

EL DESARROLLO EN EL AULA DE CIENCIAS DE LA APTITUD PARA PENSAR CIENTÍFICAMENTE

DEVELOPING IN SCIENCE TEACHING THE ABILITY TO THINK SCIENTIFICALLY

Carlos Uribe Gartner
curibe@univalle.edu.co
Universidad del Valle, Departamento de Física

73

Resumen

Se plantean los componentes o aspectos que caracterizan un “currículo para desarrollar el pensamiento científico” –en breve, un *currículo cognitivo*: enseñar los contenidos disciplinares de manera que se estimule el pensamiento activo (es decir, trascender efectivamente el modelo didáctico expositivo), fomentar las habilidades metacognitivas y mediar intencionalmente en el desarrollo cognitivo del alumnado. Siendo este último aspecto poco conocido en la literatura, el objetivo primario del artículo es elaborar este elemento, ilustrándolo mediante los resultados de un proyecto de innovación y desarrollo curricular en el cual se pilotaron actividades de ciencias dirigidas a incidir en el desarrollo cognitivo de estudiantes de 11 a 15 años.

Palabras Claves: Desarrollo cognitivo, mediación en el desarrollo cognitivo, metacognición

Abstract

We discuss the elements that should merge in any curriculum to develop scientific thinking –shortly, a *cognitive curriculum*: teaching curricular content in a stimulating way (beyond the expository model), fostering metacognitive skills, and mediating in the cognitive development of pupils. As the last element has been neglected previously in the literature, this paper is devoted to elaborate it and illustrate it by means of the results of a curricular innovation project in which we piloted science activities designed to intervene in the mental development of 11 to 15 year pupils.

Keywords: Cognitive Development, Mediation in cognitive development, metacognition.

-
-
- **Introducción**

Muchísimos factores interactúan para propiciar o dificultar el éxito académico. Los docentes poco pueden hacer sobre los sociales y económicos, pero otros factores se encuentran bajo su responsabilidad. Uno de estos es la ***aptitud para pensar científicamente***, que compendia las capacidades intelectuales básicas que nos permiten construir y relacionar los significados abstractos de la ciencia entre sí y con las observaciones, constituyendo la infraestructura mental sobre la que se apoyan las competencias científicas. Para su desarrollo son decisivas las experiencias escolares, como ha mostrado Vygotsky (Baquero 1999). No obstante, a pesar de la abundante literatura al respecto (Nickerson, Perkins y Smith, 1994), y de las propuestas de innovación didáctica orientadas en esta dirección, se sigue echando en falta una acción más eficaz de la escuela para contribuir al desarrollo del pensamiento científico (Bruer, 1995). En este artículo señalamos la necesidad de articular en estas propuestas tres componentes: modelos didácticos para el aprendizaje de los contenidos curriculares que vayan más allá de la clase magistral tradicional, la atención explícita al pensar sobre el pensar, y por último la mediación del docente para intervenir en los procesos de desarrollo cognitivo y afectivo, en especial para atender las necesidades de los estudiantes en desventaja por razones de privación cultural o por sus ritmos de desarrollo psicoevolutivo.

- **¿Es suficiente no ser un “docente tradicional” para enseñar a pensar científicamente a todos los estudiantes?**

Muchos docentes de ciencias son conscientes de las limitaciones de los modelos didácticos institucionalizados en la mayoría de las aulas de ciencias, que privilegian la exposición verbal de los contenidos por el profesor y en consecuencia terminan por conducir a un aprendizaje más memorístico que reflexivo. Las reiteradas críticas a estos modelos han dado lugar a una plétora de “modelos didácticos alternativos” que buscan transformar la cultura escolar tomando en serio a los alumnos como *pensadores en formación*, cuyas ideas merecen ser escuchadas, comprendidas por el docente y tomadas como punto de partida para ayudarles a madurar su comprensión.

Los más conocidos de los modelos didácticos alternativos, en el esquema sintético propuesto por Campanario & Moya (1999), son la enseñanza por descubrimiento, la enseñanza basada en problemas, la enseñanza por

proyectos o investigación dirigida, y por último los diversos modelos de cambio conceptual (en la siguiente sección hablaremos del último de los modelos indicados por estos autores, centrado en las habilidades metacognitivas). Sin que sean excluyentes, existen múltiples divergencias teóricas y prácticas entre estos modelos. Pero exhiben un rasgo común: son intentos de superar la forma de "dictar clase" a la que estamos acostumbrados desde tiempos inmemoriales. En todos ellos se pretende que los alumnos interactúen estrechamente con los conceptos abstractos de la ciencia y con los procesos de construcción, validación y aplicación del conocimiento científico. Sin embargo, y llegamos al nudo del argumento sostenido en el artículo, ¿es suficiente, para que **todos** los alumnos -no sólo los más favorecidos culturalmente o debido a las diferencias en los ritmos de desarrollo- desarrollen la aptitud para pensar científicamente, que la dinámica de la clase les exija a todos pensar por su cuenta sin limitarse a escuchar pasivamente a sus pares o al profesor? Los estudios sobre la variabilidad en los ritmos de desarrollo, especialmente el cognitivo, sugieren una respuesta negativa a esta pregunta (Adey & Shayer, 1994). Uno de los hallazgos psicopedagógicos más sólidos señala que en cualquier aula existen amplísimas diferencias en las capacidades, estilos cognitivos, personalidad, motivación, y otras características individuales (Entwistle 1988). Cualquier docente sabe que hay alumnos que comprenden más rápidamente los conceptos o procedimientos de las ciencias y otros que requieren mucho más tiempo y quizás acercamientos complementarios.

Así pues, quienes han alcanzado un mayor nivel de desarrollo cognitivo, por las razones que sean, pueden hacer frente con solvencia a los retos intelectuales planteados cuando el docente sigue un modelo didáctico alternativo, que casi por definición son mayores que los planteados en el modelo expositivo. Por ello están en condiciones de aprovechar mucho más la clase que los alumnos menos adelantados. Los prolongados estudios empíricos naturalistas de Zohar (2004) muestran con detalle este problema de los modelos didácticos que plantean altas exigencias cognitivas a los alumnos; es decir, las especiales dificultades que representa para el docente el manejo de la diversidad en niveles de capacidad en tales condiciones. Por ejemplo, la enseñanza por investigación dirigida constituye fácilmente para los alumnos aventajados una oportunidad de desarrollar todavía más su aptitud intelectual, pero puede obligar a los menos aventajados, sumidos en la perplejidad y la confusión, a permanecer pasivos, a depender por entero de lo que hacen sus compañeros. En consecuencia, en estos últimos el método puede ser contraproducente, hasta el punto de deteriorar todavía

más la confianza en sí mismos, su autoestima y su interés. Zohar encontró que un número alto de docentes considera que los modelos no tradicionales no funcionan con estudiantes desventajados. Así pues, como resultado lamentable de las buenas intenciones del modelo de formar las capacidades intelectuales, se puede producir un retraso todavía mayor de los ya retrasados. Estas observaciones no deben leerse como una defensa del modelo tradicional, el cual es insensible a las diferencias individuales. Uno de las premisas del argumento desarrollado en estas páginas es que la equidad exige atender a la diversidad de capacidades de los alumnos, en especial cuando se sigue un modelo didáctico no convencional que por esencia es más demandante cognitivamente. Teniendo en cuenta la insistencia en la literatura educativa sobre la necesidad de ir más allá de este modelo no diremos más al respecto, pues nuestro objetivo en este apartado no era llover sobre mojado, sino advertir que tomarse en serio esta necesidad le exige al docente mediar en el **desarrollo cognitivo** o psicoevolutivo del alumnado. En la sección 4 proponemos un modelo práctico para este efecto, luego de explicitar un segundo aspecto esencial de un currículo cognitivo.

- **Desarrollo de las Habilidades Metacognitivas**

El desarrollo de hábitos apropiados de trabajo intelectual es un objetivo educativo legítimo por sí mismo, que en el pensamiento educativo ha recibido particular atención como medio para liberar la mente de sus limitaciones (Costa y otros 2000). La conducta prácticamente inteligente es la conducta productiva, de quien delibera sobre los fines y medios apropiados a largo plazo en lugar de dejarse llevar de los impulsos casi inconscientes de satisfacer los objetivos a corto plazo del modo inmediatamente factible. Tal conducta supone diversos *hábitos intelectuales*: identificar y anticipar problemas u oportunidades, definir jerarquías de metas viables pero exigentes, planificar su logro planteando alternativas de acción y posibles efectos inesperados, ejecutar las acciones previstas reflexivamente, evaluar y revisar lo conseguido, aprender de las equivocaciones y experiencias, etc. Todos estos hábitos tienen en común el ejercicio del complejo de facultades intelectuales a las que se refiere el término metacognición, mediante el cual el intelecto puede ser a la vez actor y espectador de sí mismo, por lo cual se designan genéricamente como **habilidades metacognitivas**. Así se comprende que Campanario y Moya (1999) destaquen entre los modelos didácticos innovadores aquellos que enfatizan de manera particular el fortalecimiento de estas habilidades mediante técnicas como los diarios de aprendizaje, los mapas conceptuales y la UVE de Godwin. En efecto, pueden

y deben ser objeto de aprendizaje y práctica deliberada, pues no surgen espontáneamente ni son naturales. Al contrario, los humanos tendemos a pensar, con muchísima más frecuencia de la deseable, de maneras conducentes al error; por ejemplo, de manera sesgada (eludimos las evidencias inconsistentes con nuestras hipótesis preferidas), precipitada (saltamos a conclusiones sin ponderar los datos), imprecisa, desorganizada, etc. (ver por ejemplo Baron 2000; Perkins 1995).

La conceptualización y sistematización de las destrezas mentales, actitudes y estrategias que nos permiten superar lo que Perkins denomina “escollos del pensamiento” es objeto de debate entre psicólogos cognitivos, psicopedagogos y educadores, al igual que las cuestiones relacionadas con las posibilidades y los medios que el docente tiene a su disposición para contribuir a su afianzamiento en los estudiantes (Soto, 2000). Pero en las tres últimas décadas se ha generalizado el consenso de que la enseñanza y práctica de las habilidades metacognitivas no debe separarse de la enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares (Bruer 1995; Costa 2001; Costa y Kallick, 2000; Resnick y Klopfer, 2001, Zohar, 2004). Es decir, la utilidad de los “cursos para desarrollar el pensamiento”, que proliferaron en los años setenta, es más que dudosa, pues sus evaluaciones han mostrado que los estudiantes no vuelven a usar de manera espontánea las habilidades aprendidas en ellos¹. A esta falta de transferencia se añade el hecho de que, al no estar situada su práctica en un contexto conceptualmente rico y complejo, sino en contextos cotidianos, el nivel de desafío involucrado es insuficiente para promover efectivamente el progreso en las habilidades metacognitivas.

El consenso mencionado establece que la manera apropiada de propiciar la adquisición de estas habilidades es proporcionar a los alumnos información sobre las mismas y permear su práctica deliberada en las asignaturas institucionalizadas en el currículo. Es decir, no basta simplemente adoptar modelos didácticos no tradicionales, sino que se éstos contenidos deben articularse con contenidos procedimentales y actitudinales específicamente orientados hacia las capacidades metacognitivas. En el caso de las

¹ Sin embargo, una excepción muy destacada es el programa de *Enriquecimiento Instrumental* (*Instrumental Enrichment*) de Reuven Feuerstein, que en sus orígenes fue un método de educación especial para rehabilitar estudiantes con retraso cultural o incluso mental. La importancia que tuvo en el desarrollo de las experiencias que reportamos en el trabajo hace conveniente su mención. Existe abundante bibliografía sobre las ideas de Feuerstein: Nickerson y otros (1994), Perkins (1995), Adey y Shayer (1994), para su aplicación en nuestro medio consúltese el número 12 (Diciembre de 2004) de la *Revista Internacional Magisterio: Educación y Pedagogía*.

asignaturas de ciencias naturales dicha articulación es natural, especialmente por lo que se refiere a sus aspectos prácticos como la resolución de problemas, los trabajos de laboratorio y los temas transversales. Sin embargo, insistiendo en el argumento del apartado anterior, un “currículo metacognitivo” hace todavía más agudo el desafío de atender equitativamente la diversidad de capacidades intelectuales en el alumnado.

- **Mediación en el Desarrollo Cognitivo**

Procedemos en esta sección a abordar la tesis esencial de estas reflexiones: dado que aprender los contenidos científicos requiere pensar a fondo sobre ellos, para que **todos** los alumnos puedan hacerlo incluyendo a los intelectualmente menos desarrollados, es preciso organizar dentro de la misma asignatura de ciencias actividades **específicamente dirigidas a estimular el desarrollo cognitivo**, especialmente de los alumnos en desventaja, diferenciándolas de las actividades dirigidas específicamente al aprendizaje de los contenidos y de las dirigidas a la práctica de las habilidades metacognitivas. Las actividades descritas con la frase en negrilla tienen como fin específico incidir deliberada y metódicamente en el curso y la dirección del desarrollo cognitivo. Hacemos énfasis en la necesidad de diferenciarlas en su diseño didáctico de las actividades cuya finalidad es aprender contenidos y habilidades determinadas y específicas, por razones psicológicas cuya explicación es el objetivo de esta sección, por cuanto esta diferenciación constituye la tesis del trabajo.

En efecto, si se acepta el argumento presentado en la sección 2, según el cual la respuesta a la pregunta que lo encabeza es negativa, se comprende por qué concebimos un *currículo cognitivo* como la articulación de tres componentes, en lugar de las dos componentes que usualmente se consideran necesarias, las que ya hemos presentado. La tercera componente está constituida precisamente por actividades que apuntan a efectuar cambios estructurales en la arquitectura cognitiva del estudiante, cambios que potencien cualitativamente su capacidad para procesar, interpretar, almacenar y transformar la información. El programa de educación compensatoria diseñado por el psicólogo israelí Reuven Feuerstein constituye el prototipo de procesos educacionales con esta finalidad, llamados genéricamente procesos de *Intervención en el Desarrollo Cognitivo* (IDC; para referencias ver nota 1). Consiste en un conjunto de tests diagnósticos para identificar los procesos o las funciones mentales subyacentes cuyo déficit debe ser remediado para mejorar el desempeño del sujeto, y un

conjunto de ejercicios para estimular la “*modificabilidad estructural cognitiva*”, un concepto clave del modelo que se base neurológicamente en la plasticidad morfológica de los tejidos nerviosos (por ejemplo, la autorreparación de lesiones) pero que se extiende a los cambios funcionales debidos a la experiencia (Pascual-Castroviejo, 1996). Feuerstein también recurre al concepto de *aprendizaje mediado* de Vygotsky (Baquero 1999), quien distingue dos formas de interacción entre un individuo y su entorno que contribuyen al desarrollo cognitivo: la interacción directa con los estímulos ambientales, y la interacción dirigida por un **agente mediador**, no necesariamente un adulto.

Un aspecto del programa que Feuerstein destaca es la ausencia de contenidos curriculares en sus materiales: un repertorio muy variado de ejercicios de pensamiento verbal, visual, etc, que recuerdan los tests de razonamiento abstracto, como progresiones numéricas, organización de puntos, orientación en el espacio, silogismos, clasificación, relaciones temporales... La explicación de esta ausencia es doble: se evita la resistencia del estudiante de bajo rendimiento académico a la exposición a las disciplinas, y ayuda a mantener enfocada la atención hacia el objetivo de ejercitar las funciones mentales deficientes. Aunque nuestra concepción del currículo cognitivo lo integra a las asignaturas clásicas, también se afina en la idea de Feuerstein de evitar que la atención al contenido distraiga del pensar, una de las razones principales de su eficacia, tal como discuten Adey y Shayer (1994).

Para que las actividades de “intervención en el desarrollo cognitivo mediante la educación en ciencias” sean viables desde el punto de vista práctico deben motivar a los estudiantes más avanzados, contribuyendo a su desarrollo ulterior, sin limitarse a las necesidades de los menos desarrollados. Ello supone un trabajo en equipos heterogéneos, integrados por estudiantes en uno u otro nivel, actuando los primeros como mediadores para los segundos. La graduación en la demanda cognitiva de los problemas propuestos es crucial: han de generar una “Zona de Desarrollo Próximo” para estos (Baquero 1999): el nivel de pensamiento abstracto, conceptual o **formal** (utilizando el concepto piagetiano, ver Adey & Shayer, 1994; 2002)) que las tareas requieren no puede ser tan alto que exceda lo que esos estudiantes pueden lograr trabajando en equipo con los más avanzados, pero deben constituir un reto intelectual para aquellos; es decir, el nivel de las tareas debe estar un poco por encima de su nivel de desarrollo cognitivo.

Una mediación exitosa debe enfocar la atención de los alumnos sobre sus razonamientos, sobre las estrategias seguidas para resolver el problema, y no tanto sobre los contenidos de las tareas. Esto supone que el objetivo educativo perseguido en las actividades enfocadas hacia el desarrollo intelectual sea precisamente este desarrollo, y no el cubrimiento de temas disciplinares. Es fácil que la atención prestada por el alumno al contenido de las tareas inhiba la atención a la calidad de los procesos mentales y la exploración libre de posibilidades, no sólo por la limitada capacidad de procesar información sino por la perspectiva de la evaluación académica del aprendizaje de contenidos. También para el docente es complicado afrontar simultáneamente la enseñanza del contenido y la exigente manera de conducir la clase para propiciar cambios estructurales en los estudiantes. En suma, las ideas subrayadas en este párrafo y el antepenúltimo son el sustento del modelo de currículo cognitivo que proponemos, pues permiten comprender la razón de diferenciar las actividades para el aprendizaje de los contenidos de las actividades de mediación en el desarrollo cognitivo.

En cuanto a su diseño didáctico, las características de las actividades de mediación en el desarrollo cognitivo son, de acuerdo al modelo de las mismas sugerido por Adey y Shayer (1994):

- Comprenden la realización de tareas de pensamiento cuya demanda cognitiva progresiva haya sido cuidadosamente graduada, complementarias a las tareas dirigidas al aprendizaje de los contenidos curriculares obligatorios, pero situadas en el mismo espacio curricular de una asignatura establecida, en nuestro caso la de ciencias.
- El foco de atención de los alumnos y del profesor durante su realización recae sobre la calidad de las operaciones intelectuales ("lo que importa es pensar", es su lema), no sobre sus contenidos conceptuales (aunque estos ocasionalmente coincidan con algunos temas del currículo).
- Los *problemas* (en contraposición a los tradicionales *ejercicios*) se plantean en un contexto concreto, significativo para los alumnos, que recurre a su propia experiencia o a observaciones de laboratorio hechas en la clase, en lo posible por los mismos alumnos.
- El docente ejerce un papel de agente mediador del pensamiento de los alumnos, facilitando un conveniente "andamiaje educativo" (Edwards & Mercer, 1988): estructurando y encuadrando el problema y motivando a todos los estudiantes, administrando los recursos, y sobre

todo mediante una interrogación hábil (diálogo socrático), que evite dar pistas prematuramente.

- Los alumnos trabajan en equipos de diferente capacidad actual, de modo que se genere una zona de desarrollo próximo gracias a la mediación que los más avanzados prestan a los que se encuentran en alguna desventaja.
- Se incluye el ejercicio explícito de las habilidades metacognitivas con relación a los procesos de pensamiento realizados en las unidades de intervención.
- Los contenidos conceptuales y procedimentales de las actividades de intervención, aunque no son lo fundamental cuando éstas se realizan, se ligan a los contenidos curriculares y viceversa.
- Las actividades de intervención se encuentran adecuadamente espaciadas y se realizan durante un período suficientemente extenso para que produzcan efectos perdurables en la aptitud cognitiva de los estudiantes, en su potencial de aprendizaje.

- **Un ejemplo de Intervención en el Desarrollo Cognitivo: las Actividades *Pensar con la Ciencia***

A mediados de los años ochenta el grupo de investigación CASE (*Cognitive Acceleration through Science Education*), del King's College, Londres, diseñó un conjunto de actividades para facilitar la mediación en el desarrollo cognitivo de acuerdo a los principios detallados en la sección anterior, que denominó *Thinking Science* (Adey 2004, Shayer y Adey 2002, Adey y Shayer 1994; Adey 1994). El currículo de ciencias propuesto por estos autores para los grados 7 y 8 consiste en la sustitución durante dos años, quincenalmente, de las "clases normales" (las orientadas hacia la enseñanza del contenido curricular convencional) por "clases especiales", clases para entrenar el pensamiento mediante contextos científicos, en las que se plantean problemas para estimular el desarrollo del pensamiento en los alumnos siguiendo el modelo indicado. Las evaluaciones positivas del enfoque propuesto por el grupo CASE para promover en el aula el desarrollo cognitivo han ido acumulándose con las varias décadas de aplicación en muchísimas instituciones alrededor del mundo (Adey 2004). Por este motivo decidimos explorar la aplicabilidad del modelo CASE de IDC en nuestro medio. En un primer proyecto (2004-2005) se elaboró y evaluó formativamente un conjunto de materiales en español, a modo de versión de los materiales originales del programa, aunque se realizaron muchas modificaciones en los detalles de las situaciones experimentales o en los retos cognitivos

presentados para acomodarlos a nuestra situación y a los recursos generalmente disponibles en las instituciones. Este conjunto fue denominado programa *Pensar con la Ciencia*, en paralelo con el nombre del programa original, *Thinking Science*.

El objetivo central del proyecto fue explorar la viabilidad de adaptar y ambientar en nuestro medio educativo el modelo CASE. En Uribe y Solarte (2006, 2007) se describe el diseño y los resultados obtenidos en este proyecto, que nos animaron a continuar el trabajo en un segundo proyecto (2006-2008), esta vez dirigido a la segunda componente del trabajo de CASE, el desarrollo profesional de los docentes de ciencias naturales dirigido a facilitar la incorporación del modelo en sus prácticas pedagógicas habituales y en las circunstancias normales de la vida escolar (Uribe y Solarte, 2008). Sin embargo, también en este segundo proyecto continuamos explorando la factibilidad de realizar una adaptación al medio colombiano de esta innovación curricular, teniendo en cuenta ahora las condiciones sociológicas en la que nuestros docentes desarrollan su trabajo en instituciones oficiales de municipios pequeños, lo cual nos llevó a revisar algunas actividades.

- **Conclusión**

Los resultados obtenidos por el grupo CASE y por nuestro grupo de investigación muestran que es posible diseñar actividades de ciencias cuyo foco central sea estimular el desarrollo cognitivo de los alumnos, de modo que incluso los menos desarrollados estén en capacidad de participar productivamente en un currículo cognitivo o no tradicional, cuyas demandas de pensamiento avanzado y autónomo pueden desbordar a estos estudiantes. Estos resultados sugieren entonces una condición básica para que fructifiquen los esfuerzos de mejorar la calidad de nuestro sistema educativo formando competencias científicas: es imperativo reconocer las diferencias individuales en la aptitud para pensar científicamente que tienen los estudiantes al comienzo del año lectivo y buscar su nivelación con actividades diseñadas explícitamente para este fin a partir de las teorías apropiadas sobre el desarrollo humano. La siguiente frase de una maestra resume bien nuestro pensamiento: "*A los niños les gustan los retos. Les gusta pensar, pero no tienen muchas oportunidades para hacerlo*"²

² Comentario de un docente en una escuela pública de Nashville, USA, citado por Bruer (1995: 111).

- **Agradecimientos**

El trabajo se realizó gracias al apoyo de la Universidad del Valle y Colciencias, proyectos de investigación ejecutados según contratos No. 240-05 y No. 256-03, y a la generosa colaboración de las instituciones y docentes participantes.

- **Referencias Bibliográficas**

Adey (1994). Aceleración Cognitiva a través de la enseñanza de la ciencia. En: Maclure, S., & Davies, P. (Compiladores). (1994). *Aprender a pensar, pensar en aprender*, Barcelona: Gedisa, pp. 117-133.

Adey, P. (2004). *The Professional Development of Teachers: Practice and Theory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Adey, P. & Shayer, M. (1994). *Really Raising Standards. Cognitive intervention and academic achievement*. London: Routledge.

Baquero, R. (1999). *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Aique.

Baron, J. (2000). *Thinking and Deciding (3rd edition)*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bruer, J. T. (1993/1995). *Escuelas para pensar: Una ciencia del aprendizaje en el aula*. Barcelona : Paidós.

Campanario, J.M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.

Costa, A. & Kallick, B. (Eds.). (2000) *Discovering and Exploring Habits of Mind* (pp. 21-40). Alexandria (Virginia): Association for Supervision and Curriculum Development.

Costa, A. (Ed.). (2001) *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking, 3^d edition* (Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development).

Edwards, D., N. Mercer (1988). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós. Orig. (1987), *Common*

- knowledge: The development of understanding in the classroom.* Trad. R. Alonso.
- Entwistle, N. (1987/1998). *La comprensión del aprendizaje en el aula.* Barcelona: Paidós.
- Nickerson, R., Perkins, D. & Smith, E. (1985/1994) *Enseñar a pensar: Aspectos de la aptitud intelectual* (Barcelona: Paidós).
- Pascual-Castroviejo, I. (1996). Plasticidad Cerebral. *Revista de Neurología*, 24(135), 1361-1366. Disponible en: <http://www.psicomag.com/biblioteca/1996/Plasticidad%20Cerebral.pdf> (acceso Junio 3, 2010)
- Perkins, D. (1995). *Outsmarting IQ: The Emerging Science of Learnable Intelligence.* N.Y.: The Free Press.
- Resnick, L. & Klopfer, L. (1989/2001), *Curriculum y cognición.* Buenos Aires: Aique.
- Shayer, M. & Adey, P. (Eds.) (2002). *Learning Intelligence: Cognitive Acceleration Across the Curriculum from 5 to 15 years.* Buckingham: Open University Press.
- Soto, C. A. (2003). *Metacognición, cambio conceptual y enseñanza de las ciencias.* Bogotá: Cooperativa Editorial.
- Uribe, C. & Solarte, C. (Abril – Mayo 2006). Una experiencia de formación en competencias científicas. *Revista Internacional Magisterio*, No. 20, pp.84-86.
- Uribe, C. & Solarte, C. (Septiembre 2007). "Pensar con la Ciencia": Desarrollo de competencias científicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle*, No. 11, pp.69-82.
- Uribe, C. & Solarte, C. (Septiembre 2008). Algunas condiciones para el desarrollo profesional de los docentes de ciencias naturales. *Educación y Cultura*, edición No. 80, pp. 55-59.

Zohar, A. (2004). *Higher-order Thinking in Science Classrooms: Students' Learning and Teachers' Professional Development*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.