

Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias

JULIO CÉSAR TOVAR-GÁLVEZ
Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

Introducción

El presente artículo tiene como objetivos: a) abordar el problema de la articulación de estrategias de enseñanza con las estrategias de aprendizaje, desde la perspectiva de lo significativo en términos de Ausubel; b) integrar estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje, desde el referente de la metacognición; c) demarcar la relación entre los procesos metacognitivos y la formación en competencias; y d) presentar una propuesta de aplicación del modelo integrador metacognitivo.

Se presenta un análisis de los supuestos obstáculos epistemológicos que separan las teorías de la enseñanza y las teorías del aprendizaje, es decir, se aborda el dilema de aplicar, para la educación en ciencias, los principios de la psicología cognitiva o los principios de la didáctica de las ciencias. La aparente disparidad entre lo didáctico y lo psicológico ya fue abordada por Ausubel (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), con el objetivo de llegar a integrar las estrategias de enseñanza con las estrategias de aprendizaje y disminuir la brecha existente entre lo que se enseña (por parte del docente) y lo que se aprende (por parte del estudiante). Desde esta perspectiva, se pone una vez más de manifiesto la identidad y autonomía de las disciplinas, pero se reconoce un diálogo entre las mismas con el objetivo de analizar de forma más compleja el fenómeno enseñanza-aprendizaje.

Ahora bien, reconociendo que el papel del docente no solo se limita a formular y aplicar buenas estrategias de enseñanza, sino que debe extenderse a la compleja tarea de propiciar y dirigir aprendizajes desde el acompañamiento al estudiante, es necesario pensar en otras dinámicas que aporten a dicha complejidad. La propuesta que desde la metacognición se construye y se sustenta en este artículo, presenta elementos que aportan a la articulación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, a la definición de nuevos roles (docente-estudiante) en el aula y que, por extensión, conllevan al desarrollo de competencias en el estudiante, en tanto centra el proceso en éste, y al desarrollo de competencias en el docente, en tanto le exige mayor reflexión e innovación sobre su labor.

Revista Iberoamericana de Educación

ISSN: 1681-5653

n.º 46/7 – 25 de julio de 2008

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



Entre el aprendizaje y la enseñanza

Desde la perspectiva del aprendizaje, se retoman los supuestos de Ausubel (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983); que asumen el Aprendizaje Significativo como el mecanismo o proceso que da cuenta de la Teoría de la Asimilación, y que se da cuando la nueva información presentada al sujeto se ancla o relaciona con las estructuras conceptuales previas que éste mismo posee; el anclaje se da con estructuras específicas (no arbitrariamente) y puede ser de manera subordinada, supraordinada o combinatoria.

Ahora bien, desde la psicología cognitiva de Ausubel, la metodología en el aula se enfoca hacia la caracterización o develar del conocimiento previo que el estudiante posee en sus estructuras; ya sea el aprendido durante su interacción con el entorno y su cultura o aquél construido dentro del mismo sistema educativo. Esto implica que el docente formule modelos de evaluación que le ofrezcan la información necesaria para a partir de ella, tener la posibilidad de tomar decisiones y diseñar estrategias que sean acordes y consecuentes con las características de los estudiantes.

Desde la vertiente de la enseñanza, se precisa que, en la actualidad, uno de los principales elementos, que focaliza la investigación en didáctica de las ciencias, es el estudio del desarrollo histórico-epistemológico de las ciencias (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Esta importante hipótesis asume que el aprendizaje de las ciencias responde a los mismos mecanismos de transformación o construcción de los conceptos científicos (que son específicos para cada disciplina), al interior de comunidades de especialistas, en contextos particulares, a través de la historia (Gil y Guzman, 1993). Esta especificidad epistemológica es la que sustenta que el objetivo en el aula es que las estrategias respondan a los modelos teóricos que dan cuenta de la construcción de los conceptos científicos y no a los principios de la psicología cognitiva (que serían generales).

A nivel metodológico, desde lo didáctico se han planteado modelos como el aprendizaje por investigación (Gil, 1993; Gil y Guzmán, 1993), que tiene como objetivos que los estudiantes se enfrente a la resolución de situaciones problema, que aborden aspectos prácticos y actitudinales, además de los conceptuales; y de manera implícita busca aproximar a los estudiantes a una visión de ciencia más amplia y cercana a las propuestas epistemológicas actuales. Ha sido tal la importancia de este modelo que su concepción y práctica hace parte del currículo de formación de docentes y de investigaciones sobre actitudes y prácticas de los profesores (Travé, Pozuelos y Cañal, 2006).

Buscando la unidad entre ambas posiciones, es necesario pensar en un solo modelo que permita reconocer y dar importancia a aspectos personales del estudiante, tales como sus formas de percibir, aprender, actuar y sentir, ante las cuales la psicología aporta; pero que a la vez reconozca la especificidad de la estructura y dinámica de las disciplinas (para este caso las científicas), que consigue la didáctica.

En consecuencia, teniendo presente las posibles relaciones entre las disciplinas, sin querer decir que pierden su identidad, se puede aceptar la enseñanza-aprendizaje como un problema de estudio, abordable desde diversas perspectivas; para este caso, desde la psicología y desde la didáctica. Buscando la integración, de tal manera que se tenga una visión más amplia y compleja, se pueden asumir los aportes de la psicología cognitiva como base para modelos didácticos generales, en tanto son aplicables a cualquier espacio académico y en tanto abordan supuestos sobre el funcionamiento del pensamiento humano; y del otro lado, se asume la didáctica de las ciencias como base para una didáctica específica, debido a su especificidad epistemológica.

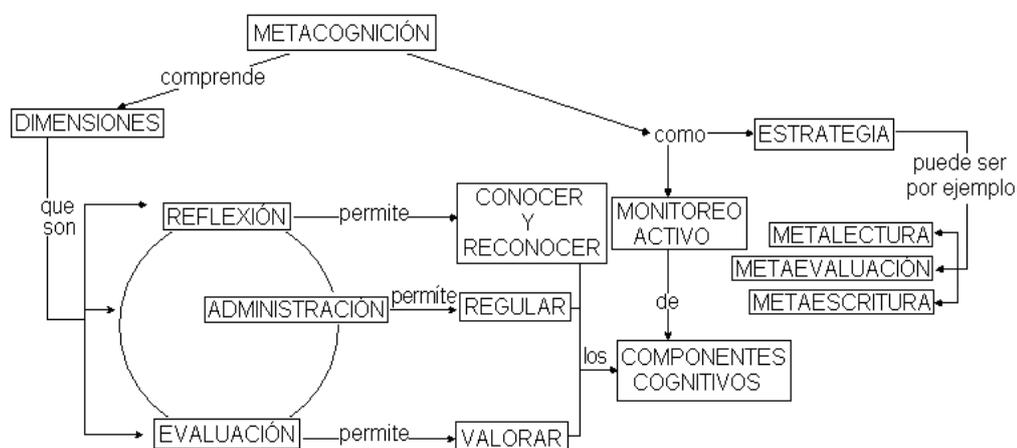
Retomando la Teoría de la Asimilación, Ausubel (Ausubel *et al.*, 1983) define las variables involucradas en el proceso de aprendizaje significativo siendo, además de la estructura cognitiva, aquellas de tipo interpersonal y situacional. Esta concepción no limita el aprendizaje exclusivamente a lo cognitivo y abre posibilidades para el trabajo en equipos, la implementación de estrategias para dar solución a situaciones y en diversos contextos; concurriendo así el soporte para establecer la conexión entre el modelo que representa lo psicológico del estudiante (didáctica general) y las posibilidades de trabajo que se derivan de la didáctica de las ciencias (didáctica específica).

Metacognición y competencias

Desde que en 1976 Flavell define la metacognición como el dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos, se han dado varias construcciones conceptuales, más, sin embargo, no muy lejanas de la inicial. Más recientemente, los investigadores han puesto su atención en el marco teórico y práctico de la metacognición, empezando a establecer relaciones y a definir los aportes que da para abordar los problemas tradicionalmente definidos en la didáctica de las ciencias (Campanario, Cuerva, Moya y Otero, 1997), le han involucrarlo en la formación de docentes de ciencias (Angulo, 2002; Ladino-Ospina y Tovar-Gálvez, 2006 a, 2006 c y 2007) y empezado a dar soporte epistemológico dentro de los mismos modelos que argumentan el aprendizaje por investigación (Soto, 2003).

Ahora bien, para ampliar el concepto y denotar sus implicaciones metodológicas, Tovar-Gálvez (2005) plantea la metacognición como una estrategia que abarca tres dimensiones (ver figura 1), a través de la cual el sujeto actúa y desarrolla tareas: a) *dimensión de reflexión* en la que el sujeto reconoce y evalúa sus propias estructuras cognitivas, posibilidades metodológicas, procesos, habilidades y desventajas; b) *dimensión de administración* durante la cual el individuo, que ya consciente de su estado, procede a conjugar esos componentes cognitivos diagnosticados con el fin de formular estrategias para dar solución a la tarea; y c) *dimensión de evaluación*, a través de la cual el sujeto valora la implementación de sus estrategias y el grado en el que se está logrando la meta cognitiva. De igual manera, el autor plantea que, a través de una estrategia metacognitiva, el sujeto construye herramientas para dirigir sus aprendizajes y, en últimas, adquirir autonomía.

FIGURA 1
Concepto Metacognición



Algunos avances teóricos y en investigación vinculan directamente la competencia con la metacognición. Ello es evidenciable en las construcciones sobre competencia que conciben el desempeño del sujeto como algo que va más allá de lo simplemente operativo, significándole reflexión sobre sus conocimientos y posibilidades, regulación de sus acciones, y reconocimiento de los contextos ambientales y sociales desde sus valores, actitudes y percepciones. De esta manera es posible, a manera de ejemplo, identificar procesos metacognitivos (como los ya descritos anteriormente) que se vinculan íntimamente con algunas concepciones de competencia.

Por un lado, González (2004) define la competencia profesional desde dos frentes: estructural (cognitivo, motivacional y afectivo) y dinámico (perseverancia, reflexión, flexibilidad, autonomía, responsabilidad, actitud); los cuales se integran en la regulación de la actuación del sujeto. Desde esta propuesta es interesante denotar cómo la parte funcional o dinámica de la acción del sujeto requiere de los elementos estructurales, pero desde procesos complejos como la reflexión (para el reconocimiento), la administración (para la regulación) y la evaluación (valor asignado a los contextos y a la acción); todo ello con un soporte en la autonomía.

Desde la perspectiva de Barreto, Ruiz y Sánchez (2006), la competencia se relaciona con las formas de actuar de un sujeto frente a las demandas sociales; e involucra conocimientos, habilidades y valores. El sujeto tiene un desempeño satisfactorio en la medida en que resuelva la situación o demanda en el marco de los valores que prioriza la sociedad; así que la competencia y el desempeño esperado son históricos y se transforman con la sociedad. A través del proceso educativo se pretende favorecer el tránsito del control externo, realizado por el docente, al control interno del sujeto; por lo que es necesario enseñar a aprender y desarrollar habilidades, con tendencia al autocontrol. Ahora bien, la relación con el marco de la metacognición está en el reconocimiento de la función del sistema educativo en la construcción de elementos para la autonomía del sujeto y en el reconocimiento que el sujeto hace de su acción frente al contexto social.

Modelo metacognitivo integrador

El primer supuesto de la propuesta que se desarrolla en este artículo, es que la *tarea* o trabajo en el aula tiene dos objetivos: el cognitivo y el didáctico, los cuales se articulan, ponen en funcionamiento y evalúan a través de los procesos metacognitivos. Es decir que se busca mirar o definir la tarea desde lo psicológico (en términos de estrategias de aprendizaje y del desarrollo de habilidades y competencias del estudiante) y desde lo didáctico (en términos de estrategias de enseñanza propuestas por el docente), mediados por los procesos metacognitivos.

En un momento inicial, desde el aprendizaje significativo, es conveniente evaluar las estructuras conceptuales previas del estudiante, y desde lo didáctico, por ejemplo, es conveniente plantear una situación problema que los estudiantes deben resolver; con estos dos componentes se define la tarea. Durante esta primera etapa, de *reflexión metacognitiva*, el docente diseña instrumentos o actividades que permitan valorar los conceptos previos que tiene el estudiante y que se relacionan con la solución de la situación problema, así como algunas habilidades, fortalezas y debilidades que intervengan.

Sin embargo, como el proceso es mediado por lo metacognitivo, la actividad debe estar centrada en el estudiante, así que la estructura y desarrollo de la evaluación inicial debe promover que el estudiante

haga parte activa en la valoración de sus estructuras, ventajas y posibles desventajas (componentes cognitivos), para que sea consciente de su estado inicial (Ladino-Ospina y Tovar-Gálvez, 2005 b, 2006 a, 2006 c y 2007). De esta metodología se valora que aporta a que el estudiante sea consciente y crítico frente a sus propios procesos; en este sentido, la información que proporciona la evaluación no es exclusiva del docente, sino que hace parte de la construcción consciente del estudiante (Ladino-Ospina y Tovar-Gálvez, 2007).

La *dimensión de administración metacognitiva* implica que el sujeto, una vez conozca los estados iniciales de sus componentes cognitivos, articule estos mismos en estrategias para dar solución a la tarea que se le haya planteado. Para el caso específico, el estudiante y el docente ya han reconocido las estructuras conceptuales que tiene el estudiante y que se relacionan con la situación problema, así que la tarea es construir o reconstruir estructuras (buscando aprendizaje significativo), desarrollar habilidades y competencias a través de la solución del problema. Las decisiones que se toman para actuar en adelante, así como las estrategias de ejecución que se formulan, están fundamentadas en los resultados de la evaluación inicial y tienen su origen en la *construcción conjunta entre estudiante y docente*. Las actividades involucradas en las estrategias pueden ser tales como: ejercicios; consultas; talleres; lecturas; escritos; discusiones; presentaciones; entre otras, y de acuerdo a la naturaleza del problema.

En la figura 1, en la que se diagrama el concepto de metacognición, se presentan las tres dimensiones sobre una circunferencia, queriendo representar que su ejecución no es lineal. En este orden de ideas, los procesos en la *dimensión de evaluación metacognitiva* se dan durante todo el desarrollo de la tarea, es decir, desde la evaluación inicial hasta la solución final de la tarea. La construcción conjunta, entre docente y estudiantes, y constante implica definir criterios que permitan determinar si se está consiguiendo la meta, si se está llegando a la resolución del problema, si la metodología propuesta y las actividades planeadas están aportando a lo proyectado; es decir que se establece un sistema para regular la ejecución de estrategias, de tal manera que, de ser necesario, las reformulen en la misma acción. La evaluación concluye el proceso con una valoración global que permite dilucidar avances, construcciones, dificultades, falencias y nuevas posibilidades, tanto para el trabajo de estudiantes, como para el del docente; finalmente se abre un nuevo ciclo, pues estos resultados de evaluación permiten tomar decisiones para el trabajo o tarea que sigue.

Analizando la forma en que los procesos metacognitivos permiten articular aspectos de la cognición del estudiante con la intervención didáctica del docente, se puede entrever un proceso que aporta a que el estudiante sea autónomo en términos de aprender a aprender; y también se puede entrever un proceso en el que el docente reflexiona sobre sus conocimientos específicos de la disciplina académica, sus conocimientos pedagógico-didácticos y sobre sus epistemologías, consiguiendo aportarle a su estudiante consecuentemente y tener referentes para guiar su propia formación.

Aplicación del modelo metacognitivo: un curso de química general en la Universidad Antonio Nariño

Un avance en el desarrollo de la propuesta de integración de lo cognitivo y lo didáctico, a través de los procesos metacognitivos, se está logrando con la aplicación de un programa piloto, en el contexto de un curso de química general dirigido a los programas de ingenierías de la Universidad Antonio Nariño (Tovar-Gálvez, 2007). El sustento práctico de este artículo se centra en la descripción de dicha metodología (en los

semestres 2007-I y 2007-II, siendo grupos independientes), más específicamente en el eje temático que articula los *estados de agregación de la materia*, el *equilibrio térmico* y la *Teoría Cinético Molecular*.

De acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior, en el curso de química desarrollado durante el primer semestre de 2007 (2007-I), desde la didáctica general se buscó que los estudiantes desarrollaran acciones en las tres dimensiones metacognitivas, y desde la didáctica específica se planteó el siguiente problema:

Se tiene un grupo de sustancias y mezclas: Fe^o, C, S, NaCl, CH₃CH₂OH, NaCl/H₂O (5% p/v). ¿Por qué tienen diferentes puntos de fusión y de ebullición? ¿Por qué, a cierta temperatura, algunos se fusionan, otros se subliman y otros se volatilizan?

Durante el curso de química del segundo semestre del 2007 (2007-II), de igual manera, desde la didáctica general el trabajo se centró en lo metacognitivo, y desde la didáctica específica el enfoque fue en torno a la resolución del problema emergente con la acumulación de neumáticos usados en las grandes ciudades del mundo. El problema de los neumáticos usados se abordó a través de todos los ejes temáticos y durante todo el semestre; por lo que la aproximación a su solución se hizo a través de la resolución de preguntas en cada eje y con la formulación de hipótesis correspondientes, por grupos de trabajo. Para el eje temático que articula los *estados de agregación de la materia*, el *equilibrio térmico* y la *Teoría Cinético Molecular*, se ha planteado la siguiente pregunta problema:

¿Cómo es la estructura microscópica de los componentes de los neumáticos y en qué medida esta naturaleza permite o no realizar tratamientos específicos?

La ampliación y descripción de la metodología planteada se presenta en las figuras 2 (curso de química 2007-I) y 3 (curso de química 2007-II).

FIGURA 2

Curso de Química (2007-I).

Didáctica general centrada en metacognición y didáctica específica centrada situación problema

DIMENSIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
REFLEXIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Se plantea situación problema. - Emiten hipótesis. - Se hace listado de los conceptos relacionados con el problema y se incluyen los del programa. - Construcción de mapa conceptual con el listado de conceptos. - Se agrupan los conceptos por temáticas generales. 	<ul style="list-style-type: none"> - La formulación de la hipótesis busca que los estudiantes evoquen sus conocimientos previos para abordar el problema. - La construcción de mapas conceptuales busca evaluar las relaciones entre conceptos que construyen los estudiantes en el momento previo al trabajo alrededor de la situación problema.
ADMINISTRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Se plantean actividades de aprendizaje y solución al problema. Cronograma. - Diseño de experimentos. - Se ejecutan planes (incluyendo laboratorios). 	<ul style="list-style-type: none"> - El objetivo principal es que los equipos de trabajo empiecen a hacer uso y ampliación de sus posibilidades de trabajo, coordinación, planeación (consecuente con la situación) y ejecución.
EVALUACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de análisis de hipótesis y resultados experimentales. - Evaluación de mapas conceptuales iniciales y de estrategias. 	<ul style="list-style-type: none"> - La finalidad es que los equipos de trabajo evalúen su trabajo al comparar hipótesis y resultados, frente al problema; además que evalúen sus estados iniciales, frente al logro final, y la ejecución de sus planes de aprendizaje y experimentación.

FIGURA 3

Curso de Química, (2007-II).
Didáctica general centrada en metacognición y didáctica específica centrada
en relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente CTSA

DIMENSIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
REFLEXIÓN	ÍTEM 1. Construir un mapa conceptual con los conceptos de las dos primeras unidades temáticas.	Se busca evaluar las relaciones conceptuales que los estudiantes consiguen inicialmente.
	ÍTEM 2. Realizar listado de conceptos que no manejan bien.	Se espera que identifiquen sus falencias.
	ÍTEM 3. Indicar cuáles son las formas o posibilidades que más les interesa y/o conviene para aprender o desarrollar cualquier tema. Para ello señalen algún (as) de las siguientes: Leer (libros, revistas, digital), Escribir, Construir diagramas, Realizar discusiones grupales, Preguntar a expertos, Medios audiovisuales, Realizar exposiciones, Escuchar exposiciones, Ir a laboratorio (diseño de experimentos), Realizar modelos 3D, Visitas (industria, parques, etc.), Otro(s). Cuál(es).	El objetivo de presentarles estas posibilidades es que cuando sea el momento de planear actividades de aprendizaje y de solución de la situación, tengan presentes más recursos por los que pueden optar, de acuerdo a sus preferencias.
	ÍTEM 4. En un escrito de 1 página comentar, qué piensan del problema de los neumáticos usados y qué creen que pueden hacer como ingenieros y desde la química.	Se busca que reflexionen sobre las posibilidades que tienen desde su formación y desde las expectativas que tienen del curso.
	ÍTEM 5. Realizar la lectura. Simultáneamente subrayar y extraer en un listado todos los conceptos de ciencias que estén allí involucrados.	Se pretende dar el contexto en el que se articularán los conceptos del curso de química en adelante.
	ÍTEM 6. Formular hipótesis frente a la pregunta problema: ¿cómo es la estructura microscópica de los componentes de los neumáticos y en qué medida esta naturaleza permite o no realizar tratamientos específicos?	Esta actividad conduce a que los estudiantes piensen la posible relación entre sus conocimientos previos y la solución de la situación problema.
ADMINISTRACIÓN	ÍTEM 7. Programar actividades que les permita: abordar los conceptos que señalaron en el ítem 2, abordar los conceptos que señalaron en el ítem 5 y no comprendieron, profundizar en el tema de la situación problema y dar posibles soluciones, Corroborar la(s) hipótesis que han formulado.	Para esta parte se espera que los grupos retomen los aspectos y posibilidades sobre las que ya habían reflexionado, y ahora planeen su trabajo de aprendizaje y solución de la situación problema.
EVALUACIÓN	ÍTEM 8. Cada dos semanas deben incluir en un portafolio un reporte en el que describan el desarrollo de actividades, además de otros aspectos señalados por el docente. En general, el reporte debe contener: actividad a realizar, descripción de actividad, en qué medida la actividad aportó a la consecución de los objetivos y cuáles actividades no se pudieron desarrollar y por qué.	Esta parte representa la evaluación metacognitiva sobre la ejecución y éxito de las actividades articuladas en sus planes. El reporte tiene la función de mostrar el grado de éxito y mostrar las debilidades a mejorar.

Comentarios finales

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo de Ausubel es posible superar los supuestos impedimentos epistemológicos que definen el aprendizaje desde lo psicológico y la enseñanza desde lo didáctico. El argumento de este enunciado está en la acción de evaluar las estructuras conceptuales previas del estudiante, así como de sus posibilidades metodológicas y actitudes; con el objetivo de formular estrategias de enseñanza acordes con dichas condiciones y que por ello no están en contra de la especificidad de la didáctica de las ciencias. Esto mismo se puede definir como el carácter significativo de las estrategias integradas.

Aplicar los principios de la metacognición permite establecer una íntima relación entre los aspectos de la cognición del estudiante y las estrategias didácticas que formula el docente; incluso se puede hablar de estrategias de enseñanza-aprendizaje. Los elementos reflexivos (reconocimiento), administrativos (reguladores) y evaluativos (valorativos) que se ofrecen al estudiante desde lo metacognitivo, le aportan al reconocimiento de sus posibilidades (conceptuales, metodológicas, valorativas y motivacionales) para desempeñarse en un contexto dado, entendiéndose ello como formación en competencias. Aunque el proceso sea complejo, los mismos estados iniciales del estudiante determinan el nivel de complejidad de las tareas propuestas por el docente, así como el nivel de exigencia estratégica y participación que tenga el estudiante; y en esta misma medida son los aportes para construir y adquirir instrumentos dirigidos al desarrollo de la autonomía del estudiante.

El trabajo en el aula, desde los principios metacognitivos, para articular la enseñanza con el aprendizaje, no solo aporta al desarrollo de habilidades, a la ampliación, modificación o incremento de la complejidad de las estructuras conceptuales del estudiante, sino que se convierte en instrumento para la formación en competencias y es decisivo para el trabajo y formación permanente del docente.

Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín e IZQUIERDO AYMERICH, Mercè (2002): "Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, [en línea] 1 (3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero3/Art1.pdf>.
- ANGULO DELGADO, Fanny (2002): *Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Universitat Autònoma de Barcelona [tesis doctoral en línea] [consultada en marzo de 2007]. Disponible en: <http://www.tdr.cesca.es/>.
- AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph, y HANESIAN, H. (1983): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 2a Edición.
- CAMPANARIO, Juan Miguel; CUERVA, J.; MOYA, A., y OTERO, J. C. (1997): "El papel de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias", en: *Enseñanza de las Ciencias*, n.º extra (V Congreso), pp. 447-448.
- BARRETO ARGILAGOS, Gaspar; RUIZ SOCARRAS, José, y BLANCO SÁNCHEZ, Ramón. "Necesidad y utilidad de la categoría 'competencia' en ciencias pedagógicas", en: *Revista Iberoamericana de Educación*, [en línea] 2006, 45 (1) [consultado en junio 08 de 2007]. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2064Barreto.pdf>. ISSN: 1681-5653
- FLAVELL, John (1976): "Metacognitive Aspects of Problem Solving", en: RESNICK, L. B. (Ed.): *The Nature of Intelligence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- GIL, Daniel, y GUZMÁN, Miguel (1993): *Enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones* (libro en línea). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Editorial Popular, [Consulta: 2006, septiembre 05]. Disponible en: <http://www.oei.es/oeivirt/ciencias.pdf>.
- GIL, Daniel (1993): "Contribuciones de la historia y de la filosofía de la ciencia al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje por investigación", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp. 197-212.
- GONZÁLEZ MAURA, Viviana (2004): "¿Qué significa ser un profesional competente? Reflexiones desde una perspectiva psicológica", en: *Revista Iberoamericana de Educación* [en línea] [consultado en junio 08 de 2007]. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/Maura.PDF>. ISSN: 1681-5653.
- LADINO-OSPINA, Yolanda, y TOVAR-GÁLVEZ, Julio César (2007): "Implementación de la evaluación metacognitiva en el aula", en: *Memorias I Seminario Internacional y VI Nacional de Investigación en Educación y Pedagogía*. Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional CIUP.
- (2006): "La evaluación metacognitiva en la formación, cualificación y actividad docente: los reportes metacognitivos", en: *Boletín del Observatorio Nacional de Políticas en Evaluación Educativa ONPE*, n.º 6, pp. 21-25.
- (2006): "Evaluación metacognitiva de nivel de competencia", en: *CD Memorias VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Química*. Universidad de la Patagonia.
- (2005): "Evaluación de las estrategias metacognitivas, para la comprensión de textos científicos", en: *Enseñanza de las Ciencias*, n.º extra (VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias).
- SOTO LOMBANA, Carlos (2003): *Metacognición cambio conceptual y enseñanza de las ciencias*, Bogotá: Magisterio.
- TOVAR-GÁLVEZ, Julio César (2007): "Propuesta seminarios programa de licenciatura en química y educación ambiental" [documento de trabajo]. Departamento de Química y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad Antonio Nariño.
- TOVAR-GÁLVEZ, Julio César (2005): "Evaluación metacognitiva y el aprendizaje autónomo", en: *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, n.º especial de mayo, Segundo Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.
- TRAVÉ, Gabriel; POZUELOS, Francisco, y CAÑAL, Pedro (2006): "¿Cómo enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional", en: *Revista Iberoamericana de Educación* [en línea], 39 (5), [fecha de consulta: 06 de abril de 2007]. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1366Trave.pdf>.