

Aspectos del concepto de aprendizaje de las ciencias y el papel de la metacognición

Carlos Arturo Soto Lombana¹

Resumen

En este artículo se aborda la perspectiva metacognitiva sobre el aprendizaje de las ciencias, se plantean los roles tanto de estudiantes como de profesores dentro de un modelo didáctico de aprendizaje y se clarifica lo que se debe entender por metacognitivo en el campo de la educación en ciencias.

Palabras clave: Aprendizaje, metacognición, enseñanza de las ciencias, docentes

Introducción

Durante la primera mitad del siglo XX el paradigma educativo que orientó la investigación estuvo basado en el concepto de enseñanza. En este modelo

fue de poco interés para los (las) investigadores(as) dilucidar el mecanismo de relación entre enseñanza y aprendizaje. Los individuos eran considerados como fuentes de variaciones aleatorias inscritos dentro de los grupos. La métrica estadística, permitía establecer el grado de aprendizaje entre dos grupos sometidos ante dos métodos distintos de enseñanza, pero no suministraba información sobre los individuos por separado.

Con el advenimiento de la psicología cognitiva se produjo un cambio trascendental en el modelo de enseñanza - aprendizaje. La Teoría Piagetiana (Piaget, 1963) con sus conceptos de asimilación, acomodación y equilibración, unido a la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (Ausubel, 1968), permitieron dimensionar y ubicar en escena la importancia del papel de los

conocimientos previos. Este reconocimiento y el aporte de Piaget sobre los estadios de desarrollo introdujeron un componente adicional a la función cognitiva.

Sin embargo, las investigaciones realizadas desde estos modelos sacrificaron al individuo por una perspectiva de grupo. Así muchos estudios en la perspectiva ausubeliana, sobre organizadores avanzados, frecuentemente se realizaron para estudiar la influencia del diseño instruccional propuesto y su relación con el grupo control; ninguno de estos estudios fue realizado para constatar si se produjeron cambios significativos en la mente de los individuos.

En cuanto a los estudios piagetianos, la orientación estuvo sesgada a la determinación del estadio en el cual se encontraba el individuo para el proceso de instrucción. Tanto en el campo de las investigaciones ausubelianas y piagetianas, las variaciones de los individuos dentro de los grupos o estadios se consideraron como aleatorias o simples errores de varianza (Baird & White, 1982).

Los nuevos enfoques e investigaciones realizadas en las últimas dos décadas, han permitido reconocer la creciente complejidad del *role* del aprendiz dentro del proceso enseñanza y aprendizaje. Esta complejidad no sólo se da por la incorporación de nuevos elementos a la función cognitiva sino por la resignificación de la naturaleza del aprendizaje. En esta nueva mirada

sobre el aprendizaje, el(la) alumno(a) juega un papel trascendental sobre el(la) cual recae la responsabilidad del aprendizaje significativo.

La resignificación del aprendizaje desde la perspectiva metacognitiva

Los diferentes niveles de conciencia y control sobre el aprendizaje requieren de un esfuerzo intelectual por parte de quien aprende. Un primer nivel lo constituye las etapas del procesamiento individual que ocurre durante el aprendizaje; aquí el(la) alumno(a) procesa activamente la nueva información en términos de los conocimientos y las percepciones previamente existentes.

Un segundo nivel lo constituye la toma de decisiones por parte del(la) alumno(a), atendiendo a la naturaleza y extensión del procesamiento de la información; las decisiones tomadas son influenciadas por el contenido y el contexto de la enseñanza y depende del(la) alumno(a) que estas decisiones sean más o menos conscientes. Estas decisiones afectan los resultados del aprendizaje.

La complejidad del modelo descrito hace pensar que el aprendizaje está fuertemente influenciado por el contexto y la existencia de “variables ocultas” que aún no han podido ser develadas por la investigación.

Dentro de los desarrollos más recientes relacionados con este tema,

cabe mencionar las conclusiones que sobre el aprendizaje plantea el grupo australiano liderado por Baird, White, Gunstone y Mitchell (Baird & White, 1982; Baird, 1986; Baird et al, 1991; White & Gunstone, 1989; Gunstone et al, 1993; Gunstone & Northfield, 1994; Baird & Hagglund, 1994; White & Mitchell, 1994). Estas conclusiones son:

- El aprendizaje es el resultado de una acción voluntaria por parte del que aprende. Esta toma de decisión está fuertemente influenciada por el contexto, es decir por las interpretaciones y percepciones previamente existentes en el individuo;

- La toma de decisión por parte del aprendiz determina si se da o no se da el aprendizaje;

- El aprendizaje no es gratuito ni se da espontáneamente, el aprendiz debe realizar un esfuerzo intelectual para aprender significativamente, lo mismo que para desaprender una concepción;

- El aprendiz frecuentemente no es consciente de sus carencias, tanto en el plano conceptual como en las habilidades de aprendizaje;

- El incremento en la toma de conciencia por parte del aprendiz sobre la naturaleza y los procesos involucrados en el aprendizaje, permite el cambio de las actitudes hacia el conocimiento, lo mismo que los procedimientos utilizados en el aprendizaje.

Cada una de las anteriores cinco afirmaciones sobre el aprendizaje están relacionadas con la metacognición²: El conocimiento, el dominio, el control y la

evaluación del propio aprendizaje. En orden a introducir la metacognición dentro de lo esbozado aquí, es posible plantear tres niveles para el aprendizaje. En un primer nivel se encuentra el procesamiento de la información, en una segunda instancia está la evaluación de este procesamiento y en tercer lugar se ubica la toma de las decisiones con respecto al conocimiento.

El dominio y el control, dos aspectos de la metacognición, comprenden los resultados de los dos últimos niveles y se concentran sobre la aplicación consciente de las estrategias cognitivas particulares. Las estrategias cognitivas son concebidas como habilidades que permiten la exploración de muchos tipos de información, no solamente de carácter técnico ni limitadas a ciertas áreas de conocimiento.

Dependiendo del nivel de conciencia sobre el aprendizaje es posible caracterizar las estrategias cognitivas. Si el aprendizaje es un proceso con un bajo nivel de conciencia, se está hablando del primer nivel del aprendizaje (el procesamiento); ejemplos de estas estrategias tiene que ver con los procedimientos para ganar acceso a la memoria, buscar y recuperar información, fraccionar la información con un criterio espacial, semántico o afectivo, sostener fracciones de información en la memoria de trabajo y su manipulación, y la aplicación de reglas automáticas o de inferencia.

Si se trata de niveles que implican una mayor conciencia (dominio y con-

trol), el tipo de estrategias debe ser de corte evaluativo: Formas de valorar, apreciar, establecer, identificar y chequear el conocimiento. En este modelo, el aprendizaje está determinada por el contenido y el contexto, los cuales interactúan entre sí. El procesamiento activo involucra el trabajo del aprendiz en la dirección de hacer significativa el aprendizaje.

La conciencia del aprendiz incluye un reconocimiento sobre la naturaleza y los procesos de aprendizaje, así como de los estilos personales de aprendizaje y sus deficiencias particulares. De esta manera el aprendiz controla, mediante evaluaciones y auto-evaluaciones conscientes la toma de decisiones sobre el aprendizaje efectivo.

Los roles de estudiantes y profesores en un modelo de aprendizaje fundamentado en la metacognición

Si bien es cierto que en un modelo de aprendizaje interactúan tanto profesores(as) como estudiantes, la definición de los roles, de unos(as) como de los(as) otros(as), determina la naturaleza del modelo. En la perspectiva de establecer un modelo metacognitivo es decisivo definir los roles, permitiendo con esto que los procesos de aprendizaje sean cada vez más asumidos por los estudiantes; el *rol*e de los docentes estaría ubicado en favorecer este tipo de aprendizaje.

En este sentido, los estudiantes asumen los siguientes roles dentro del modelo metacognitivo (Baird, 1986):

- Preocuparse por acrecentar sus conocimientos sobre los elementos de la metacognición (planificación, dominio, control y evaluación);
- Continuamente acrecentar la conciencia de sus propios estilos de aprendizaje;
- Buscar incrementar la conciencia sobre la naturaleza y propósitos de las tareas de aprendizaje;
- Ejercer un mayor control sobre el aprendizaje a través de una toma de decisiones más efectiva y consciente;
- Comprometerse con una actitud más favorable sobre el aprendizaje;
- Desarrollar estándares más altos de confianza para entender y actuar, junto con una mejor auto-evaluación de los logros;
- Favorecer cada vez más un aprendizaje independiente, no sujeto a la normatividad de los tiempos y espacios escolares y que se constituya en una actividad permanente.

En cuanto a los(as) profesores(as), los principales roles que asumen en su trabajo como educadores son:

- Preocuparse por desarrollar la toma de conciencia y entendimiento de los procesos de aprendizaje de sus alumnos(as);
- Asumir una actitud favorable hacia el proceso metacognitivo y buscar permanentemente que el(la) alumno(a) sea responsable del desarrollo del control de su propio aprendizaje;

- Adoptar mecanismos que permitan la toma del control del aprendizaje por parte del(la) alumno(a) en el aula de clase.

No obstante, a pesar de que gran parte de la investigación metacognitiva se ha enfocado hacia los anteriores propósitos, tanto para los estudiantes como para los(as) profesores(as), una conclusión que sobresale de estas investigaciones es que los cambios en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, desde la perspectiva metacognitiva, deben involucrar primero cambios en las actitudes, percepciones, concepciones y comportamientos de los profesores (Baird et al, 1991).

Meta-aprendizaje y cambio de creencias

Si se acepta que el cambio de las creencias requiere de una reflexión profunda por parte de quien aprende, la pregunta a formular es ¿Cómo lograr tal reflexión?. Para Posner et al (1982), el cambio en las creencias por parte de quien aprende debe estar ligado con un proceso de insatisfacción sobre las propias ideas, aspecto éste que desencadena la necesidad de conciliar las nuevas ideas e imágenes desde un plano de inteligibilidad, plausibilidad y fructificabilidad.

Las teorías sobre el aprendizaje han hecho mucho énfasis en la inteligibilidad con poca reflexión sobre la plausibilidad (White & Gunstone, 1989). De

esta manera el modelo clásico en el que alguien enseña (el(la) profesor(a)) y otro aprende (el(la) estudiante), unido al uso extendido de técnicas para enseñar contenidos, ha sido ampliamente desarrollado y practicado, pero ha estado dirigido a promover la inteligibilidad.

La búsqueda tendiente a promover la insatisfacción con las ideas que posee el alumno y la fructificabilidad de las nuevas ideas que se aprenden, no ha sido un objetivo explícito. La insatisfacción, la plausibilidad y la fructificabilidad requieren de la reflexión profunda por parte del(la) estudiante, reflexión más profunda de lo que implica la inteligibilidad y otros procedimientos diseñados para hacer “entendible” lo que el alumno aprende.

Ahora bien, la plausibilidad, en relación con la insatisfacción y la fructificabilidad, parece ser un objetivo más fácil de alcanzar. La sola autoridad del(la) profesor(a) y del texto es suficiente para que un estudiante acepte una nueva visión como plausible. La verdadera dificultad está en que los individuos unifiquen sus creencias en relación con lo que conocen y no en adición el nuevo conocimiento a una estructura conceptual carente de significación.

No es tan simple compaginar la insatisfacción de una idea existente en la mente del aprendiz con la fructificabilidad de los nuevos conocimientos aprendidos. Estos dos aspectos son complementarios y requieren ser trabajados paralelamente, dado que muy

difícilmente un individuo estaría dispuesto a abandonar su sistema de creencias, por más absurdo que le parezca sino tiene una mejor opción para optar por el cambio; esta mejor opción es evaluada por el(la) estudiante desde la perspectiva de la fructificabilidad del nuevo conocimiento. Este proceso requiere de una toma de conciencia y control sobre lo que se sabe y sobre las distintas formas de aprendizaje.

Como se debe entender lo metacognitivo en relación con un modelo de aprendizaje en ciencias

Dentro de las investigaciones en metacognición adelantadas con estudiantes de ciencias en los niveles básicos sobresale el proyecto META (Metacognitive Enhancing Teaching Activities) (Hennessey, 1993). Este proyecto con una duración de tres años estuvo dirigido a desarrollar las habilidades metacognitivas de los(as) estudiantes. Los objetivos del proyecto fueron:

- Dilucidar la naturaleza de la interacción metacognitiva entre los(as) estudiantes en niveles elementales;
- Describir el impacto que el desarrollo de las habilidades metacognitivas tiene sobre la formación del conocimiento conceptual de los(as) estudiantes; y
- Esclarecer la naturaleza de la interacción metacognitiva entre los

estudiantes y entre los estudiantes y los(as) profesores(as).

En particular, el último objetivo buscó hacer público el estatus de las concepciones de los(as) estudiantes, el razonamiento usado para soportar las concepciones (por ejemplo, la justificación, la implicación y limitación del pensamiento reflexivo cuando es aplicado a los contenidos de la ciencia), y los diversos componentes de las ecológicas conceptuales de los(as) estudiantes.

Cada una de las anteriores reflexiones son de naturaleza metacognitiva por la toma de conciencia³ y por la actividad social que esto implica. Son esenciales para cambiar las formas de enseñanza, como también las concepciones existentes en los estudiantes en la perspectiva de un cambio actitudinal y conceptual.

El proyecto META fue diseñado para estudiar la interacción de los estudiantes en la clase de ciencias, en particular el desarrollo de los conceptos en física de seis cohortes de estudiantes de los grados 1 al 6. Las preguntas específicas del estudio fueron:

- ¿En qué forma puede ser promovida la metacognición en estudiantes en las clases de ciencias?
- ¿Cuál es el *role* de los discursos usados en la clase en la promoción de la metacognición en estudiantes de niveles elementales? ;
- ¿Cuál es la naturaleza de los procesos metacognitivos? ; y
- ¿Cuál es el *role* de la metacognición en la promoción del cambio con-

ceptual en las clases de ciencias de los niveles elementales?

Para Hennessey (1993) la metacognición va más allá de lo que habitualmente se propone en la literatura, es decir, lo metacognitivo no debería estar relacionado con los estudios que sobre cognición se han desarrollado para saber cómo se aprende o se recuerda una información, ni con los estudios de la cognición involucrados en seleccionar y dominar estrategias metacognitivas para resolver problemas.

Hennessey introduce el elemento de la conciencia como un rasgo fundamental de la actividad metacognitiva. En este sentido la actividad metacognitiva estaría ligada con la habilidad para pensar sobre lo que se conoce y cómo se conoce. Aquí lo metacognitivo debe contemplar la habilidad del(la) estudiante para ser competente en los siguientes aspectos:

- Considerar las bases conceptuales que posee sobre una concepción específica;

- Tener la capacidad para evaluar y comparar concepciones distintas al mismo tiempo;

- Saber sopesar las propias creencias con evidencias nuevas que las contradigan o afiancen;

- Considerar conscientemente el estatus de las creencias; y

- Evaluar la consistencia y el nivel de generalización de las propias concepciones.

Dentro de esta visión de metacognición se excluye la habilidad para: a)

ejecutar una secuencia de estrategias, b) emplear un grupo de heurísticas que conduzcan al perfeccionamiento de una tarea, y c) la explicitación de la autorregulación del alumno en tareas ya automatizadas. De esta manera no sería metacognitivo sino cognitivo lo siguiente:

- Estrategias de aprendizaje: la habilidad para hacer inferencias, chequear el entendimiento, resumir o parafrasear textos, reconocer contradicciones o ambigüedades en textos, reexaminar el texto, generalizar, resolver dificultades de comprensión, desarrollar o valorar un grupo de metas de aprendizaje para una actividad determinada.

- Heurística: descripción y análisis inicial de un problema vinculándolo dentro de un esquema que permita su solución, identificar las variables de interés de un problema, seguir los pasos establecidos haciendo uso del conocimiento de base y probando la solución resultante para valorar si es correcta y óptima.

- Control y autorregulación de la conducta de aprendizaje por parte del estudiante: Acciones como informar al profesor que se falla en la comprensión, revisar lo aprendido para identificar errores u omisiones, requerir más información si fuera necesario, realizar preguntas divergentes e inquisitivas, y ofrecer explicaciones intuitivas y alternas.

En suma, no basta con enseñar a los estudiantes un conjunto de estrategias

de aprendizaje, o entrenar en heurísticas para resolver problemas, o recomendar comportamientos autorregulatorios que tienen el potencial de conducir exitosamente una tarea. A pesar de lo deseable que estas competencias puedan ser, su sólo uso no asegura que exista una conciencia plena por parte del alumno, como tampoco la habilidad para hacer el uso consciente de argumentos racionales que soporten afirmaciones sobre el conocimiento.

Que una estrategia, una heurística o un comportamiento autorregulatorio, sea o no metacognitivo, no depende solamente del instrumento sino de su uso consciente por parte del que aprende. En este sentido el uso de la reflexión como criterio de selección por parte del estudiante sería el rasgo fundamental para determinar si se está al frente de un comportamiento metacognitivo. En términos de Kuhn et al (1988), *lo metacognitivo lo definiría la habilidad para pensar sobre el significado de una estrategia específica, en contraposición al uso no reflexionado de un grupo de estrategias.*

Elementos que caracterizan un comportamiento metacognitivo

De acuerdo con lo planteado anteriormente, lo metacognitivo no lo define el uso de estrategias, heurísticas o actividades de autorregulación, sino más bien, la habilidad que debe poseer

el alumno para pensar sobre sus propias concepciones como objeto de cognición. El acto de “explicitar el pensamiento sobre las concepciones personales como objeto de cognición” requiere la ubicación de múltiples aspectos, entre otros:

- Considerar las múltiples formas de representación de constructos o afirmaciones de conocimiento;
- Hacer público el razonamiento usado para soportar los constructos personales o afirmaciones de conocimiento;
- Considerar explícitamente las implicaciones y las limitaciones inherentes en afirmaciones de conocimiento personal;
- Considerar la inteligibilidad, la plausibilidad y la fructificabilidad de las propias ideas sobre los tópicos bajo consideración en interrelación con la inteligibilidad, la plausibilidad y la fructificabilidad de una idea alternativa bajo consideración: y
- Buscar consistencia y generalidad entre las propias creencias.

La formación de docentes y el papel de la metacognición

Es muy importante resaltar el Proyecto PEEL (Project to Enhance Effective Learning), en la medida que se constituye en el principal proyecto que en el ámbito mundial se tiene sobre metacognición y formación de profesores(as) en ciencias.

Este proyecto se inició en 1985 (White & Gunstone, 1989), pero tuvo un desarrollo considerable a partir de 1987 (Gunstone et al, 1993); el principal aspecto del proyecto estuvo relacionado con el entendimiento de las complejidades inherentes al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, indagando sobre los procesos por los cuales los individuos cambian sus concepciones por visiones más cercanas a las de la ciencia.

Una línea investigación se dedicó al trabajo con profesores de ciencias de la secundaria básica, con quienes se desarrolló un proceso de interacción de forma cooperativa. La segunda línea de investigación involucró un grupo de graduados(as) en ciencias que se iniciaban en su formación profesional.

Ha sido reconocido de manera amplia que el desarrollo profesional abarca el cambio conceptual junto con el cambio de actitudes, creencias y comportamientos en clase (Connors, 1991; citado por Baird & Hagglund, 1994). De esta manera la pregunta que emerge es: ¿Cómo favorecer más efectivamente estos complejos cambios de atributos y comportamientos tanto en el ámbito personal como en el profesional?

Una idea central del PEEL está en centrar la atención del(la) profesor(a) en torno a tres preguntas claves que permite ubicar la acción docente:

- “¿Por qué estoy en este salón?”,
- “¿Qué estoy haciendo?” y
- “¿Por qué estoy haciendo esto?”.

Estas preguntas permiten ir progresando a medida que se focaliza la reflexión del(la) profesor(a) en torno a una pregunta aún más general: “¿Qué es una buena enseñanza?” (Baird & Hagglund, 1994).

Para responder a los anteriores interrogantes, se opta primero por establecer la naturaleza de lo que sería un buen aprendizaje por parte del(a) profesor(a), lo que permite, a continuación, reflexionar sobre lo que sería una buena enseñanza que busca la promoción del aprendizaje.

Los principios que fundamentan esta línea de acción en la formación del profesorado son (White & Mitchell, 1994):

- El(La) futuro(a) profesor(a) tiene necesidades que deben considerarse al planificar e implementar el programa de formación, las cuales se suplen durante su desarrollo en preservicio;
- La transición de estudiante a profesor(a) es fundamental y difícil y se ve facilitada cuando los(as) futuros(as) profesores(as) trabajan estrechamente con sus colegas;
- El(La) profesor(a) en formación es un(a) aprendiz que continuamente está construyendo concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje;
- El programa debe caracterizar y avanzar sobre los modelos de enseñanza que tienen los futuros profesores;
- El(La) profesor(a) en formación debe ver el programa de preservicio como una experiencia educacional de valor;
- La formación inicial es por definición limitada; y la noción de practican-

te reflexivo es un modelo idóneo para la enseñanza en programas de preservicio.

Los anteriores principios sobre la formación en preservicio se pueden desarrollar si se les articula con los principios sobre el desarrollo del meta-aprendizaje. En este sentido vale la pena contrastar los anteriores aspectos con las condiciones que ha de reunir un programa eficaz de formación continuada de docentes (Furio & Gil, 1999). Favorecer la reflexión didáctica explícita por parte del profesor sobre su pensamiento, sus actitudes y sus comportamientos docentes espontáneos, puede en determinado momento, contribuir a superar los obstáculos para la transformación de su concepción de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Principios generales relativos al desarrollo del meta-aprendizaje

De la experiencia inicial desarrollada en el PEEL con los(las) profesores(as), se desprenden los siguientes principios que influyen en el desarrollo del meta-aprendizaje en el aula de clase.

• El contexto como determinante en el éxito del meta-aprendizaje.

Dado que los cursos están constituidos por alumnos (as) y profesores (as), los(as) cuáles presentan diferentes intereses, motivaciones y desarrollos, es necesario contextualizar las propuestas didácticas de tal forma que

contemple las particularidades de la cultura de base. No es posible extrapolar literalmente las enseñanzas logradas en un proceso para transmitir las a otro proceso en donde el contexto es diferente, por lo regular es necesario adaptar las propuestas didácticas al nuevo contexto.

• Entendimiento de los propósitos del meta-aprendizaje.

La existencia de dos perspectivas distintas sobre el aprendizaje, tanto del(la) profesor(a) como del(la) alumno(a), hace que sea necesario una claridad sobre los propósitos del meta-aprendizaje. Por lo regular los docentes toman más rápida conciencia sobre las bondades de este tipo de enfoques, lo mismo que sobre el impacto en el aprendizaje de sus alumnos(as). En cambio para el(la) alumno(a) esto no es algo claro o de interés; una vez se inicia el proceso de trabajo en el aula los(las) estudiantes tienden a desviar su atención en aspectos que signifiquen un menor esfuerzo.

Cuando se ponen en escena propuestas de instrucción metacognitivas en el aula de clase se produce un período durante el cual los(as) profesores(as) y los(las) estudiantes tienen que aprender a operar efectivamente. Malos entendidos tienen que ser sorteados. Por ejemplo, el meta-aprendizaje requiere de una mayor responsabilidad por parte de los(las) estudiantes sobre su aprendizaje, en este sentido debe haber un cambio en la manera en que se conduce la relación profesor(a)-estudiante.

Lo anterior trae cambios substanciales en los ritmos de aprendizaje, secuencia de contenidos, disciplina de la clase y roles distintos para el(la) profesor(a) y los(las) alumnos(as), priorizando un mayor protagonismo del estudiante y una actitud distinta del docente con respecto a su concepción tradicional del proceso enseñanza-aprendizaje.

Este tipo de trabajo no es fácil y los primeros resultados dicen poco sobre la fructificabilidad de la propuesta. Como toda nueva innovación, se puede dar la sensación de que las cosas funcionaban mejor como estaban antes, a como se las propone desde la nueva perspectiva, en este caso desde la perspectiva del meta-aprendizaje. De aquí emerge un principio que se debe tener en cuenta: En los momentos iniciales de cualquier innovación las cosas tienden a ser peores que como se las concebía al principio (White & Gunstone, 1989).

• **Necesidad de un soporte colectivo.**

En este tipo de innovaciones la acción conjunta de los(as) docentes es fundamental. Lejos de tratarse de un proceso que gira en torno a un individuo lo que se debe buscar es que exista un trabajo de equipo que permita por un lado apoyar la labor de los(as) docentes y genere escenarios para la socialización de los diferentes desarrollos. Reuniones de discusión, análisis de casos, observación de clases, soporte de expertos(as), y cualquier otro tipo de trabajo cooperativo como favorecer la

reflexión colectiva, el debate, la puesta en común, paulatinamente permiten ir generando una atmósfera favorable y necesaria para la innovación.

• **Necesidad de un apoyo de expertos(as).**

Es muy conveniente que exista un contacto directo tanto con las directivas del plantel, que les permita a los(as) docentes apreciar el compromiso de la Institución hacia la innovación, así como también la visita de expertos(as) de gran reconocimiento por parte de los profesores(as). Este tipo de contactos permiten dar confianza sobre lo que se está haciendo y anima a seguir en el proceso, sobre todo en la primera parte del proceso en donde es necesario focalizar el tipo de problemática y los aspectos sobre los cuales encauzar el trabajo.

• **Necesidad de distintos formatos de clase.**

Como se ha venido planteando acá, lo metacognitivo no está ligado exclusivamente con el uso de herramientas (mapas conceptuales, algoritmos o uso de preguntas, entre otros), sino con un incremento de la reflexión consciente de los(as) estudiantes sobre sus creencias, es importante evitar una automatización de las actividades que se realizan en el aula de clase.

Los procesos de cambio conceptual y meta-aprendizaje se facilitan en la medida en que se prioriza la reflexión consciente de los(as) estudiantes y se incrementa la movilidad en los métodos de aprendizaje y la motivación per-

sonal. Al parecer al variar las prácticas de aprendizaje de manera frecuente, los(as) estudiantes no incurren en la fijación funcional de estrategias que obstaculizan el pensamiento productivo, lo cual obliga al (a la) estudiante a realizar un continuo esfuerzo por incrementar su reflexión sobre lo que está aprendiendo. Lo anterior en ningún momento está abogando por un ecléctismo metodológico, en donde se cambia el formato de clase sin fundamento alguno, por el contrario, lo que se plantea aquí es la necesidad de dinamizar el aprendizaje y por ende la actividad intelectual del estudiante.

• **La motivación como elemento importante.**

Es necesario entender que cuando se habla de *la motivación* en el campo de la metacognición, *se está haciendo referencia al sentimiento que experimenta un individuo al entender la importancia y naturaleza de sus reflexiones*. En este sentido un individuo desarrolla una fuerte motivación por el aprendizaje si logra apreciar desde una perspectiva estética la coherencia con lo que aprende, su relación con lo que ya sabe y las nuevas posibilidades que se abren para su pensamiento.

• **Necesidad de desarrollar una visión a largo plazo sobre el aprendizaje.**

No se trata de que el(la) estudiante se conforme con aprender los contenidos que se estudian en la clase, sino de comprender que estos son un medio en un largo tránsito que busca potenciar

sus habilidades de reflexión y control de sus procesos de aprendizaje. De aquí la importancia de pasar de un enfoque de mirada inmediatista, tanto del (de la) profesor(a) como del(de la) estudiante, que se detiene en particularidades y no ve el aprendizaje como un proceso continuo.

Direcciones futuras de la investigación metacognitiva en la educación en ciencias

Existen tres frentes claramente definidos en torno a los cuales se está desarrollando la investigación metacognitiva en la educación en ciencias: La formación de profesores en ciencias, el desarrollo de habilidades metacognitivas en la clase de ciencias y el desarrollo de la lectura comprensiva de textos de ciencias.

Sin embargo, la investigación metacognitiva en la enseñanza de las ciencias se ha suscrito preponderantemente a la esfera cognitiva, es decir al desarrollo de estrategias de aprendizaje, al uso de heurísticas, y al desarrollo de procedimientos de auto regulación y control metacognitivo. Salvo contadas excepciones (Hennessey, 1993), lo metacognitivo se ha relacionado con la reflexión consciente sobre los esquemas y formas de pensamiento.

Si bien es cierto resulta interesante profundizar en el diseño de estrategias de aprendizaje, heurísticas y actividades de autorregulación y control, el no enfatizar sobre el papel de la concien-

cia y la reflexión por parte del sujeto, hacen ver estos trabajos más de corte cognitivo que metacognitivo. El reto a desarrollar en la futura investigación metacognitiva en la enseñanza de las ciencias, está en pasar el umbral de lo cognitivo para ubicar el problema en términos de construcción de racionalidades desde las disciplinas científicas.

Lo anterior implica inicialmente una toma de conciencia sobre las disciplinas científicas como complejos constructos que modelan la realidad, que operan mediante reglas de construcción de sentido, que poseen visiones ontológicas y epistemológicas que definen qué y cómo pensar, y que brindan información sobre aquello que se llama naturaleza.

Las teorías científicas poseen todas las características de grandes entramados culturales, lo que significa que no son reducibles a simples lenguajes, sino que en ellas se expresan visiones, lógicas, modelos de interpretación; ideológicamente tienen la capacidad de transformar a quien decide vivir inmerso en ellas. Las teorías científicas son “entes vivos”, contruidos por el hombre, pero que adquieren autonomía; la adhesión de los sujetos a las teorías científicas requiere de una pérdida de su propia cultura en favor de una nueva forma de pensar la realidad.

Es interesante apreciar como las anteriores afirmaciones, en alguna forma se sustentan con trabajos de distintos autores que han tratado de pensar la posibilidad de una sociedad

cuántica, orientada por los axiomas de la Teoría Cuántica, en donde los individuos podrían cambiar sus percepciones, sus valores y sus comportamientos sociales en la perspectiva de una nueva sociedad basada en la naturaleza de la mente y el universo mismo (Zohar, 1990; Zohar & Marshall, 1994).

La emergencia de nuevos planteamientos sobre una nueva interpretación del MCC (Chi et al, 1994; Slotta et al, 1995; Mortimer, 1995; Soto, 1998), más ligada a una reflexión sobre la naturaleza de los objetos de conocimiento, permite vislumbrar un espacio nuevo en donde la investigación metacognitiva se podría desarrollar en la perspectiva de poner en primer plano el papel de la conciencia y la reflexión hasta el momento no abordados de una manera apropiada por una teoría del aprendizaje.

Bibliografía

- AUSUBEL, D. (1968) *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Wilson
- BAIRD, J. (1986). Improving learning through enhanced metacognition: a classroom study. *Eur. J. Sci. Edu.* , Vol., 8, No. 3: 263 - 282.
- BAIRD, J., FENSHAM, P., GUNSTONE, R. & WHITE, R. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol., 28, No. ,2: 163 - 182.

- BAIRD, J., & HAGGLUND, S. (1994). Teacher collaborative action research: A swedish adaptation of an australian project. (ERIC Document Reproduction Service No. DE 375 097)
- BAIRD, J. & WHITE, R. (1982). Promoting self - control of learning. *Instructional Science* 11: 227 - 247.
- BROWN, A., (1987), Metacognition, executive control, self-regulation and another mysterious mechanisms. En F.E. Weinert y R.H.Kluwe (Eds). *Metacognition, motivation and understanding* (65-116) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- CHI, M.T., SLOTTA, J., & DE LEEUW, N (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*. Vol. 4: 27
- CONNORS, B. (1991) Teacher development and the teacher. In P. Hughes (Ed.), *Teachers' professional development*. Melbourne, Victoria: Australian Council for Educational Research
- FURIO, C. & GIL, D. (1999) Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de ciencias. En *EDUCACION CIENTIFICA*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá, España.
- GUNSTONE, R., SLATTERY, M., BAIRD, J. & NORTHFIELD, J. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education* 77 (1): 47-73.
- GUNSTONE, R., & NORTHFIELD, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, No. 5: 523 - 537.
- HENNESSEY, G. (1993). Students' ideas about their conceptualization: their elicitation through instruction. (ERIC Document Reproduction Service No. DE 361 209).
- KUHN, D., AMSEL, E., & O'LOUGHLIN, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- MARTÍ, E., (1995). Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32
- MARTÍ, E. (1995a). Metacognición, desarrollo y aprendizaje. Dossier documental. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 115-126.
- MORTIMER, E. (1995) Conceptual change or Conceptual profile change?. *Science & Education* 4: 267-285.
- PIAGET, J. (1963) *The Origins of Intelligence in Children*. New York: Norton.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. & GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227
- SLOTTA, J., CHI, M. & JORAM, E., (1995) Assessing Students' Misclassifications of Physics Concepts: An Ontological Basis for conceptual Change. *Cognition and Instruction*, 13 (3), 373-400.

- SOTO, C. (1998) El cambio conceptual: Una teoría en evolución. *Revista Educación y Pedagogía* Vol.X, No.21: 49-67.
- SOTO, C. (1999) Metacognición y Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Antioquia (Colombia), documento de trabajo. 120 págs.
- WHITE, R., & GUNSTONE, R. (1989). Metalearning and conceptual change. *Int. J. Sci. Edu.*, Vol 11, special issue, 577 - 586.
- WHITE, R., & MITCHELL, Y., (1994). Metacognition and the quality of learning. *Studies in Science Education*, 23: 21 - 37
- ZOHAR, D. (1990) *The Quantum Self*. William Morrow and Company, Inc, New York.
- ZOHAR, D., & MARSHALL, I., (1994) *Quantum Society*. William Morrow and Company, Inc, New York.

Notas

- 1) Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales, GECE. Universidad de Antioquia. El autor agradece la lectura crítica que el profesor Carles Furió Más realizó al escrito.
- 2) Para una mayor profundización sobre el concepto de Metacognición el lector puede consultar a Martí (1995; 1995^a). Para efectos de este

artículo el concepto de metacognición está relacionado con el conocimiento sobre los procesos cognitivos y la regulación de los mismos. El primer aspecto se refiere al **saber qué**, es decir los aspectos declarativos sobre el conocimiento; mientras el segundo se refiere con el **saber cómo**, es decir al aspecto procedimental del conocimiento, que permite a la persona encadenar en forma eficaz las acciones que le permiten realizar con éxito una tarea.

- 3) Definitivamente un aspecto fundamental de la actividad metacognitiva tiene que ver con la toma de conciencia por parte de quien reflexiona sobre la naturaleza de sus propias reflexiones. Gran parte de la investigación metacognitiva que se reseña en la literatura especializada, en particular la relacionada con la lectura comprensiva, ha desarrollado lo metacognitivo ligado al uso de estrategias de aprendizaje, heurísticas, procedimientos para controlar y regular la conducta de aprendizaje por parte del aprendiz; por supuesto este tipo de desarrollos no son metacognitivos sino más de naturaleza cognitiva. Al respecto puede consultarse Soto, C. (1999) Metacognición y Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Antioquia (Colombia). Documento de trabajo, 120 páginas.