica un cambio en la estructura de una representación mental. Chi establece una analogía entre las teorías ingenuas de los estudiantes, formadas por su conocimiento ingenuo, y las teorías científicas, para explicar el cambio conceptual como cambio de teoría (figura 1).

Las teorías ingenuas dominantes comparten suposiciones básicas con teorías vigentes en otras épocas; ello se puede ver al capturar regularidades de concepciones ingenuas y determinar sus principios y leyes.

En el mismo contexto, Chi incorpora el concepto de incommensurabilidad, proveniente de Khun (1962) y que se refiere a diferencias irresolubles en los conceptos, creencias y explicaciones de teorías.

Los conceptos son incommensurables si se pueden definir en el ámbito de tres procesos:

- 1) reemplazo: un concepto inicial es sustituido por uno alternativo, fundamentalmente diferente;
- 2) diferenciación: otro proceso de reemplazo, divi-

de el concepto inicial en dos o más nuevos conceptos, inconmensurables con el inicial o entre sí, y

- 3) coalescencia: dos o más conceptos son colapsados dentro de un concepto nuevo, reemplazando al original.

Estos tres procesos son una base para pasar de una categoría a otra.

Como ya se dijo, para Chi el cambio conceptual es el proceso de cambiar un concepto de categoría ontológica (figura 2). Las principales dificultades para lograr el cambio conceptual son:

1. El educando no es consciente de la necesidad de cambiar de categoría. Por ejemplo, cuando el calor se considera una sustancia y, por ende, se ubica en la categoría de *materia*, en vez de asumirlo como parte de la categoría de *proceso*.
2. Falta de categorías alternativas, es decir, al estudiante le falta construir una categoría. Por ejemplo, la relacionada con el aspecto simbólico de la Química; los alumnos no distinguen las diferencias cualitativas entre Na y  $N^{+}$ , o entre  $Cr^{3+}$  y  $CrO_4^{-}$ .

Hay ciertos procesos que presentan particulares dificultades para que se dé el cambio conceptual. A éstos Chi les da el nombre de *procesos emergentes*. Estos procesos se caracterizan por la implicación de un nivel macroscópico que surge del comportamiento de actores o constituyentes en el nivel microscópico y cuyas propiedades (del macroscópico) NO corresponden a la suma de las de los individuos microscópicos. Existe gran dificultad para entender profundamente las diferencias entre lo macroscópico y lo microscópico. Al hacer diferentes estudios se ha observado que los estudiantes carecen de la definición para los procesos emergentes; esto impide la recategorización y la reparación de las concepciones alternativas relacionadas. Hemos encontrado numerosas ideas previas de estudiantes de distintos ciclos escolares (Flores *et al.*, 2002) que manifiestan estas dificultades: los átomos de cobre son rojos, las moléculas de agua son como gotas, etcétera.

En su propuesta de cambio conceptual Chi plantea las siguientes interrogantes: ¿Es acaso el cambio conceptual una acumulación de nuevos conocimientos y la revisión de modelos mentales? ¿Implica cambios de perspectiva en la solución de problemas? ¿Es análogo al cambio teórico? ¿Por qué algunas concepciones fuertes resisten su reparación a tra-

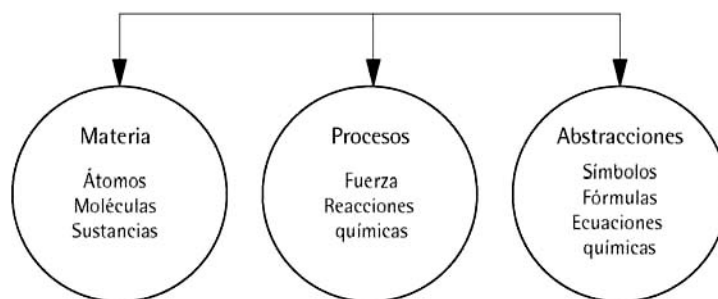


Figura 2. Las tres categorías ontológicas de Chi.

vés de la instrucción? ¿Estos conocimientos ingenuos involucran conceptos que son inconmensurables con los conceptos correctos? Como se ve por lo expuesto anteriormente, algunas han sido resueltas, otras sólo parcialmente y otras más siguen abiertas, esperando los resultados de investigaciones posteriores.

El punto de vista de Vosniadou (1994) se asemeja al de Chi, en tanto que considera que el *cambio conceptual* procede a través de modificaciones graduales del modelo mental que uno tiene acerca del mundo físico y esto se logra a través de *enriquecimiento* o de *revisión*. El enriquecimiento implica adición de información a las estructuras conceptuales existentes, mientras que la revisión puede involucrar cambios en las creencias, en las presuposiciones o en la estructura relacional de una teoría. La revisión puede ocurrir en el ámbito de *una teoría específica* o al nivel de la *teoría marco*. Esta última se considera el tipo de cambio conceptual más difícil y que más fácilmente da lugar a concepciones alternativas.

Para Vosniadou, las *concepciones alternativas* son los intentos de los estudiantes para interpretar la información científica desde la perspectiva de una *teoría marco* que contiene información contradictoria para el punto de vista científico. En este sentido, podría inferirse de su propuesta que la escuela juega un papel determinante en la generación de las concepciones alternativas. Es pues responsabilidad de los educadores conocer el modelo que el alumno tiene antes de que la escuela intervenga para evitar que al tratar de reconciliarlo o combinarlo con el modelo científico, el alumno genere concepciones alternativas.

La propuesta de Vosniadou es que el estudiante conoce a través de los sentidos y de sus creencias y presuposiciones ontológicas y epistemológicas. Con

éstas construye *teorías específicas*<sup>1</sup> para cada dominio de conocimiento. Un conjunto de teorías específicas forma una *teoría marco* o un marco de referencia. Para lograr el cambio conceptual Vosniadou propone ir al fondo del problema, es decir atacar las creencias epistemológicas y no sólo los síntomas o ideas previas.

Existen presuposiciones *atrincheradas*, las cuales están organizadas en un marco teórico ingenuo de la ciencia;<sup>2</sup> se encuentran tan íntimamente arraigadas que resulta difícil llegar a ellas y son éstas las que van a causar mayores dificultades en el aprendizaje.

Las teorías específicas consisten en un conjunto de proposiciones interrelacionadas o creencias que describen las propiedades y comportamiento de objetos físicos. Estas teorías son generadas a través de la observación o a través de la información cultural.

Según Vosniadou existen dos tipos de cambio conceptual: el sencillo, que se refiere al *enriquecimiento* de las teorías específicas y, por ende, de la teoría marco, y el más complejo, que implica la *revisión* de las teorías específicas y de la teoría marco. La forma sencilla de percibir el cambio conceptual es la de enriquecer una estructura conceptual existente. Al hablar de enriquecer se refiere a la simple adición de nueva información dentro de sistemas teóricos existentes a través de mecanismos de acreción.

En cambio, la *revisión* se requiere cuando la información que se adquiere es inconsistente con creencias o presuposiciones existentes.

Los fracasos en el aprendizaje suceden cuando el proceso de adquisición exige la *revisión* de presuposiciones atrincheradas que pertenecen a la teoría marco. En estos casos se observa *inconsistencia*, *conocimiento inerte* (memorístico) o la creación de *ideas previas*.

La visión de Carey también se inspira en las ideas de Khun, sobre la evolución conceptual en ciencias, en el marco de una ecología conceptual. Ella reconoce también dos tipos de cambio en la red conceptual del estudiante: el *débil* y el *fuerte*. En el aprendizaje, el *débil* corresponde a modificaciones pequeñas en los conceptos, que no implican cambios profundos en su red conceptual. Los hace equivalentes a los pequeños cambios que se han dado en la historia de las ciencias, sin que se requiera cambio de paradigma. A diferencia de lo que ocurre cuando

el estudiante realiza modificaciones profundas en sus concepciones, es decir en el cambio *fuerte*, que correspondería en el conocimiento científico a una revolución y en el estudiante al *cambio conceptual*. La figura 1 explica con claridad el parangón de esta propuesta.

Hasta ahora hemos visto un conjunto de modelos que, a su vez, corresponden al modelo estándar del cambio conceptual. Esto es, lo conciben como un proceso, que se da en el individuo, equivalente o equiparable al que ha ocurrido en la comunidad científica a lo largo de la historia de la ciencia. Caravita y Halldén (1994) se apartan de esta postura considerando que es erróneo comparar ambos cambios en virtud de que existen diferencias fundamentales entre ellos. Sus argumentos se basan en la distinción que establecen entre la “ciencia escolar” y la “ciencia científica”, en las cuales se puede observar diversidad en la relación de cada comunidad con el objeto mismo del conocimiento (la disciplina), los procedimientos y la relación entre pares.

En cuanto a la relación con la disciplina en estudio, Caravita y Halldén señalan que en la comunidad científica son los propios investigadores quienes escogen el problema específico que intentarán resolver y cuentan con un marco amplio de conocimientos; conocen otras investigaciones realizadas al respecto y tienen los datos producidos por sus propios experimentos. En cambio, el estudiante no cuenta con ese acervo, no selecciona el problema por sí mismo, sabe que el profesor puede identificar cuándo el alumno se ha equivocado de perspectiva o de procedimiento y puede sentir que “está jugando un juego” cuyas reglas no son del todo claras.

Siguiendo a Caravita y Halldén, si se revisa cómo actúa un científico en relación con los procedimientos, se observa que escoge herramientas acordes con el fin que persigue y si las existentes no le resultan útiles o adecuadas, puede generar sus propios instrumentos. En contraparte, el alumno no conoce las herramientas –por ende– no las escoge, sino que le son impuestas por el docente y no las puede cambiar.

Según los autores, las relaciones entre pares en cada comunidad marcan diferencias sustanciales, ya que entre los estudiantes no existen jerarquías, sólo entre el grupo y el profesor, mientras que entre los pares científicos sí las hay.

Los argumentos de Caravita y Halldén parecen bastante convincentes si se trata de comparar la situación en el aula con la de la comunidad científica

<sup>1</sup> En rigor, ni las “teorías específicas” ni la “marco” constituyen verdaderas teorías como las científicas, pero sí tienen cierta estructura y coherencia que permiten ubicarlas como tales.

<sup>2</sup> Vosniadou se refiere específicamente a la Física.

en el momento presente —principios del siglo XXI— pero puede ser que se debiliten si se compara lo que ocurre en un salón de clase contemporáneo con lo que ha pasado históricamente en otras comunidades científicas. En el pasado, los científicos no contaban ni con el acervo actual de conocimientos, ni con los instrumentos actuales. Por otro lado, me parece que sí hay jerarquías entre los estudiantes en el aula, determinadas por las relaciones de poder en el aula.

Específicamente en cuanto al cambio conceptual, Caravita y Halldén, también inspirados en los trabajos de Piaget, se refieren a la *asimilación* y a la *equilibración*. Consideran la desequilibración como un conflicto cognitivo y proponen también dos niveles de cambio, hablando del *aprendizaje paradigmático* y del *no paradigmático*. El primero corresponde a la asimilación y sería equiparable al cambio débil de Carey, mientras que el no paradigmático corresponde a la equilibración y equivale al cambio fuerte de Carey.

diSessa y Sherin (1998) por su parte cuestionan la relevancia del trabajo basado en el modelo estándar, que se ha desarrollado en torno al cambio conceptual. La pregunta clave que plantean diSessa y Sherin: “¿Qué cambia en el cambio conceptual?” fundamenta este cuestionamiento. Al dar una respuesta aparentemente trivial: los *conceptos*, se remiten a la concepción de concepto y hacen notar que los investigadores no se han preocupado por definir qué es un concepto. No obstante, los conceptos son fuentes de extraordinarias dificultades en el aprendizaje.

diSessa tiene formación lingüista y, por lo tanto, su propuesta teórica analiza el problema del cambio conceptual desde esa óptica; explica que la propia concepción de *concepto* es compleja y no está acabada. Para sustentar su propuesta, estos autores sustituyen los conceptos por “constructos teóricos” e introducen lo que llaman “coordinación de clase”, como una categoría de conceptos. Con ello hacen notar que hay aprendizajes muy diferentes, que implican demandas intelectuales de distinta profundidad. Así, no es lo mismo aprender qué es un perro a aprender qué es una fuerza, o qué es una sustancia y cómo se unen los átomos que forman sus moléculas.

diSessa y Sherin reconocen que no todos los conceptos se pueden categorizar como coordinaciones de clase. Sin embargo, la comprensión de los investigadores respecto a la naturaleza de los conceptos que pertenecen a la categoría de coordinación de clase constituye, para estos autores, la cuestión medular en la búsqueda del cambio conceptual.

### El conflicto cognitivo

Ante la ingente interrogante de ¿cómo transformar las ideas previas en concepciones aceptadas por la comunidad científica?, muchos investigadores y docentes adoptaron el modelo del conflicto cognitivo, basándose en las condiciones para lograr el cambio conceptual propuestas por Strike y Posner. Si la primera condición para cambiar una concepción alternativa es la insatisfacción, entonces bastaría con presentar a los estudiantes evidencias de situaciones en las que dicha concepción no es capaz de explicarla, o bien, de casos en los que las predicciones basadas en la idea original estarían muy alejadas de la realidad, para lograr la insatisfacción y con ello pavimentar el camino hacia el cambio conceptual. Numerosos profesores diseñaron estrategias de enseñanza para provocar el conflicto cognitivo. Sin embargo, la experiencia en el aula mostró que los resultados no siempre conducían al cambio conceptual.

Bybee, Hawkes (1992) y Kind (2004) se encuentran entre los investigadores que explican el fracaso del conflicto cognitivo para lograr el cambio conceptual. Bybee considera que “muchas personas mantienen profundos vínculos emocionales con sus explicaciones del mundo y la confrontación con otra explicación opuesta provoca más emoción que análisis racional, por lo que tenemos tendencia a aferrarnos tenazmente a nuestra idea y buscamos pruebas que la sustenten, en vez de pruebas que la modifiquen o refuten”. Por su parte, Hawkes menciona: “Es inherente a la naturaleza humana que aceptemos lo que nos dicen primero y lo abandonamos o lo cambiamos con dificultad”. Y Barker apunta que las estrategias que buscan el conflicto cognitivo frecuentemente son “percibidas más como confusión entre los modelos usados al enseñar un concepto (por ejemplo de ácido-base) que como un conflicto entre las preconcepciones y el punto de vista científico”.

Al analizar el modelo de cambio conceptual de Chi se nota que si los estudiantes no han construido la categoría ontológica correspondiente, no percibirán la “evidencia”, sea ésta experimental o teórica y, por ende, ni siquiera tendrán conflicto cognitivo.

Nussbaum y Novick (1982) también ponen en duda que los aprendices registren el conflicto. En opinión de Vosniadou, la instrucción basada en la presentación de hechos contraintuitivos, que busca el conflicto cognitivo, no conduce por definición al cambio conceptual, puesto que no proporciona a los estudiantes toda la información que necesitan tener para *revisar* sus teorías ingenuas.

diSessa y Sherin señalan que toda observación tiene tanto bases teóricas como empíricas. Por lo tanto, “ver” en diferentes situaciones puede constituir la función nuclear de las coordinaciones de clase (los conceptos). “Ver” es un logro del aprendizaje y dependerá sólo parcialmente de los sentidos y en gran medida de la teoría que sustente el observador. Esto conduce a que “las evidencias” difícilmente sean vistas o percibidas como fuente de conflicto cognitivo.

Por último, Mulford (2002) señala que difícilmente se produce tal conflicto cognitivo pues el estudiante es proclive a modificar la información recibida más que a aceptar la contradicción y revisar sus esquemas de pensamiento.

Por todo ello, hoy el conflicto cognitivo prácticamente se ha abandonado como estrategia de enseñanza para el cambio conceptual. Ya Mortimer, desde 1995, plantea la necesidad de reconocer que el cambio conceptual es un proceso complejo, de larga duración, no lineal y como meta de la educación, sumamente difícil de alcanzar. Si el estudiante tiene acceso a un amplio menú de informaciones y experiencias de aprendizaje –proporcionadas por el docente– lo que puede lograrse es un cambio de *perfil conceptual* que, eventualmente puede conducir al cambio conceptual.

### El papel de las ideas previas en el diseño del currículum

En opinión de Campanario y Moya (1999), las pautas generales que debieran seguirse en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual son:

- Las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula. Las “teorías” de los estudiantes deben tomarse seriamente en cuenta en el diseño curricular
- El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado desde la perspectiva de la ecología conceptual, con criterios epistemológicos acerca del conocimiento científico y acerca de qué constituye una explicación aceptable.
- La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios.
- El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición (comentar, decidir la utilidad, plausibilidad y consistencia de las concepciones.)

De la descripción anterior se desprende la necesidad de disponer de un repertorio de técnicas y recursos acordes con las condiciones que se han explicado.

Entre los investigadores en enseñanza de las ciencias existe la convicción de que para que las estrategias de cambio conceptual tengan algún efecto importante es preciso que no se apliquen como un conjunto de estrategias aisladas, sino como un enfoque de enseñanza coherente (Kind, 2004). Sin un cambio metodológico que involucre conocimientos declarativos, procedimentales y valores, así como procesos de evaluación idóneos, no puede producirse cambio conceptual alguno.

### Conclusión

Puede apreciarse que el modelo estándar de cambio conceptual se originó en la literatura de la historia de la ciencia y comprende diversos grados o etapas. Así, la terminología de la historia de la ciencia ha sido central en las discusiones del cambio conceptual. No sólo se toman prestadas ideas de la historia de la ciencia, buena parte de la literatura del cambio conceptual usa ejemplos históricos como ilustración.

La investigación sobre cambio conceptual no está acabada, es un proceso abierto, en marcha, en el que hay consensos entre los investigadores y docentes, pero en el que aún hay muchas ambigüedades y una gran diversidad de posturas (Rodríguez-Moneo, 2003).

Todos los autores están de acuerdo en que el cambio conceptual es un *proceso*, largo, complejo y no lineal, que implica avances, regresiones, titubeos y fuertemente determinado por cuestiones emocionales y sociales. Por lo tanto, no se espera que se pueda lograr en un solo periodo lectivo (año o semestre escolar) o ciclo escolar; pero sí es indispensable que el docente conozca las principales ideas previas que pueden tener sus estudiantes, las que él o ella mismo(a) puede tener, las que se encuentran en materiales didácticos y libros de texto y que busque permanentemente las estrategias de enseñanza que promuevan el cambio conceptual entre sus estudiantes.

Asimismo, es indispensable que quienes diseñan *currícula*, tomen en cuenta las dificultades inherentes al cambio conceptual en todos los ciclos escolares y den a los contenidos y metodologías los espacios y tiempos adecuados para promoverlo.

Los autores de libros, materiales didácticos (electrónicos, impresos y otros), manuales, etcétera, deben conocer tanto las ideas previas más comunes entre los estudiantes, como las estrategias que se han diseñado para promover el cambio conceptual.

## Agradecimientos

En primer lugar deseo agradecer al doctor Andoni Garritz Ruiz la gentil invitación que me hizo para unirme a la celebración del XV aniversario de *Educación Química*, escribiendo este trabajo. Aprovecho para expresar al doctor Garritz una calurosa felicitación y un amplio reconocimiento por la encomiable labor que ha desarrollado durante estos 15 años al frente de nuestra revista.

También quiero expresar mi gratitud a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por el apoyo brindado, a través del proyecto PAPIIME EN208203, que nos ha permitido estudiar el cambio conceptual, para proponer alternativas. Asimismo, agradezco a mis compañeros del proyecto su participación en los seminarios; sus aportaciones y comentarios se han tratado de reflejar en el trabajo y, ciertamente, constituyen parte esencial del mismo.

A Laura Velázquez Velázquez y Alfredo Herrera Hernández, alumnos del Servicio Social, mi especial reconocimiento por toda la labor que han desarrollado, que sin duda ha rebasado, con mucho, sus obligaciones como servidores sociales. ▣

## Bibliografía

- Barker, V., *Beyond appearances. Students' misconceptions about basic chemical ideas*. A report prepared for the Royal Society of Chemistry, London, UK, 2002.
- Bello, S. y Valdez, S., "Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la Química". Taller T-20 realizado en las III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina. Septiembre de 2003.
- Campanario, J. M. y Moya, A., ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, **17**(2), 179-192, 1999.
- Caravita, S. y Halldén, O., Reframing the problem of conceptual change, *Learning and Instruction*, **4**, 89-111, 1994.
- Chi, M.T.H. and Roscoe, R.D., The process and challenges of conceptual change. En: Limón, M. and Mason, L. (2003). *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Kluwer Academic Publishers, London, 2003. p. 3-27.
- diSessa, A. y Sherin, B., What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, **20**(10), 1155-1191, 1998.
- Flores, F. *et al.* (2002). <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
- Hawkes, S.J., Arrhenius confuses students, *Journal of Chemical Education*, **69** (7) 542-543, 1992.
- Kind, V. (Formerly Barker, V.), *Beyond appearances. Students' misconceptions about basic chemical ideas*. 2<sup>nd</sup> edition, London, UK, 2004.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México, 1962.
- Mortimer, E. F., Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, **4**, 267-285, 1995.
- Mulford, D. R. and Robinson, W. R., An inventory for alternate conceptions among first semester General Chemistry students, *Journal of Chemical Education*, **79**(6), 739-744, 2002.
- Nussbaum, J. & Novick, S., Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy, *Instructional Science*, **11**, 183-208, 1982.
- Rodríguez-Moneo, M., *Conocimiento previo y cambio conceptual*. AIQUE. Buenos Aires-Madrid, 2003.
- Strike, K. y Posner, G., A conceptual change view of learning and understanding. En: West, L. & Pines, L. (eds). *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press, 1985. p. 211-231.
- Taber, K. Shifting sands: a case study of conceptual development as competition between alternative conceptions, *International Journal of Science Education*, **23** (7), 731-753, 2001.
- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, R.A., Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Educ. quim.*, **14**(2), 72-85, 2003.
- Vosniadou, S., Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, **4**, 45-69, 1994.