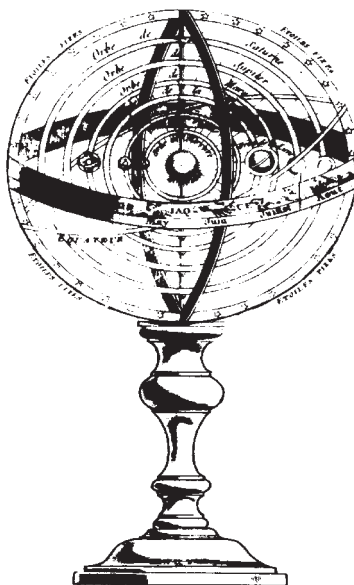


INNOVACIONES DIDÁCTICAS



EL VALOR DE LA METAEVALUACIÓN DEL CAMBIO CONCEPTUAL: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA

COSTAMAGNA, ALICIA MARÍA TERESA

Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral
Paraje «El Pozo». 3000 Santa Fe. República Argentina
costamag@fcb.unl.edu.ar

Resumen. El presente trabajo aborda distintos aspectos dentro del marco conceptual de una «enseñanza para la comprensión». Uno de ellos es la consideración de las ideas previas de alumnos universitarios, proponiendo la explicitación de sus representaciones, en una situación tomada de la vida real. Otro es la utilización de mapas conceptuales como herramienta de metaevaluación para expresar el cambio conceptual logrado luego del tratamiento de los contenidos, en un contexto compartido.

La experiencia se desarrolla en la Cátedra de Morfología, al momento de abordar el tópico generativo «La relación», para el estudio del organismo humano. El resultado de las evaluaciones practicadas en las dos instancias del proceso y las opiniones de los alumnos permiten inferir el logro de un cambio conceptual significativo.

Palabras clave. Tópico generativo, autogestión, cambio conceptual, metaevaluación, mapa conceptual.

The value of metaevaluation of conceptual changes in teaching for understanding. A didactic experience

Summary. This work deals with different aspects within the conceptual frame of teaching for understanding. One of them is the consideration of university students' previous knowledge, proposing the expression of their own representations, taking real life situations as a starting point. Another aspect is the use of mind maps as a metaevaluation tool to express the conceptual changes achieved after dealing with the contents, within a shared context.

This work is developed in the Morphology class when we approach the generative topic «relationship», for the study of the human organism.

The evaluation results got during the two stages of this process, together with students' opinions, let us infer the achievement of significant conceptual changes.

Keywords. Generative topic, conceptual change, metaevaluation.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la comprensión es muy compleja y ayudar a desarrollarla necesita abordajes también múltiples y complejos. Desde la función docente, enseñar para la comprensión es un trabajo difícil para el cual no hay recetas que garanticen su éxito y que implica repensar las propias prácticas en el aula, asumiendo que es un proceso lento que comporta un desafío muy interesante. Desde la posición del que aprende, desarrollar la comprensión significa explicar y actuar usando los conocimientos para resolver nuevos problemas en situaciones inéditas.

Si no se logra la comprensión es muy difícil usar posteriormente el conocimiento en forma activa. Para el docente es relativamente fácil averiguar si los alumnos tienen o no un determinado conocimiento, pero la comprensión va más allá. Como ha señalado Bruner (1990), la persona que ha comprendido es capaz de «ir más allá de la información suministrada». Se puede afirmar que la comprensión no es un estado de posesión de un conocimiento sino un estado de capacitación, en el que no sólo se tiene información sino que se es capaz de hacer determinadas cosas con ese conocimiento.

En este artículo se analizan distintos aspectos relacionados con el marco conceptual de una «enseñanza para la comprensión» y se analiza una experiencia desarrollada en la Cátedra de Morfología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral sobre el tópico generativo «La relación» para el estudio del organismo humano.

Enseñanza para la comprensión: «tópicos generativos»

La preocupación por la comprensión se deriva de la constatación de que las formas más frecuentes del conocimiento —especialmente en el nivel universitario— son frágiles, superficiales y rituales. Se podrían identificar, según Perkins (1992), dos grandes deficiencias en cuanto a los resultados de la educación: el «conocimiento frágil» (los estudiantes no recuerdan, no comprenden o no usan activamente gran parte de lo que supuestamente han aprendido) y el «conocimiento pobre» (los alumnos no saben pensar valiéndose de lo que saben).

Blythe (1999) ha desarrollado diferentes propuestas centradas en la «enseñanza para la comprensión». Para la autora, el marco conceptual de la misma incluye cuatro ideas clave: «tópicos generativos», «metas de comprensión», «desempeños de comprensión» y «evaluación diagnóstica continua».

Una enseñanza centrada en la comprensión implica, en el momento de planificar la organización de los contenidos, la selección de temas centrales ricos en ramificaciones y derivaciones didácticas que posibiliten a los alumnos establecer mayores procesos de relación e integración (Perkins, 1992). A estos contenidos centrales les hemos llamado **tópicos generativos**.

Los tópicos generativos son centrales para una o más disciplinas o dominios y resultan atractivos e interesantes para los alumnos porque tienen múltiples conexiones con su experiencia, tanto dentro como fuera de la institución educativa (Manuale y Costamagna, 2001). Como tales, son útiles para explicar muchos hechos distintos y sirven para actuar en relación a una gran variedad de actividades.

Para poder concretar el aprendizaje y la comprensión de los contenidos relacionados con los tópicos generativos seleccionados para un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje, deben plantearse unos objetivos específicos y unos *hilos conductores* o metas de comprensión que den sentido a aquello que se propone para su comprensión.

Estas **metas de comprensión**, que interrelacionan los contenidos más esenciales y sus campos de aplicación, permiten vincular las diferentes actividades para cada uno de los tópicos seleccionados para su enseñanza.

Las metas, en nuestra experiencia, se plantean inicialmente como preguntas. De esta manera los alumnos podrán contar con un marco para referenciar posteriormente sus comprensiones, una vez que quedan explicitadas sus distintas concepciones previas y vayan incorporando los nuevos contenidos a sus respectivas estructuras cognitivas.

Pero, tal como hemos dicho, la comprensión comporta un estado de capacitación para ejercitar determinadas actividades o desempeños. Según Blythe (1999), implica la capacidad de hacer diversas actividades que estimulen el pensamiento. Los **desempeños de comprensión** constituyen el núcleo de la capacidad de comprender, y se vinculan fuertemente a las metas de comprensión formuladas anteriormente.

Que el alumno pueda, por ejemplo, nombrar las partes del sistema nervioso no significa que está comprendiendo el tema. Necesita poder explicar su funcionamiento, dar ejemplos de sus características y funciones, poder establecer analogías y relaciones con otros sistemas, hacer predicciones sobre su funcionamiento en un contexto determinado, etc. Cuanto mejor maneje una diversidad de tareas sobre ese tópico, le resultará más intelectualmente estimulante su aprendizaje y estará más dispuesto a mejorar su comprensión.

Desde un enfoque constructivista, la **evaluación diagnóstica continua** es un importante requisito para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Comporta una fuente de retroalimentación para todos los actores, tanto docentes como alumnos.

A su vez, en este paradigma centrado en la comprensión, la evaluación sirve para que los propios alumnos tengan criterios a fin de analizar su actuación y oportunidades con el objetivo de reflexionar sobre lo que han aprendido y cómo lo comprendieron.

En esta experiencia hemos aplicado la evaluación diagnóstica a partir del reconocimiento inicial de las ideas previas que el alumno posee acerca del tema a tratar y de la confección y regulación de mapas conceptuales realizados para sintetizar y abstraer las ideas importantes aprendidas y sus relaciones, ya que los consideramos como valiosas herramientas para evaluar estos desempeños (Costamagna et al., 2001). También hemos promovido la autoevaluación como desencadenante en el estudiante universitario de un proceso metacognitivo más complejo.

Los conocimientos previos y el cambio conceptual

A partir de las recomendaciones de Ausubel, Novak y Hanesian (1983) se ha insistido mucho en la necesidad de tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos en el momento de abordar un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas preconcepciones son la base para poder prever las posibilidades de aprendizaje y para organizar y planificar en consecuencia la enseñanza de un nuevo contenido (Coll, 1990).

La mayoría de las veces, los alumnos tienen conocimientos alternativos sobre aquello que van a aprender o contradictorios y mal organizados (Pozo, 1991; Carretero, 1992). Las causas pueden ser muy variadas: teorías y sistemas de categorías mal construidas, discriminación defectuosa de la información, génesis de analogías no adecuadas, etc.

En cualquiera de los casos, por constituir estos conocimientos el espejo desde el cual el alumno analiza todo el nuevo saber que incorpora, es un requisito esencial para un buen aprendizaje que se logre desencadenar un análisis metacognitivo profundo de dichos conocimientos previos.

La investigación en el área de las ideas previas lleva ya más de treinta años y ha producido una considerable cantidad de resultados.

En el campo de la biología, a la preocupación por analizar las concepciones alternativas acerca de conceptos específicos fundamentales, como el concepto de *célula* (Dreyfus y Jungwirth, 1988), se agregaron exploraciones más sistémicas, como el trabajo de Pearsall (1997), donde se utilizaron mapas conceptuales para analizar el cambio conceptual acerca de células como unidades funcionales de los seres vivos; o el de Mondelo Alonso (1998). En este último, alumnos de nivel universitario, al pretender referirse a sus ideas sobre las características vitales, demostraron escasa utilización de criterios estructurales microscópicos (células, moléculas), sugiriendo fundamentalmente procesos fisiológicos (alimentación, respiración, movimiento) y aspectos anatómicos (órganos, sistemas).

En el nivel universitario es donde menos trabajos se han aportado al respecto. Sin embargo, es frecuente encontrar estudiantes de este nivel, incluso licenciados que han concluido sus carreras, que mantienen concepciones erróneas sobre fenómenos científicos, ideas que han persistido a lo largo de los años de escolaridad y que están muy arraigadas.

Los enfoques tradicionales de enseñanza habitualmente fracasan en el intento de ayudar a los alumnos a sustituir sus ideas incorrectas por concepciones científicas aceptadas. Éstos a menudo mantienen sus esquemas previos, ya que los conocimientos científicos que aprenden son sólo útiles en el medio académico para aprobar los exámenes tradicionales y no los integran en su esquema cognitivo para comprender los hechos de su entorno, por lo que los olvidan fácilmente. En cambio, su arsenal de ideas previas les son útiles para explicar la realidad y para interactuar con el medio que los rodea (Campañario y Otero, 2000).

Pero, ¿cómo lograr que estos estudiantes de ciencias comprendan la realidad e interactúen con ella utilizando un criterio científico para resolver situaciones problemáticas, que los habilite para modificarla positivamente y que les posibilite generar aportes que conduzcan al avance de la ciencia?

De acuerdo con Carretero y Limón (1996), para solucionar estos problemas educativos no es suficiente la aplicación de fórmulas didácticas como «tomemos los conocimientos previos de los alumnos, planteémosles conflictos cognitivos y así los modificarán». Es poco probable que el cuestionamiento externo de ideas personales, surgido de un artificio alejado de la situación propia de cada uno, conduzca a una situación de conflicto cognitivo. El hecho de hacer que los alumnos expliciten y afiancen sus ideas con el propósito de provocar cambios conceptuales debe estar motivado por su propio interés en resolver una situación problemática que tenga sentido para ellos (Gil Pérez et al., 1999).

Aunque hay distintos planteamientos teóricos acerca del cambio conceptual, se está bastante de acuerdo en que, para promoverlo, el docente debe esforzarse para que quede en evidencia una situación problemática relevante, propia de cada uno, estimular una toma de conciencia de la misma y una consecuente inquietud por encontrar la respuesta científicamente adecuada.

Al respecto, Pozo (1999) expresa que suelen darse ciertos saltos argumentales entre niveles distintos de análisis del cambio conceptual: el evolutivo (los cambios que tienen lugar como consecuencia del desarrollo cognitivo), el epistemológico (los cambios que han tenido lugar en la historia de la ciencia) y el instruccional (los cambios que deben producirse como consecuencia de la enseñanza). En nuestro caso, tratándose de alumnos universitarios, cuando hablamos de cambio conceptual estamos haciendo referencia al cambio instruccional, asumiendo que no deberían presentar obstáculos en la comprensión relacionados a su desarrollo cognitivo (aunque seguramente también se debería promover el cambio epistemológico).

La existencia de diversos procesos de complejidad creciente dentro del llamado cambio conceptual –desde el crecimiento y el ajuste hasta llegar a la reestructuración– conlleva desarrollar una visión integradora, que los tenga en cuenta a todos. De cualquier manera, el cambio conceptual debería ser la meta, no sólo el mé-

todo para la construcción del conocimiento científico, la cual debería integrar formas de aprendizaje y enseñanza diferentes.

El cambio conceptual no es fruto tanto del contraste empírico como del contraste teórico, que es el que debe guiar ese proceso de construcción como un proceso de explicitación o, si se quiere, de explicación: «Si aceptamos que la ciencia es una determinada forma de construir modelos que representan partes del mundo que conocemos, aprender y enseñar ciencia consistirá en gran medida en desarrollar, contrastar y argumentar diferentes modelos para diferentes tareas y problemas, de forma que se puedan integrar o redescubrir entre sí» (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

La puesta en común y discusión de los modelos construidos por los alumnos exige que la intervención del profesor no sea nunca unidimensional sino que tendrá que incorporar diferentes voces. Como indica (Pozo, 1999), «la labor del alumno tampoco será ya repetir o recitar lo explicado por el profesor, sino argumentarlo, redescubrirlo en función de sus propias teorías implícitas, que con ello, se irán también redescubriendo, explicitando y reestructurando».

La contextualización y la metacognición como variables importantes del proceso de aprendizaje

Coherentemente con esta visión integradora desde el punto de vista de la psicología cognitiva, nos proponemos discutir una propuesta curricular holística, que sostiene que los contenidos son más significativos para el aprendizaje de los alumnos si se los organiza en tópicos generativos. Intentamos hacer de la comprensión una meta más visible en las aulas, a través de recursos y estrategias aplicados en la práctica, con el fin de atraer a los alumnos a experiencias de aprendizaje permanentes, coherentes y significativas.

A través de estas estrategias se pretende intentar establecer conexiones entre los conocimientos y la práctica, entre lo que se piensa y dice y lo que se hace, y con ello promover un interés reflexivo en los estudiantes hacia los contenidos que están aprendiendo, para ayudarlos a establecer relaciones entre la asignatura y su vida y práctica profesional. Tal como indica Lacasa (1994), uno de los más importantes retos actuales es integrar las dimensiones contextuales en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Entre otros autores, Resnick y Klopfer (1989) retomando a Bruner, insisten en el hecho de que el aprendizaje no puede ser ajeno a la situación en que se produce («aprendizaje situado»). Esta situación está definida por un conjunto de elementos espacio-temporales que incluyen también el nivel de desarrollo del que aprende y un marco de relaciones sociales. A su vez, en contextos formales o informales es de destacar la importancia de la percepción en el proceso educativo. Las personas somos algo más que objetos con mentes capaces de procesar lenguajes formales (Costamagna, 1999).

La contextualización es, pues, uno de los factores que puede favorecer que los estudiantes lleven a cabo tareas intelectualmente estimulantes relacionadas con la comprensión de su entorno. Otro factor es que estas tareas las realicen de un modo reflexivo, con una retroalimentación adecuada que les permita progresar y superarse.

El punto clave para aprender a aprender estriba en ofrecer al sujeto herramientas que le ayuden a tomar conciencia de su proceso de aprendizaje y que sea él mismo quien lo supervise y controle. La metacognición hace referencia al conocimiento que la persona tiene acerca de su propio sistema cognitivo y este conocimiento puede tener efectos reguladores en el ejercicio de su actividad (Vygotski, 1988).

La metacognición se refiere a «cualquier conocimiento o actividad cognitiva que tiene como objeto regular cualquier aspecto de cualquier empresa cognitiva» (Flavell, 1976). Tiene dos componentes básicos: el conocimiento sobre las capacidades cognitivas y la regulación de estas capacidades cognitivas (Baker, 1991). Tal como indica este autor, muchas estrategias que se han considerado tradicionalmente como estrategias cognitivas también proporcionan los medios necesarios para controlar el éxito del esfuerzo del que aprende.

En este sentido, tal como indican Campanario y Otero (2000), «los intentos para relacionar la información que se está aprendiendo con información ya conocida se pueden considerar como una de las destrezas cognitivas de aprendizaje más importantes. Sin embargo, en la medida en que esta estrategia puede ayudar a detectar dificultades de comprensión, puede considerarse como una estrategia metacognitiva». Sin duda, el reconocimiento de las dificultades de comprensión se favorecen cuando se refiere a la interpretación de hechos contextualizados.

Si los alumnos no son concientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión (Baker, 1991). El hecho de hacerlas concientes es el primer paso que debería promover un buen docente para, a partir de él, desencadenar un proceso de metacognición.

La dimensión activa de la metacognición se manifiesta en el uso de estrategias, siendo la autoevaluación una de ellas. La autoevaluación, como valoración del grado actual de comprensión de un tema, se continúa con el autocuestionamiento para comprobar en qué medida se domina el mismo y con el reconocimiento de las probables dificultades con las que se encontrará, por ejemplo, en un examen (Campanario y Otero, 2000).

En la propuesta didáctica objeto de este estudio, el proceso se inicia con una autoevaluación que permita al estudiante explicitar y valorar sus representaciones acerca de los contenidos incluidos en el tópico generativo a abordar. El hecho de presentar estos contenidos en relación a situaciones de la vida cotidiana contribuye a la afloración de las ideas previas acerca de la temática en cuestión y a facilitar su explicitación.

Posteriormente se profundiza en el tópico a través de un análisis autogestionado del propio conocimiento, que conlleva una regulación metacognitiva, y se finaliza con una autoevaluación acerca del resultado de su aprendizaje. Este autoanálisis del propio proceso cognitivo va más allá del conocimiento acerca de las capacidades desarrolladas, ya que pretende también promover su regulación.

Los mapas conceptuales como herramienta de metaevaluación de los tópicos generativos

Los mapas conceptuales son definidos como «diagramas bidimensionales que muestran relaciones jerárquicas entre conceptos de una disciplina y que derivan su existencia de la propia estructura de la disciplina» (Moreira y Buchweitz, 1988). Los mapas conceptuales son instrumentos válidos para favorecer el desarrollo tanto de estrategias cognitivas como metacognitivas.

Mediante la elaboración de un mapa conceptual es posible expresar la jerarquía de los conceptos, enmarcados en «nodos», a partir de graficar los diferentes niveles de inclusión, desde los más generales hasta los más específicos. Mediante los «enlaces cruzados» se pueden relacionar distintas ramas jerárquicas entre sí, estableciendo conexiones o «nexos» que den cuenta del tipo de relación existente entre los conceptos involucrados u «oraciones nucleares» (Costamagna, 2001).

De acuerdo con la «perspectiva del desempeño» analizada anteriormente, la comprensión va más allá del hecho de saber: «La comprensión incumbe a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar, y dar ejemplos, generalizar, establecer analogías y volver a presentar el tópico de una manera nueva» (Blythe, 1999). En este sentido, la elaboración de un mapa conceptual puede expresar un «desempeño de comprensión» adecuado en relación a la temática involucrada.

En este trabajo se han aplicado los mapas conceptuales como instrumento para favorecer el autoanálisis de los conocimientos logrados en un momento determinado del proceso de aprendizaje, y su elaboración favorece la aplicación de estrategias de aprendizaje que tradicionalmente no se tienen en cuenta.

Al evaluar el mapa conceptual resultante se puede constatar si se han identificado los conceptos centrales de un cuerpo de contenidos y su no-expresión denota una escasa o nula comprensión de la temática. Asimismo su análisis permite apreciar, para cada alumno, su capacidad de selección y organización en la jerarquización de los conceptos y en la configuración de oraciones nucleares entre nodos.

La complejidad de habilidades intelectuales que esta técnica exige poner en juego permite, al docente y al propio autor del mapa conceptual, detectar dificultades de comprensión. Por ello es una poderosa estrategia de metaevaluación. Está demostrado que una forma de estudio memorística conlleva serias dificultades para operar metacognitivamente (Ciliberti y Galagovsky, 1999), lo que redundaría en la imposibilidad de expresarse a través de un gráfico.

Los mapas conceptuales son, pues, un valioso recurso a la hora de recoger información sobre la calidad del aprendizaje aunque es necesario adoptar criterios de referencia para valorizarlos. Ontoria (1993) propone los siguientes criterios: las proposiciones, la jerarquización, las relaciones cruzadas y los ejemplos. En este trabajo, a partir de la práctica, se han adaptado los anteriores criterios y se han fijado los cinco siguientes en la evaluación: jerarquización, interrelación, explicitación de nexos, corrección y profundización del contenido (Costamagna, 2001).

FINALIDADES, METODOLOGÍA DEL TRABAJO EN EL AULA Y CONTENIDOS

La experiencia didáctica analizada en este escrito tiene como finalidad promover la toma de conciencia, por parte de los estudiantes, de su evolución a lo largo del proceso de aprendizaje, desde el conocimiento previo al conocimiento científico. El diseño pedagógico aplicado pretende favorecer la comprensión, a partir de organizar los contenidos en tópicos generativos y de relacionarlos con la vida cotidiana, y estimular la metaevaluación, a partir de la autogestión de las dificultades y errores en un contexto de enseñanza-aprendizaje compartido.

El presente artículo se propone aportar el resultado de esta experiencia didáctica llevada a cabo con alumnos universitarios acerca de un conjunto de unidades temáticas involucradas en el estudio de la vida de relación del ser humano, centrado en sus aspectos biológicos (morfofuncionales). Pretende verificar la marcha y los resultados del cambio conceptual del alumnado desde una metaevaluación de los propios protagonistas.

A partir de la aplicación del diseño didáctico nos hemos propuesto que los estudiantes:

- Identifiquen ideas previas sobre la temática objeto de estudio, surgidas del autoanálisis realizado por ellos mismos y la posterior explicitación de sus representaciones.
- Detecten errores presentes en ideas persistentes y tomen conciencia de procesos de pensamiento insuficientes, a partir de una puesta en común de dichas representaciones.
- Trabajen las nuevas ideas introducidas, utilizando preguntas que apunten a metas de comprensión previstas en la programación del curso y jerarquizando procesos metacognitivos.
- Resuman los resultados del proceso instruccional, una vez desarrolladas las actividades de enseñanza-aprendizaje que se incluyen en el tratamiento de cada tópico programado para el curso, a través del uso de mapas conceptuales como herramientas de metaevaluación del aprendizaje.
- Contrasten los resultados de las evaluaciones y expliciten las conclusiones obtenidas.

La experiencia didáctica en la Cátedra de Morfología Normal: organización de contenidos mediante «tópicos generativos»

Morfología Normal es una disciplina derivada de las ciencias biológicas que incluye el plan de estudios de nuestra facultad y cuyo objeto de estudio es el organismo humano, analizado desde el punto de vista de sus formas macroscópicas, microscópicas y ultraestructurales.

A los fines de su estudio el programa se divide clásicamente en el conocimiento de tejidos, órganos y sistemas de órganos que, sin embargo, constituyen una unidad integrada. Esta forma de abordar el tratamiento del cuerpo humano puede derivar, si no se utilizan estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas, en un falso concepto de fragmentación de esta unidad morfológico-funcional, y posteriormente puede llegar a transformarse en un obstáculo para la incorporación de futuros conocimientos.

La morfología y la función son dos aspectos que no pueden desvincularse. Entre ellas existe una relación causa-efecto, que asume una u otra alternativamente. No puede explicarse la función sin entender la morfología, y viceversa. Por ello se hace imprescindible arbitrar algún recurso didáctico que ofrezca al estudiante una opción de integración conceptual respetando un orden jerárquico que predisponga al logro de una teoría explicativa y permita la comprensión de la intervención de cada una de las partes en el funcionamiento del todo.

Con este propósito, se adoptó la idea de los «tópicos generativos» como columnas directrices en un nuevo ordenamiento de los contenidos, que se explicitaron en un nuevo programa para la asignatura.

Tradicionalmente, los contenidos de esta asignatura se distribuyen en unidades. Cada unidad, o grupo de unidades, incluye uno de los cuatro tejidos básicos tratados en forma individual y, posteriormente, cada uno de los distintos aparatos o sistemas, tratados de la misma forma. La nueva propuesta consistió en agrupar los tejidos, órganos y sistemas que entre sí guarden una más estrecha relación, bajo un tópico integrador desde el punto de vista funcional. De esta manera, el estudiante tiene mayores posibilidades de encontrar relaciones con sus experiencias cotidianas.

Los tópicos seleccionados fueron los siguientes:

- La coordinación (sistema endocrino, sistema circulatorio y sistema nervioso vegetativo)
- La relación (sistema nervioso central y periférico y sistema osteo-artro-muscular)
- Las defensas (piel, sistema linfático, sangre periférica y médula ósea)
- La digestión (tubo digestivo y glándulas anexas)
- El equilibrio (aparato urinario y aparato respiratorio)
- La reproducción (aparato reproductor masculino, aparato reproductor femenino y embiofetología).

Los criterios utilizados para agrupar los contenidos disciplinares de esta manera se basan en la identificación y jerarquización de una columna vertebral funcional. La misma determina el título del tópico generativo que, como condición necesaria, contiene los ejes temáticos representados por los distintos sistemas o aparatos. Sin embargo, el hecho de que un sistema o aparato del organismo se encuentre incluido en un tópico determinado no lo excluye de que se considere también, en su momento, su relación simultánea con alguno de los otros tópicos seleccionados.

Por otra parte, si bien los tejidos involucrados en cada tópico se tratan en profundidad al momento de abordar cada uno de estos modelos teóricos complejos, es ineludible incluir una unidad introductoria, de características descriptivas lineales.

Así, se incluyó entonces un tópico preparatorio, donde se abordan los cuatro tejidos básicos, con un tratamiento global de los mismos y sus características más destacables, a los fines de proveer a los alumnos de los puntos de anclaje necesarios para la comprensión durante su posterior tratamiento (Costamagna, Fuentes y Fabro, 2001).

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA Y RESULTADOS

Condiciones de la experiencia

La experiencia fue desarrollada con un grupo mixto de 46 alumnos del tercer año de la carrera de Bioquímica de la Universidad Nacional del Litoral en la asignatura Morfología Normal. Era la primera vez que se implementaba, con carácter de experimental, el tratamiento de los contenidos agrupados en los mencionados tópicos generativos.

Estos contenidos fueron abordados a partir de diferentes actividades, durante las catorce semanas del cuatrimestre. El presente trabajo analiza solamente las actividades desarrolladas durante las tres semanas que se estudió el tópico «La relación». Algunas de las ideas expresadas por los alumnos podrían estar influenciadas por el aprendizaje realizado anteriormente en torno al tema generativo «La coordinación».

a) Identificación del conocimiento previo para el abordaje del tema generativo «La relación»

1. Motivación

A modo de disparador para activar ideas previas, se recurrió a una breve dramatización por parte del profesor, el cual entró en el aula diciendo con tono autoritario: «Saquen una hoja, porque deben responder a una evaluación escrita.»

2. Autoexamen y explicitación

Transcurridos 5 minutos se dijo a los estudiantes que sólo se pretendía impactarlos para que experimenten en ellos mismos los efectos reales y concretos provocados

por la situación. Se les requirió que respondieran a las preguntas planteadas más abajo y se les aclaró que entre los probables signos experimentados de naturaleza «biopsicosocial», sólo trataran de circunscribirse en su reflexión a los aspectos biológicos.

- ¿Qué sensaciones sentí al escuchar esa orden?
- ¿Qué sistemas de mi organismo se activaron?
- ¿Cuáles actuaron en forma central y cuáles en forma complementaria?
- ¿Qué células pudieron haber intervenido en ese proceso?

Se les concedieron 10 minutos para que respondieran por escrito el breve cuestionario con la finalidad de explicitar sus ideas acerca de la situación vivida. Se pretendió que a partir de la percepción de los propios fenómenos psicosomáticos, se despertara una fuerte motivación que potenciara la afloración de los conocimientos previos que pudieran explicar esos fenómenos percibidos.

Mediante la explicitación de las ideas acerca de la problemática real y contextualizada así planteada, se pretende una toma de conciencia del tipo de procesos y representaciones desde los que cada uno aborda el análisis de dicha situación.

Se incorporó a propósito, en las preguntas, el lenguaje o código en el que se formula el modelo científico, ya que, para que pueda producirse la explicitación, entendida como traducción de una representación a formatos y representaciones más potentes y explícitos, se requiere de lenguajes o códigos que hagan posible esa nueva representación, así como también de estructuras conceptuales que puedan asimilar los nuevos modelos así representados (Pozo, 1999).

3. Criterios para la evaluación

Para identificar las teorías implícitas que traen los alumnos se auscultó la visión del problema desde el punto de vista de cada uno, clasificando las respuestas en categorías representativas de una progresión desde la visión estática a la visión sistémica del problema. Nos interesaba realizar este tipo de identificación para ayudar a hacer posible que los alumnos pasasen de un sistema de conocimiento simple a otro más complejo.

Particularizando en la visión sistémica, que necesariamente debe primar para la comprensión de esta temática presentada como tópico generativo, se utilizaron como criterios de evaluación los mismos que adoptamos habitualmente para evaluar mapas conceptuales: corrección del contenido, jerarquización, interrelación, explicitación de nexos y profundización (Costamagna, 2001).

3.1 Corrección del contenido: Teniendo en cuenta los contenidos básicos a desarrollar en el programa de la asignatura, se clasificaron las respuestas según hayan incluido correctamente o no los siguientes conceptos nodales:

- Concepto de *célula*
- Diferenciación de células de diferentes tejidos
- Función del tejido nervioso
- Función del tejido muscular
- Función del tejido de sostén
- Concepto de *circulación sanguínea*
- Concepto de *secreción endocrina*
- Discriminación de sistema nervioso central y periférico
- Conceptos complementarios sobre sistema nervioso
- Consideración de otros sistemas involucrados.

3.2. Jerarquización: Para clasificar las respuestas se tuvieron en cuenta el grado de jerarquía que se le atribuye a cada concepto nodal, asimilando al mismo criterio de evaluación utilizado para mapas conceptuales.

3.3. Interrelación: Respecto a la capacidad de interrelacionar los conceptos nodales, se analizaron las respuestas asignando un puntaje creciente, según se haya considerado la intervención de uno, dos, tres o más de los sistemas involucrados. El criterio «Explicitación de nexos» no se analizó en forma independiente, sino incorporado al criterio «Interrelación».

3.4. Profundización: En esta instancia de pretest solamente ha sido tenido en cuenta en forma comparativa entre las respuestas de los distintos alumnos, sin considerar las posibilidades de profundización de la temática en sí.

4. Análisis de las respuestas

Las ideas expresadas en esta evaluación diagnóstica las analizó el docente y posteriormente los mismos alumnos. Al mismo tiempo se tuvieron muy en cuenta en las conversaciones que se produjeron a partir de este momento entre el docente y los estudiantes.

Estas ideas previas se clasificaron en función de los criterios mencionados anteriormente y se realizó, por parte del equipo docente, una cuantificación de su grado de cualidad en relación a cada criterio (sobre 10). La tabla 1 muestra los promedios de las calificaciones obtenidas por todos los alumnos, para cada uno de dichos criterios.

Tabla 1
Cuadro de valores promedio resultantes del análisis de ideas previas (sobre 10), según los criterios adoptados.

	Corrección del contenido	Jerarquización	Interrelación	Profundización
Promedio	4,3	5,0	3,5	1,4
Estimación cualitativa	Escaso	Moderado	Escaso	Muy escaso

Las respuestas de los alumnos en relación a sus conocimientos previos permitieron detectar sustanciales errores persistentes que se traducen en una calificación de «escaso» (4,3 puntos) en el ítem «Corrección del contenido». El error más frecuente consistió en confundir, o directamente omitir, las células de los diferentes tejidos involucrados. Tampoco tuvieron en cuenta para el análisis de la situación conceptos de circulación sanguínea, ni de hormonas, a pesar de haberse ya tratado estos temas con anterioridad. La mayoría de los alumnos atribuye la responsabilidad de los sucesos al sistema nervioso exclusivamente, sin considerar la participación del sistema osteo-artro-muscular, para el movimiento voluntario. Tampoco fueron tenidos en cuenta por los estudiantes otros sistemas involucrados, aunque no se consideraron en la calificación por tener una vinculación más indirecta en el proceso (como, por ejemplo, el sistema respiratorio, a través de la modificación de la estimulación por parte del nervioso).

Se transcriben a continuación las respuestas de uno de los alumnos a las preguntas presentadas y se incluye la evaluación particular de las mismas desde las diferentes variables, a modo de ejemplo:

Cuando recibí la orden de sacar una hoja se activó el sistema nervioso, parasimpático y simpático. El parasimpático lo noto por los nervios, sudoración en las manos. El simpático a través de la acción de sacar una hoja.

Las células que participaron son:

- Células nerviosas: neuronas
- Células musculares:...

- Corrección del contenido: escasa (3,5)
- Jerarquización: moderada (5)
- Interrelación: escasa (4)
- Profundización: muy escasa (1)

El resultado «moderado» (5 puntos) obtenido para el criterio «Jerarquización» puede interpretarse en el sentido de que estos alumnos ya poseen, en términos generales, una idea sistémica del conjunto que les permite adjudicar diferentes jerarquías a células, tejidos, órganos y sistemas de órganos involucrados.

También es calificado como «escaso» (3,5 puntos) el ítem «Interrelación entre conceptos nodales», ya sea porque no consideran los distintos sistemas involucrados en el tópico o porque no hacen referencia a las distintas células que componen dichos sistemas.

La muy baja calificación atribuida al criterio «Profundización» es la esperada, teniendo en cuenta que aún no se ha abordado el tratamiento científico del tema.

b) Las metas de comprensión

Los resultados así procesados fueron devueltos a cada uno de los estudiantes para su análisis y primera reflexión.

Teniendo en cuenta las respuestas obtenidas y tomando como base los contenidos básicos y complementarios especificados en el programa de la asignatura, se formuló una secuencia de preguntas orientadoras hacia las metas de comprensión. Los alumnos dispusieron de 3 semanas para responder a estas preguntas, recurriendo a la bibliografía y a distintos recursos educativos.

A su vez, tuvieron lugar dos encuentros coloquiales por semana, de dos horas de duración cada uno, en los que el docente orientó el tratamiento de la temática hacia niveles de complejidad creciente –desde el fenómeno aislado al sistema– acompañando a sus alumnos en el proceso del cambio conceptual.

En esta etapa, los estudiantes desarrollaron su fase de regulación metacognitiva, promovida por el profesor, que les solicitó la realización de actividades tales como: encontrar comparaciones y ejemplificaciones, elaborar diagramas conceptuales, esquematizar las imágenes microscópicas o resolver problemas. Algunas de tales actividades se desarrollaron durante el horario de clase y otras fueron abordadas o completadas en los hogares.

c) Los mapas conceptuales como desempeños de comprensión y estrategia metacognitiva

Transcurrido el tiempo asignado en la planificación a la enseñanza del tópico, se pidió a los alumnos la elaboración de mapas conceptuales como evaluación parcial del programa. Estos instrumentos aportan al docente-investigador indicadores referidos al aprendizaje logrado por el alumno pero, además, aportan al estudiante indicadores de su propio nivel de comprensión.

Se les solicitó que se distribuyeran libremente en grupos de no más de 5 integrantes, permitiéndoseles consultar la bibliografía y dispusieron de 90 minutos para realizar la actividad: diseñar un mapa conceptual que represente el tópico «La relación», incluyendo aspectos macroscópicos, microscópicos y ultraestructurales.

El profesor se limitó a observar, orientar y aclarar consultas sólo en relación a cuestiones formales. Una vez elaborados los mapas conceptuales fueron presentados por sus autores al conjunto de compañeros. Después de la puesta en común se solicitó a los alumnos que realizaran una autoevaluación en base al mapa conceptual de su equipo y a su propia gestión y participación en la confección del mismo.

Por su parte, los mapas fueron evaluados por el equipo docente en función de los mismos criterios tenidos en cuenta en la evaluación diagnóstica. Con los puntajes obtenidos se determinaron promedios y frecuencias para cada uno de los criterios evaluados en los mapas conceptuales elaborados por los ocho grupos que conformaron la totalidad de los alumnos del curso. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Cuadro de puntajes obtenidos de la evaluación de los mapas conceptuales por cada grupo de alumnos. Valoración resultante cualitativa y cuantitativa para cada uno de los criterios adoptados, y sus promedios.

GRUPO DE ALUMNOS	CORRECCIÓN DEL CONTENIDO	JERARQUIZACIÓN	INTERRELACIÓN	PROFUNDIZACIÓN	PROMEDIO / MAPA CONCEPTUAL
1	9	9	6	7	7,77
2	8	9	5	6	7,00
3	9	8	8	9	8,50
4	10	9	9	9	9,25
5	8	7	9	8	8,00
6	9	8	7	6	7,50
7	9	10	8	7	8,50
8	10	10	9	8	9,25
Promedios /criterios	9	8,75	7,62	7,5	8,22
Estimación cualitativa	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno

Tabla 3

Cuadro de relaciones entre las calificaciones obtenidas, según cada criterio, en las instancias previa y posterior al proceso de enseñanza-aprendizaje.

RELACIÓN PRE/POST	CORRECCIÓN DEL CONTENIDO	JERARQUIZACIÓN	INTERRELACIÓN	PROFUNDIZACIÓN
Cualitativa	Escaso / Muy bueno	Moderado / Muy bueno	Escaso / Bueno	Muy escaso / Bueno

La tabla 3 compara las valoraciones promedio obtenidas para cada uno de los criterios de evaluación en la evaluación inicial y en la realización de mapas conceptuales.

Las calificaciones obtenidas muestran que se ha alcanzado un alto grado de comprensión del tópico generativo. Han disminuido mucho los conceptos erróneos expresados por los alumnos (criterio «Corrección del contenido») y, asimismo, los estudiantes muestran un gran avance en la visión sistémica del tópico (criterio «Jerarquización»).

Respecto a los resultados relacionados al apartado «Interrelación», se aprecia una mejoría menos pronunciada. Este hecho podría atribuirse a que aún no se ha completado el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que la experiencia se desarrolla cuando sólo ha transcurrido una parte del programa de la asignatura. Luego del tratamiento de todos los tópicos, los alumnos logran encontrar

ricas relaciones, como ya ha sido demostrado en experiencias anteriores (Costamagna, 2001).

El incremento muy marcado en el criterio «Profundización» es esperable después del estudio del tema. Posiblemente este último ítem podría haber alcanzado un mayor nivel si los estudiantes hubieran contado con más tiempo del que se dispone habitualmente para este tipo de evaluaciones parciales de programa.

d) Opinión de los alumnos

Para obtener información desde la óptica de los alumnos, como principales actores del proceso, se recogió su opinión al finalizar el mismo, mediante la siguiente encuesta:

- Responde a las preguntas colocando una cruz en el casillero que consideres más apropiado, teniendo en cuenta que: 0 es negativo, 1 es escasamente, 2 es moderadamente y 3 es en gran medida.

	0	1	2	3
1) ¿Te resultaron comprensibles los temas abordados bajo la forma del tópico «La relación»?				
2) ¿Te motivó la forma contextualizada de presentar la problemática para auscultar tus conocimientos sobre el tema?				
3) ¿Te pareció provechosa la explicitación de las ideas previas que tenías acerca del tema, y su consideración en el estudio del mismo?				
4) ¿Son, a tu criterio, los mapas conceptuales, instrumentos útiles para conocer qué sabes y qué no sabes acerca de este tópico?				

Tabla 4

Sumatoria de las respuestas a cada pregunta, para las distintas valoraciones propuestas en cada casillero, y porcentajes de valoración 3.

PREGUNTA NÚM.	0	1	2	3	% DE MÁX. VALOR
1	-	4	12	30	65,2
2	2	5	11	28	60,8
3	1	3	11	31	67,4
4	1	8	10	27	58,7

Las respuestas a la encuesta proporcionan datos sobre la percepción que tienen los alumnos respecto del proceso vivido y de la valoración que hacen de las estrategias metacognitivas llevadas a cabo durante el mismo. Los resultados se recogen en la tabla 4.

Como se puede comprobar, una amplia mayoría de los alumnos adjudica, en sus respuestas, la máxima valoración a los distintos aspectos de esta experiencia que fueron sometidos a sus opiniones. La pregunta núm. 3 alcanzó la máxima valoración, poniendo de manifiesto que los alumnos atribuyeron al hecho de trabajar conscientemente con las ideas previas un efecto positivo para su aprendizaje.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede inferir que se desarrolló un proceso de aprendizaje comprensivo, conducente a un cambio conceptual significativo. En particular, se mejoró notablemente la capacidad de seleccionar con corrección los conceptos nodales y de jerarquizarlos, alcanzando un nivel sistémico marcado. Probablemente para poder analizar mejor su valor desde el punto de vista de la comprensión faltaría ver si los alumnos son capaces de aplicar los conocimientos expresados en el mapa conceptual a la interpretación de hechos diversos de la vida cotidiana no trabajados explícitamente en el aula.

Valoramos como muy válido que el proceso de enseñanza se propusiera ayudar a los alumnos a tomar conciencia de sus ideas previas, ya que motivó un interés genuino

para su tratamiento. Al mismo tiempo, posibilitó al profesor detectar algunas ideas erróneas persistentes generalizadas, así como expresiones de pensamiento insuficientes que pudieron ser modificados durante el proceso.

El cambio en las ideas previas se convirtió en una meta de comprensión gestionada por los propios alumnos al ser conscientes de que identificaron no solamente los contenidos que no conocían bien, sino también los procesos cognitivos que tenían que desarrollar para superar las falencias autodetectadas en la evaluación diagnóstica. Este hecho fue probablemente catalizado por la discriminación de las ideas previas a la luz de los diferentes criterios de evaluación.

El ejercicio condujo a los alumnos más allá del conocimiento sobre las propias capacidades cognitivas implicando también la regulación de las mismas a lo largo del proceso de aprendizaje y, posteriormente, al evaluar la calidad del aprendizaje de cada tópico.

En esta visión de la enseñanza-aprendizaje centrada en la comprensión, la evaluación sirve para que los propios alumnos tengan criterios con el fin de ver su actuación y oportunidades para reflexionar sobre lo que han aprendido y cómo lo comprendieron. Esta propuesta reafirma la importancia de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias, motivada en este caso por una forma particular de explicitar las ideas previas y por una modalidad de distribución de los contenidos que los aproxima a la vida real del estudiante.

También valoramos como positiva la reorganización de los contenidos alrededor de tópicos generativos realizada en el programa de la asignatura de Morfología Normal.

Seguramente éstos tópicos se podrían aun revisar y mejorar. En este sentido, la propuesta de un revisor anónimo del presente artículo de integrar en un tópico denominado «La nutrición» a los aparatos digestivo, respiratorio y urinario es viable y seguramente mejoraría los resultados hasta ahora obtenidos.

NOTA

El presente trabajo forma parte del proyecto CAI+D 2000: «Investigación del valor de la organización de los contenidos a través de tópicos

generativos en el marco de una enseñanza para la comprensión, en la carrera de bioquímica, en el cual la autora ejerce la codirección.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes investigadores de la Cátedra de Morfología Normal, de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas –Universidad Nacional del Litoral–, integrantes de este proyecto, que posibilitaron la implementación del nuevo programa de la asignatura, y a los estudiantes que dieron su consentimiento para el cursado de la misma bajo esta modalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BAKER, L. (1991). Metacognition, reading and science education, en Santa, C.M. y Alvermann, D. (eds.). *Science learning: Processes and applications*. Newsdale, Delaware: International Reading Association.
- BLYTHE, T. (1999). *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.
- BRUNER, J. S. (1990). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.
- CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J.C. (2000). Mas allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 18(2), pp. 155-171.
- CARRETERO, A. M. (1992). Psicología de la instrucción, razonamiento y conocimientos específicos. *Infancia y Aprendizaje*, pp. 11-42, 59-60.
- CARRETERO, M. y LIMÓN, M. (1996). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica, en Rodrigo, M. J. y Arnay, J. (eds.). *La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate*.
- CILIBERTI, N. y GALAGOVSKY, L. R. (1999). Las redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos. Un ejemplo para el tema de «Dinámica». *Enseñanza de la Ciencias*, 17(1), pp. 17-29. Barcelona.
- COLL, C. (1990). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza, en Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (eds.). *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*. Madrid: Alianza.
- COSTAMAGNA, A. (1999). «Investigación sobre el valor formativo de las prácticas de campo contextualizadas e interdisciplinarias, para lograr y mejorar la comprensión de las relaciones entre teoría y prácticas concretas». Tesis de maestría en didáctica de las ciencias experimentales. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.
- COSTAMAGNA, A. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 309-318.
- COSTAMAGNA, A., FUENTES, M. y FABRO, A. (2001). Mapas conceptuales como expresión de desempeños de comprensión para evaluación parcial de un curso de grado. *Revista de la Facultad de Bioquímica. y Ciencias Biológicas*, 5, pp. 69-75. UNL. Santa Fe.
- DREYFUS, A. y JUNGWIRTH, E. (1988). The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*, 10(2), pp. 221-229.
- FLAVELL, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving, en Resnick, L.B. (ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- GIL PÉREZ, D., FURIÓ MÁZ, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., GUIASOLA, J., GONZÁLEZ, E., DUMAS CARRÉ, A., GOFFARD, M. y PESSOA

- DE CARVALHO, A.M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 311-320.
- LACASA, P. (1994). *Aprender en la escuela, aprender en la calle*. Madrid: Visor.
- MANUALE, M. y COSTAMAGNA, A. (2001). Enseñanza para la comprensión: la organización de los contenidos mediante tópicos generativos en el curriculum universitario. *Revista Aula Universitaria*, 4, pp. 23-39. Centro de Publicaciones. UNL. Santa Fe.
- MONDELO ALONSO, M., MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (1998). Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir *ser vivo*. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 399-408.
- MOREYRA, M. A. y BUSCHWEITZ, B. (1988). *Mapas conceituais. Instrumentos didáticos de avilação e de análise de currículo*. Ed. Moraes.
- ONTORIA, A. (1993). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.
- PEARSALL, N. R., SKIPPER, J. E. y MINTZES, J. J. (1997). Knowledge Restructuring in the Life Sciences: A Longitudinal Study of Conceptual Change in Biology. *Science Education*, 81(2), pp. 193-215.
- PERKINS, D. (1992). *La escuela inteligente*. Barcelona: Gedisa.
- POZO, J. I. (1991). Conocimientos previos y aprendizaje escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, 188, pp. 12-14.
- POZO, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 513-520.
- POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- RESNICK, L. y KLOPFER, L. (comps.). (1989). *Curriculum y cognición*. Buenos Aires: Aique.
- VYGOTSKI, L. S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Crítica.

[Artículo recibido en mayo de 2003 y aceptado en junio de 2005]