

Enseñanza estratégica de las ciencias experimentales

Prof. Marcela Manuale

(Responsable Gabinete Pedagógico. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas)

Resumen

El enfoque estratégico es considerado por numerosos estudiosos como un marco fértil para la enseñanza comprensiva de las ciencias. En este trabajo desarrollaremos cuatro tópicos: *qué significa enseñar a comprender, qué tiene la ciencia que merece ser comprendido, cómo se desarrolla la comprensión científica en los alumnos y qué pueden hacer los docentes para ayudar a sus alumnos a comprender*. Estas cuestiones constituyen el esquema a partir del cual reflexionar acerca de la enseñanza estratégica en las ciencias.

Enseñanza estratégica de las ciencias

En este trabajo intentaremos analizar el **enfoque estratégico** como un marco útil para una enseñanza cognitiva efectiva. Para ello nos basaremos en un conjunto de investigaciones realizadas por distintos especialistas ⁽¹⁾ que se centran en tres conceptos: el aprendizaje estratégico, la importancia de los patrones organizativos y la enseñanza estratégica, cuyo modelo se aplica a distintas áreas curriculares. Me centraré especialmente para este trabajo en el análisis de la enseñanza estratégica de las ciencias.

Enseñar es mucho más complejo que simplemente transmitir contenidos. Actualmente, la **enseñanza** se concibe como un **proceso estratégico**, en el que el docente tiene un papel fundamental, como planificador y como mediador del aprendizaje. No sólo enseña contenidos sino también las estrategias que esos contenidos requieren para que el aprendizaje resulte significativo, integrado y transferible.

Los docentes tendrían una doble agenda:

- a) qué estrategias necesitan sus alumnos para aprender los contenidos, y
- b) cómo se los puede ayudar para que aprendan a usar esas estrategias.

La enseñanza se convierte así en un delicado equilibrio entre los objetivos de los contenidos, las estrategias necesarias para lograrlos y las experiencias previas que los alumnos traen a su aprendizaje.⁽²⁾

Nos vamos a centrar en la enseñanza cognitiva de las ciencias, es decir, una manera que ayude a los alumnos a monitorear y mejorar su pensamiento sobre el mundo natural. Partimos de una problemática constatada no sólo en nuestro ámbito universitario (Facultad de Bioquímica) sino en diversos contextos, tal como muestran distintas investigaciones ya citadas (Gardner). Esta problemática se refiere a que los alumnos de las clases de ciencias -en los distintos niveles del sistema educativo- **memorizan sin comprender**. Por lo tanto, el problema de la comprensión puede ser planteado en distintos niveles, según el estudio de Anderson:

- «1. Un problema de definición: ¿qué significa «enseñar a comprender» en ciencias?
2. Un problema curricular: ¿qué tiene la ciencia que merezca ser comprendido?
3. Un problema de aprendizaje: ¿cómo se desarrolla la comprensión científica en los alumnos?
4. Un problema didáctico: ¿qué pueden hacer los docentes para ayudar a sus alumnos a comprender?»⁽³⁾

Nuestro interés se centra fundamentalmente en la fundamentación psicológica de un aprendizaje con comprensión, y la reflexión sobre una enseñanza que estimule ese proceso.

Enseñar a comprender

La idea de una enseñanza estratégica supone que lo que los docentes enseñen se base en su conocimiento de cómo aprenden sus alumnos. El foco puesto en la comprensión se evidencia en estos principios sobre el aprendizaje con comprensión:

1. «El aprendizaje se orienta hacia objetivos; los alumnos hábiles se comprometen activamente en la construcción de sentido y en la tarea de convertirse en aprendientes independientes».
2. Aprender es vincular la información nueva con los conocimientos previos.
3. Aprender es organizar los conocimientos.
4. El aprendizaje es estratégico; los alumnos expertos deben desarrollar un repertorio de estrategias de aprendizaje eficientes, así como también ser conscientes de las actividades que realizan y controlarlas.
5. El aprendizaje se da en etapas pero es no-lineal y recursivo; los alumnos deben pensar en lo que ya saben, anticipar lo que van a aprender, asimilar nuevos conocimientos y consolidarlos.
6. El aprendizaje es influido por el desarrollo y existen importantes diferencias evolutivas entre los alumnos».⁽³⁾

Aceptar estos principios implica enseñar de manera que posibilite en los alumnos reconocer esas características en su propio aprendizaje y además repensar la metodología y la programación didáctica.

El problema curricular: ¿qué vale la pena enseñar?

Cuando repensamos lo que deben aprender los alumnos, se nos aparecen los «contenidos», que de hecho se pueden interpretar desde una variedad de perspectivas:

— La enseñanza de las ciencias como **hechos, reglas y definiciones**, como la presentación estructurada y organizada de una larga lista de hechos y fórmulas.

Como lo señalan distintas investigaciones cognitivas (Anderson et.al, 1982), es virtualmente imposible enseñar lista de hechos en forma significativa, pues se provoca escasa comprensión y retención; los alumnos asumen un papel pasivo, memorizan las informaciones y no las conectan con los conocimientos previos.

— La enseñanza de ciencias como **habilidades de procesamiento**, técnicas de procedimiento como las denomina Harlen⁽⁴⁾ necesarias para investigar el mundo natural, como observación, interpretación de la información, formulación de hipótesis, formulación de preguntas, concepción sobre investigaciones (Harlen, 1994).

«Por desgracia, la evidencia surgida de la investigación sugiere que las actividades participativas o la enseñanza de habilidades de procesamiento no aseguran un aprendizaje significativo, ya sea por sí solas o en combinación con la enseñanza convencional basada en hechos (Roths, 1984; Smith y Anderson, 1984). Un problema es que los procesos de las ciencias no parecen consistir en habilidades unitarias que puedan transferirse de un contexto a otro. La observación de cultivos celulares, por ejemplo, tiene poco en común con la observación de formaciones geológicas o de reacciones químicas. Además, el conocimiento de los contenidos parece ser un componente fundamental de las habilidades de procesamiento (por ejemplo, un buen observador de cultivos celulares debe saber mucho sobre células). Por lo tanto, la ciencia es

más que la suma de habilidades de procesamiento más hechos, reglas y definiciones».⁽⁵⁾

— La enseñanza de ciencias como **explicación** es un enfoque que tiene mayor potencial para la enseñanza cognitiva de las ciencias. Subraya las funciones explicativas de la ciencia, de cómo y por qué suceden las cosas en el mundo natural.

Este enfoque tiene muchas ventajas: devuelve a las teorías científicas su propósito original, ya que los científicos desarrollan teorías porque tienen **interrogantes** sobre cómo y por qué funciona el mundo. Frecuentemente se enseña a los alumnos las **respuestas** o los procedimientos para llegar a ellas, sin decirles cuáles son las preguntas. Los trabajos recientes sobre historia y filosofía de las ciencias han destacado que la ciencia es un intento de describir y explicar el mundo natural. El progreso científico implicaría la construcción de descripciones y explicaciones cada vez más significativas, y no simplemente el descubrimiento de más hechos y leyes acordes con el «método científico» (Khun, 1970, Toulmin, 1961).

Otra ventaja de este enfoque explicativo es que los docentes promoverían interrogantes que requieren explicación, ayudando a los alumnos a involucrarse en actividades, que les exige la construcción activa de significados, la organización y el uso de conocimientos previos, científicos y personales.

El problema del aprendizaje: ¿cómo desarrollar la comprensión científica en los alumnos?

Si se toma la decisión estratégica de enseñar a los alumnos a explicar fenómenos científicamente, hay que cuidar una serie de aspectos en el «recorrido» que realizan los alumnos en el intento por dominar los principios científicos fundamentales y usarlos para construir explicaciones. Dichos aspectos serían:

- a. la **naturaleza de los conocimientos previos** de los alumnos, y cómo deben cambiar; y
- b. las **estrategias** que los alumnos usan para procesar la nueva información sobre ciencias.

a. Los **conocimientos previos** de los alumnos y el **cambio conceptual**.

Las explicaciones proporcionan un vínculo entre el contenido científico y los conocimientos previos de los alumnos, cuestión que el enfoque de los hechos no plantea. Los alumnos no conocen los hechos científicos antes de comenzar una unidad (en el sentido de entender la ciencia como un conjunto de hechos, reglas y definiciones), pero sí poseen explicaciones sobre las cosas que ven en el mundo que los rodea, no las explicaciones que han desarrollado los científicos. De allí que el aprendizaje de las ciencias sea un proceso tan complejo y difícil.

Esas ideas de los alumnos son incompatibles con las teorías científicas, de allí que algunos autores la denominen «ideas erróneas», pero son razonables, y funcionan en un contexto limitado.

Un docente estratégico de ciencias debe comprender la «naturaleza dual» del conocimiento científico previo de sus alumnos, ya que los conocimientos previos son los cimientos del aprendizaje significativo en ciencias, los cuales deberán ser relacionados con las teorías científicas. Pero por otra parte, sus concepciones erróneas son barreras para el aprendizaje exitoso, ya que deberá modificarlas o abandonarlas para poder entender verdaderamente las ciencias.

«Por lo tanto, el aprendizaje de las ciencias es un complejo proceso de **cambio conceptual**, en el que los alumnos deben modificar algunas de sus ideas sobre cómo funciona el mundo, a la vez que refuerzan y reorganizan otras. De esta forma, los alumnos exitosos en ciencias reconstruyen gradualmente su comprensión del mundo natural. La naturaleza interconectada y de mutuo apoyo de las concepciones erróneas de los alumnos hace que para la mayoría este proceso resulte arduo».⁽⁶⁾

Modelo de cambio conceptual: ¿Intercambio o captura conceptual?

Para analizar el modelo de cambio conceptual seguiremos algunos puntos del artículo de Jiménez Aleixandre.⁽⁷⁾

Las ideas previas de los estudiantes no son fáciles de cambiar, entre otras razones, porque les resultan adecuadas para interpretar algu-

nas parcelas de la realidad, y a menudo persisten incluso en personas con estudios de Ciencias. Además, el conocimiento procedimental resulta más difícil de modificar que el declarativo.

Algunos autores (Posner et al., 1982) propusieron un modelo de aprendizaje llamado de **cambio conceptual** -que Osborne y Wittrock (1983) lo denominaron **aprendizaje generativo**- que supone la sustitución de la idea previa o alternativa, por la nueva, acorde con la aceptada por la comunidad científica.

Este modelo parte, como lo indica Hewson (1981), de que la idea previa y la nueva son incompatibles. Hay casos en que las ideas evolucionan o se amplían con los años de escolarización y llegan a ser coherentes con la «ciencia escolar», que algunos autores (Clement et al., 1989) las denominaron «anclas», que pueden ser utilizadas en la instrucción, proponiendo estrategias para identificarlas.

De allí que Hewson amplía el modelo de cambio conceptual al caso de que las ideas previa y nueva puedan conciliarse, y llama a esta modalidad «captura conceptual», que sería también un aprendizaje significativo.

A partir de las ideas de los estudiantes, el aprendizaje significativo puede producirse de varias formas, incluyendo tanto la captura como la modificación sustancial de las ideas o intercambio:

— por medio de estrategias de **intercambio**, si las ideas alternativas y las nuevas son irreconciliables. Si no se produce el intercambio, la idea alternativa se mantiene, coexistiendo con la nueva (memorización repetitiva)

— por medio de estrategias de **integración**, es decir, diferenciación, extensión o ampliación de las ideas previas, que implica que hay relaciones significativas entre ambas, que pueden ser consistentes, que no se contradicen (captura conceptual).

Creo que en la actualidad está ampliamente aceptado que las personas aprenden **reconstruyendo** los conocimientos, poniéndolos en relación con los esquemas cognitivos que poseen. De lo que no podemos hablar todavía es de un «único» modelo de instrucción, que luego discutiremos.

b. Las **estrategias de aprendizaje** de ciencias de los alumnos.

Según un estudio de Roth (Roth, K., 1985) que investiga las estrategias utilizadas por los alumnos para leer libros de ciencia, se identificaron cinco enfoques, de los cuales sólo uno daba como resultado un cambio conceptual. Las cinco estrategias detectadas son las siguientes⁽⁸⁾:

1. Dependencia excesiva de los conocimientos previos en la realización de una tarea escolar. Son en general lectores de nivel inferior al promedio, que le atribuían cosas al texto que provenían de sus conocimientos previos. Pueden completar las tareas asignadas y cumplir con las expectativas de la escuela sin comprender el texto en absoluto.

2. Dependencia excesiva de las palabras del texto para realizar una tarea escolar. Otro grupo, en general lectores pobres, identifican palabras o frases sin describirlas ni darles sentido. Buscan una palabra «importante» de la pregunta, la ubican en el texto y copian esa palabra junto a otras que la rodean. Frecuentemente, esta estrategia producía respuestas aceptables para la mayoría de los docentes. El uso del texto por parte de los alumnos estaba guiado por sus conocimientos escolares sobre lo que es necesario para terminar el trabajo. El conocimiento del mundo real era un campo de conocimientos completamente independiente, usado para explicar los fenómenos cotidianos, no los textuales.

3. Dependencia excesiva de hechos inconexos debido a una noción «aditiva» del aprendizaje. Esta estrategia fue usada por los mejores lectores, que intentaban aprender del texto en lugar de limitarse a cumplir con la tarea asignada. Estos alumnos consideraban que el aprendizaje escolar de ciencias consistía en desarrollar listas de hechos sobre fenómenos naturales, memorizando hechos inconexos, lo que redundaba en un aprendizaje satisfactorio. Estos alumnos recordaban con bastante precisión gran parte del contenido explícito del texto, pero no recordaban las ideas en algún orden conceptual particular, otorgando énfasis a detalles triviales al igual que conceptos fundamentales. Además, separa-

ban la ciencia escolar del mundo real, por lo cual no podían usar la información del texto para cambiar sus concepciones erróneas. El texto no los ayudaba a hacer el proceso de cambio conceptual.

4. Dependencia excesiva de los conocimientos previos para darles sentido a conocimientos disciplinarios/textuales. Esta estrategia fue utilizada por alumnos con nivel promedio o más alto, no centrándose en aprobar solamente sino en darle sentido al texto y al conocimiento disciplinario que contenía. Fue una estrategia sofisticada ya que intentaban relacionar sus conocimientos previos con el texto, pero esperando confirmar lo que ya sabían. Si alguna parte del texto entraba en conflicto con sus ideas lo ignoraban o distorsionaban.

5. Estrategia de cambio conceptual. Los alumnos trabajaron para conciliar la información textual con sus conocimientos previos, usando el conocimiento del texto para cambiar sus ideas. Reconocieron el conflicto entre sus ideas y el texto, resolviéndolo abandonando o cambiando sus concepciones erróneas por la explicación propia de la disciplina, más significativa y razonable. Mientras leían los textos, los alumnos que utilizaron esta estrategia evidenciaron habilidades que no se reconocieron en los demás:

- a) podían reconocer y especificar los conceptos principales del texto;
- b) eran concientes del conflicto entre las explicaciones del texto y sus concepciones erróneas y estaban dispuestos a abandonarlas para resolver el conflicto;
- c) eran concientes de que el texto los llevaba por cambios en su propio pensamiento acerca del mundo real;
- d) eran concientes cuando las explicaciones textuales le resultaban confusas porque entraban en conflicto con sus ideas previas;
- e) podían usar ideas del texto para responder preguntas.

Todas las estrategias de lectura utilizadas «funcionaron», en el sentido de que ayudaron a los alumnos a realizar las tareas escolares,

pero sólo la estrategia de cambio conceptual llevó verdaderamente al aprendizaje con comprensión.

El problema didáctico: ayudar a los alumnos a comprender

En este apartado haremos un breve resumen de lo más significativo de las investigaciones sobre estrategias que lleven al cambio conceptual en los alumnos.

Enseñanza para el cambio conceptual

Nos preguntamos si existe alguna forma de llevar a cabo una enseñanza de las ciencias eficaz. Hasta ahora se han dado pasos en la identificación de los problemas en el aprendizaje de conceptos, con gran número de estudios sobre las concepciones previas o alternativas; y existe un cierto consenso sobre el aprendizaje como construcción (Carretero, 1993); pero donde hay menos acuerdo es de si esto implica un determinado modelo de enseñanza. «En estos momentos no podemos hablar de un único modelo eficaz de instrucción, ya que son necesarios distintos enfoques metodológicos para hacer frente a necesidades y a las variadas situaciones que se presentan en el aula, no es cierto que el proceso de construcción de nuevas ideas sea independiente de la forma de instrucción. Esto, como señala Hewson (1989) puede ser así para las y los estudiantes más dotados (o procedentes de ambientes con más estímulos), pero no para la mayoría que, hasta ahora, se limitaba a memorizar muchos términos y fórmulas científicos sin ser capaz de aplicarlos a la interpretación de la realidad».⁽⁹⁾

En cuanto a propuestas que tiendan a una enseñanza eficaz de ciencias, creemos que puede ser muy productivo un modelo de aprendizaje como cambio conceptual, en el que se presta atención a la interacción entre las ideas que tiene la persona que aprende y los nuevos conceptos científicos, ya sea que adopte esta interacción la forma de confrontación o de integración.

La enseñanza para el cambio conceptual puede describirse como un proceso de tres etapas: primero, una etapa de presentación, donde los alumnos empiezan a pensar sobre los fenómenos que se explicarán en la

unidad, comentando sus propias explicaciones y tomando conciencia de las limitaciones de sus explicaciones causales. En segundo lugar, hay una etapa de presentación en la que los docentes explican los principios y teorías científicas fundamentales. En tercer lugar, hay una etapa de aplicación e integración, en la que los alumnos aplican los principios científicos a nuevos fenómenos e integran esos principios y teorías con sus conocimientos personales y científicos. Seguidamente describiremos con mayor detalle estas etapas (desarrollada por Anderson, 1994).

1. Preparación para el cambio conceptual

Cuando los alumnos comienzan una unidad de aprendizaje tienen una vaga idea de lo que podrán aprender. Generalmente esperan que ese aprendizaje consista en hechos, reglas y definiciones. No se han hecho preguntas sobre el tema u observado fenómenos relacionados con él.

Si pretendemos que los alumnos se involucren con éxito en la ardua tarea de un aprendizaje con cambio conceptual, necesitan saber cuál es su **potencial** de aprendizaje, qué es lo que no saben pero querían averiguar.

Existe una variedad de técnicas didácticas que pueden ayudar a los alumnos a tomar conciencia del aprendizaje potencial y desarrollar preguntas que impulsen una indagación activa del tema. Algunas de ellas serían:

- organizadores previos que proporcionen una visión conceptual del tema a aprender;
- involucrarse en la observación y discusión sobre los fenómenos que se tratarán;
- fomentar la observación y toma de conciencia de las contradicciones, para que vean que ocurren cosas que según sus predicciones no ocurrirían;
- estimular la observación y reflexión sobre los acontecimientos u objetos cotidianos;
- estimular la formulación de preguntas provocativas que los lleve a averiguar cuánto entienden del tema;
- diálogo y debate entre los compañeros para confrontar las distintas visiones.

Todas estas técnicas ayudan a los alumnos a involucrarse activamente en el nuevo aprendizaje, y a los docentes les permite comprender más profundamente las concepciones erróneas de los alumnos.

2. Introducción de conceptos científicos

Las actividades exploratorias no llevan de por sí al cambio conceptual. Es necesario que los conceptos científicos se enseñen explícitamente, en forma significativa y comprensible.

Muchos estudios han demostrado que los alumnos comprenden mejor los conceptos científicos cuando se los presenta en el contexto de un problema significativo, y no como simples hechos o definiciones.

Es útil también que se confronten explícitamente los conceptos científicos con las concepciones erróneas de los alumnos.

También es importante presentar en forma organizada los conceptos, destacando los conceptos centrales mediante distintos recursos.

3. Aplicación e integración

La investigación sobre el aprendizaje señala que los alumnos aprenden inicialmente los conceptos nuevos en el contexto de una tarea específica, y a menudo presentan dificultades para transferirlos a otros contextos diferentes. Por lo tanto, no pueden dominar un concepto nuevo si antes no lo usaron con éxito en varios contextos. De allí que cada concepto importante debe incluirse en varias tareas diferentes, y debe destacarse explícitamente su presencia y su importancia.

Anderson⁽¹⁰⁾ propone una Guía de planificación para la enseñanza para el cambio conceptual, que utilizó con su equipo de investigación, que aquí transcribimos pues creemos que puede ser de utilidad para el diseño de situaciones didácticas:

Guía de planificación para la enseñanza para el cambio conceptual

Pensamiento del alumno.

Estrategias de enseñanza.

Preparación para el cambio conceptual

- | | |
|---|---|
| — Anticipar el aprendizaje que tendrá lugar. | — Proporcionar organizadores previos. |
| — Desarrollar descripciones adecuadas de fenómenos naturales. | — Generar observaciones, discusión y escritura sobre hechos cotidianos. |
| — Desarrollar conciencia de (e insatisfacción con) las propias explicaciones. | — Preguntas y debate explicativo. |
| | — Generar observación y discusión de discrepancias. |

Introducción de conceptos científicos

- | | |
|---|--|
| — Lograr comprensión inicial mínima de explicaciones científicas. | — Enfatizar principios y teorías esenciales |
| | — Contrastar concepciones erróneas y conceptualizaciones-objetivo |
| — Entender concepciones científicas como alternativas sensatas al propio razonamiento | — Introducir conceptualizaciones en el contexto de tareas significativas |

Aplicación e integración

- Entender principios y teorías científicas como de aplicación amplia.
- Entender interconexiones con otras ideas personales y científicas.
- Inclusión explícita de conceptualizaciones en otras tareas, especialmente:
 - tareas en contextos cotidianos
 - tareas en otros contextos científicos.

Por otra parte, una investigación que ya citamos del área de didáctica de las ciencias experimentales (Jiménez Aleixandre, 1991) en relación con el cambio conceptual, propone el diseño de una unidad y su prueba en el aula sobre el aprendizaje de la Selección Natural (que forma parte de una investigación más extensa). De esta investigación⁽¹¹⁾, - que contiene muchos puntos en común con la propuesta de enseñanza cognitiva para el cambio conceptual de Anderson- tomamos los pasos o etapas de la planificación didáctica que orientan hacia el cambio conceptual, las cuales serían las siguientes:

1. Basarse en los datos de la investigación, sobre las concepciones alternativas de los alumnos en ciencias.
2. Proponer estrategias para la exploración y discusión de las ideas planificando actividades que exploren las ideas previas. Esto obedece a dos razones:

— para que el docente conozca en un grupo concreto las concepciones que se han estudiado en otras investigaciones, y

— para que el alumnado formule sus ideas explícitamente, discutan y anoten sus argumentos para luego compararlos con las ideas nuevas.

3. Desarrollar actividades para provocar el conflicto conceptual, promoviendo la insatisfacción con sus propias ideas (Posner et al., 1982), como una condición para abandonar sus concepciones alternativas.

4. Introducir los modelos de la ciencia escolar. La insatisfacción con la idea previa es una condición necesaria pero no suficiente para abandonarla. Debe disponer de otra mejor (Poza, 1987) que explique situaciones que la anterior no daba respuesta, que sea plausible, es decir, razonable y coherente con la concepción del mundo del sujeto. Es decir, no vale cualquier teoría nueva, sino que debe cumplir ciertos requisitos.

La introducción de las nuevas ideas deben cumplir ciertas condiciones, por ejemplo lo que señala Ausubel et al.(1983) de que el nuevo material se presente relacionándolo explícitamente con las ideas de los estudiantes, y que tenga una organización adecuada. Para que el aprendizaje sea significativo, la introducción de la teoría nueva debe responder a algún problema planteado. En palabras de Lawson y Thompson (1988) «no sólo tenemos que enseñar las concepciones nuevas, sino «desenseñar» (unteach) las alternativas. Para que esta **reestructuración** activa del conocimiento tenga lugar, los estudiantes deben implicarse en la aplicación de las nuevas ideas».⁽¹²⁾

5. Llevar a cabo actividades de aplicación de las nuevas ideas a distintos contextos y a la resolución de diferentes problemas. Si pretendemos una reconstrucción de los conocimientos por parte de los estudiantes, deben poder utilizarlos en situaciones variadas y con ejemplos diferentes de los trabajados en el proceso de instrucción. Se trata de promover un aprendizaje procedimental donde los conocimientos puedan ser transferidos a otros contextos, recurriendo a simulaciones, juegos o «experimentos mentales» apropiados, donde las ideas nuevas muestren un poder explicativo mayor a las antiguas.

6. Proponer una comparación explícita entre las ideas antiguas y nuevas por parte de los propios estudiantes. Es interesante que los alumnos confronten las respuestas iniciales para poder profundizar en un cambio conceptual.

En síntesis, a partir de distintas investigaciones sobre el cambio conceptual señalan que para llegar a modificar las concepciones alterna-

tivas hay que promover distintos bloques de actividades: de exploración, de reestructuración y de aplicación de las nuevas ideas, aunque en la secuencia no todas las actividades de exploración se sitúan al inicio, ni todas las de aplicación al final.

Además, en la perspectiva cognitiva que contempla el aprendizaje como reestructuración de conocimientos, los aspectos metodológicos y procedimentales están estrechamente relacionados con los contenidos conceptuales, como ya lo desarrollamos anteriormente.

Algunas líneas de conclusiones

La investigación cognitiva ha realizado aportes sumamente productivos y sugerentes para el campo educativo. Tal como sostiene Gardner(1993) hay que avanzar en el conocimiento para encontrar las modalidades necesarias para ayudar a los estudiantes a que sinteticen sus diversas formas de conocimiento, para estar en condiciones de **educarlos para la comprensión**. «Actualmente existe una amplia documentación sobre el hecho de que los estudiantes tienen dificultades en la adquisición de una comprensión profunda de las materias disciplinares que se le presentan. En las ciencias, esas dificultades adoptan la forma de concepciones erróneas: disyunciones entre teorías intuitivas cuyo origen puede remontarse a la primera infancia y los conceptos y teorías formales elaboradas por los investigadores científicos. (...) Enfoques en exceso simplificados del aprendizaje y del proceso de desarrollo **per se** también impiden la evolución de los procesos de pensamiento y de reflexión en los escolares».⁽¹³⁾

Se hace necesario establecer algunas «pistas» que puedan establecer conexiones entre el conocimiento intuitivo y el formal, que es una promesa de disolución de las concepciones erróneas, opuesta al pensamiento estereotipador, que promueva la producción de una comprensión profunda y perdurable. Se hace necesario pensar en crear entornos en los que la formación de vínculos entre formas de conocimiento sea el eje y no un resultado accidental.

Repensar los aportes de las teorías psicológicas y del aprendizaje

para promover la comprensión en los estudiantes es un desafío abierto para los investigadores y todos los educadores.

Bibliografía

- Carretero, Mario: *Constructivismo y Educación*, Buenos Aires, Aique, 1993.
- *Introducción a la Psicología cognitiva*, Buenos Aires, 1996.
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B. y Valls, E.: *Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*, Buenos Aires, Santillana, 1995.
- Gagne, Hellen: *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*, Madrid, Visor, 1992.
- Gardner, H.: *La mente no escolarizada*, Buenos Aires, Paidós, 1993.
- Harlen, W.: *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Morata, 1994.
- Iaies, Gustavo (comp.): *Didácticas especiales. Estado del debate*, Buenos Aires, Aique, 1995.
- Jimenez Aleixandre, María del Pilar: *Cambiando las ideas sobre el cambio biológico*, en Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol. 9, Nº. 3, Nov. 1991.
- Jimenez Aleixandre, M. y García Rodeja Gayoso, I.: *Hipótesis, citas, resultados: Reflexiones sobre la comunicación científica en Didáctica de las Ciencias*, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Santiago de Compostela, España (En prensa, en Revista Enseñanza de las Ciencias, 1996).
- Jones, B., Pallincsar, A., Ogle, D. y Carr, E.: *Estrategias para enseñar a aprender*, Buenos Aires, Aique, 1995.
- Pozo, J.I.: *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid, Morata, 1989.

Citas:

- (1) Jones, Beau, Palincsar, Annemarie, Ogle, Donna y Carr, Eileen: *Estrategias para enseñar a aprender*, Buenos Aires, Aique, 1995.

- (2) Ibidem, p.9.
- (3) Anderson, Charles: *La enseñanza estratégica de las ciencias*, capítulo 4 en Jones y otros: op.cit., p. 111.
- (4) Harlen, Wynne: *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Morata, 1994.
- (5) Jones, B. y otros: Op.Cit., p.113-114.
- (6) Ibidem, p. 118.
- (7) Jimenez Aleixandre, María del Pilar: *Cambiando las ideas sobre el cambio biológico*, en Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol.9, Nº 3, Nov.1991.
- (8) Roth, K.: *Enseñanza del cambio conceptual y procesamiento de los textos de ciencias por parte de los estudiantes*, Trabajo presentado en la reunión anual de la American Educational Research Association, Chicago, 1985.
- (9) Jimenez Aleixandre, M.: Op.Cit., p.249:
- (10) Anderson, C.: Op.Cit., p. 130.
- (11) Jimenez Aleixandre, M.: Op.Cit., p.252-3.
- (12) Ibidem, p. 253.
- (13) Gardner, H.: Op. Cit., p. 250.