

# Enseñanza cognitiva y estratégica en ciencias naturales para el desarrollo de la habilidad de solución de problemas de contaminación ambiental

*Ana Elsy Díaz Monsalve Ruth*  
*Elena Quiroz Posada<sup>1</sup>*

- Resumen

Este informe de investigación evidencia los importantes logros de la combinación de estrategias de aprendizaje y habilidades cognitivas de interpretación, para el mejoramiento de los procesos cognitivos en los alumnos durante las sesiones de enseñanza de las ciencias. Esta doble intervención cognitiva ofrece, a su vez, una mayor relevancia didáctica de la resolución de problemas y del cambio conceptual.

- Abstract

This research report evidences the important achievements obtained from the combination of learning strategies and interpretative cognitive skills in science teaching, in order to improve cognitive processes in students, during science classes. This dual cognitive treatment also gives a major didactic relevance to problem solving and conceptual change.

- Resume

Ce rapport d'un travail de recherche met en évidence les résultats importants obtenus grâce à la combinaison de stratégies d'apprentissage et d'habiletés cognitives d'interprétation, pour améliorer les comportements cognitifs des élèves lors des sessions d'enseignement des sciences. Cette double intervention cognitive permet aussi une plus importante mise en relief didactique de la résolution de problèmes et du renouvellement conceptuel.

1 Facultad de Educación, Universidad de Antioquia  
Dirección: [adiaz@ayura.udea.edu.co](mailto:adiaz@ayura.udea.edu.co)

---

*Palabras claves: aprendizaje, didáctica, enseñanza de las ciencias, resolución de problemas, cambio conceptual* *Keywords: Learning, didactics, science teaching, problem solving, conceptual change*

## INTRODUCCIÓN<sup>2</sup>

Esta investigación analizó la eficacia de dos tratamientos de intervención cognitiva implementados en la enseñanza de las ciencias naturales, de cuarto grado de Educación primaria, y determinar la habilidad para la resolución de problemas en contaminación ambiental. Esta habilidad fue observada en las siguientes fases: ante una situación conflictiva se examinó el nivel de comprensión logrado por el alumno, el planteamiento de preguntas que hizo al respecto, la elaboración de posibles respuestas, el diseño de actividades experiencias para examinar la respuesta, la selección de implementos que requeriría para ello y la interpretación que logra de todo el proceso de resolución.

Esta respuesta de innovación psicopedagógica para las didácticas de las ciencias naturales, está orientada con estrategias de aprendizaje (elaboración y regulación) y habilidades de procesamiento de la información (interpretación).

<sup>2</sup> El presente trabajo se constituye en la exposición sucinta de una investigación realizada entre 1995 y 1997 con otra coinvestigadora, Clauda Bustamante, bajo la dirección del Doctor Egidio Lopera y el apoyo de la experta en ciencias naturales la Doctora Alicia Uribe. Esta investigación fue financiada por COLCIENCIAS Y LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA y hace parte del macroproyecto de investigación "Enseñanza y potenciación de procesos cognoscitivos, formas dinámicas de aprendizaje y ordenamiento de la actividad de estudio", agradecimientos especiales a las instituciones educativas que posibilitaron esta investigación: El Instituto Pedagógico "Claret" y la Normal la "Anunciación".

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante este estudio, el propósito principal fue analizar la efectividad de dos tratamientos de intervención cognitiva: uno con estrategias de aprendizaje (elaboración y regulación) y otro con estas mismas estrategias de aprendizaje y la habilidad cognitiva de la interpretación. Ambos son comparados con la enseñanza expositiva, para desarrollar la habilidad de resolución de problemas en contaminación ambiental con estudiantes de cuarto grado de básica primaria.

## ENFOQUE TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

Cada vez se hace más evidente, dentro del campo de la enseñanza de las ciencias, la relación entre la ineficacia en el proceso de aprender y la deficiente planeación y control de las actividades de estudio. Frecuentemente, las fallas académicas son atribuidas a la falta de "inteligencia de los estudiantes" y, muy pocas veces, se le adjudica la responsabilidad a las dificultades para planear y controlar sus propias formas de aprender.

También se sabe que los sujetos más eficaces y expertos presentan similitud con aquellos que implementan estrategias cognitivas adecuadas durante sus tareas de aprendizaje. Ante una actividad de estudio, el sujeto puede asumir uno de los siguientes procedimientos:

- \* Secuenciación de etapas poco eficientes relacionadas con comportamientos memorísticos y mecánicos.
- \* Utilización de procedimientos algorítmicos y heurísticos.
- \* Actividades en las que se hace uso de estrategias de aprendizaje.

Nos interesó este último procedimiento. Bernard, (1996), asume las estrategias como acciones planificadas, emprendidas con vistas al logro de metas específicas.

Como contenidos mínimos del concepto de estrategias de aprendizaje se cuentan la determinación de una meta claramente identificable, el control de la actividad cognitiva por parte del sujeto que aprende y la articulación de las diferentes fases implicadas en ella. Estos tres concep-

tos relacionados con la actividad estratégica dan las posibilidades de una constante observación y evaluación del proceso de aprendizaje, la detección de errores la implementación de ajustes requeridos durante la actividad de estudio.

Pozo y Postigo, (1996), definieron las estrategias de aprendizaje como secuencias integradas de procedimientos y de actividades elegidas con el propósito de facilitar la adquisición, el almacenamiento y la utilización de conocimientos o de información. Las estrategias de aprendizaje serían conocimientos de aplicación controlada, que requieren planificación, relacionadas con el metaconocimiento (conocimiento sobre los propios procesos mentales) y los cuales implican el uso selectivo de recursos mentales en interacción con otros procesos cognitivos. De esta manera las estrategias de aprendizaje actúan a nivel intrapsíquico, como instrumentos cognitivos que median entre los contenidos construidos en la ciencia y las habilidades que gestionan la información.

Las estrategias de aprendizaje y los factores motivacionales hallan en Tapia, (1996) un punto de relación: tener en cuenta la diversas demandas de los estudiantes para la elaboración de objetivos de aprendizaje y la generación de ambientes agradables de estudio que promuevan el interés, tanto en el aprender como en su aplicación.

Un tema bien interesante sobre las estrategias de aprendizaje es el relacionado con su taxonomía. Weinstein y Mayer, Citados por Monereo (1990), clasifican las estrategias de aprendizaje en microestrategias de repetición y de elaboración; y macroestrategias de organización y de regulación. Mientras que las primeras actúan entre un problema o tarea específica con un nivel limitado de comprensión de los propios mecanismos de aprendizaje, con alto nivel de transferencia a nuevas situaciones, pero de difícil enseñanza.

Las estrategias de elaboración son técnicas y formas de transformación de datos que favorecen las conexiones entre los conocimientos previos y los nuevos datos del entorno. Un ejemplo de estrategias de elaboración es la UVE heurística o de Gowin (1990).

La estrategia de regulación se constituyen en procesos mediante los cuales el sujeto valora el estado de la información en su sistema cognitivo,

comprende procedimientos de planificación, de ejecución, y de evaluación para el acceso consciente a los instrumentos y recursos cognitivos, empleados en el procesamiento de la información. Un ejemplo de esta estrategia son los cuestionarios de autorregulación.

La habilidad de procesamiento de la información requerida a la interpretación consiste en dar un significado personal a datos mediante la conexión y el establecimiento de redes de significación, identificar conceptos claves que actúen como puentes de articulación entre los conocimientos previos y la nueva información, ampliar el contenido con ejemplos y hacer presentaciones gráficas alusivas al tema. Ello se constituye en indicadores que operacionalizan esta habilidad.

Durante la investigación se hipotetizó que un programa de intervención cognitiva basado en las estrategias y la habilidad de la interpretación, facilitaban el desarrollo de la habilidad para resolver problemas, asumida como la destreza para aplicar, desde la interacción del ser humano con el medio ambiente, conceptos, principios y procedimientos propios de las ciencias naturales a acciones como la formulación de preguntas, la operacionalización de éstas y la autorregulación del proceso seguido.

Consideramos que la mejor evidencia de un aprendizaje eficaz en las ciencias naturales es la transferencia que el sujeto realiza de lo que ha sido aprendido durante las clases de ciencias a la solución de problemas ambientales. Este aprendizaje eficaz debe hacer uso de los conocimientos construidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), así como de las habilidades cognitivas desarrolladas y el ingenio creativo para diseñar actividades en las cuales se pueda examinar alternativas de solución según su propia visión.

Desde Pozo y Postigo (1994), un tratamiento conjunto en estrategias de aprendizaje y habilidades de procesamiento de la información, también implican además el análisis de tres aspectos, como son:

- \* Un análisis del saber "qué" (conocimiento declarativo), que incluye los principios y las teorías que definen los fenómenos estudiados.
- \* Un análisis del saber "Cómo" (conocimiento procedimental) dentro de las que se aplican las estrategias de aprendizaje.

\* Un análisis del saber "Porqué" (conocimiento explicativo), que relaciona las dos anteriores y que describe los hechos mediante una interpretación de la información.

Estos tres tipos de conocimientos son parte de las actividades de resolución de problemas en procura de restablecer las condiciones ideales de una situación que no tiene las características deseadas (Minnie y Alvermann, 1991).

En este estudio, la habilidad para resolver problemas de contaminación ambiental fue evaluada como variable dependiente en las siguientes fases:

Fase I: Formulación de preguntas y planteamiento de posibles respuestas dada una situación específica.

Fase II: Operacionalización de las respuestas planteadas por medio de procedimientos para corroborar y argumentar las soluciones presentadas.

Fase III: Autorregulación y toma de conciencia de todo el proceso realizado.

La aplicación de este modelo de resolución de problemas implica la activación de procesos de pensamiento y de acciones dirigidas hacia la ejecución de tareas intelectualmente exigentes, tal como lo aplican Nickerson, Perkins y Smith (1990).

## ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Rodrigo y Arnay (1997), proponen revisar el papel que debe tener la ciencia en la determinación del conocimiento escolar, cuestionando la premisa de que hay que enseñar más y mejor ciencia. Para Lemke, (1997), el aprendizaje de la ciencia implica aprender a hablar y utilizar su lenguaje conceptual. Para Porlan, et al (1997) el propósito de la enseñanza de la ciencia es ayudar a formar el hábito de cuestionar las ideas de los estudiantes y desarrollar estrategias adecuadas para contrastarlas.

Aunque el sujeto presenta serias dificultades de aprender ciencia como es la de vincular sus conocimientos previos con el nuevo contenido de la información, debe construir significados de los que aprende, organizar los conocimientos siendo consciente de la serie de etapas y de actividades que realiza. Desde el mismo estudiante debe surgir el esfuerzo por relacionar las ideas con sus experiencias vividas, identificar las declaraciones que contradigan sus convicciones, detectar y reconocer las ideas principales de aquellas que hacen las veces de apoyo o ejemplificación, empeñar esfuerzos en actividades de resolución de confusiones conceptuales y ser consciente de la transformación que va adquiriendo su visión sobre los fenómenos del mundo.

Roth (1997), considera que si bien es cierto que finalmente desde el estudiante donde debe surgir el esfuerzo cognitivo, también es cierto que el docente debe enseñarle los procedimientos para lograr el aprendizaje de las ciencias, implementando procedimientos de enseñanza cognitiva.

La enseñanza cognitiva y estratégica se potencia con el desarrollo de habilidades, de contenidos y de estrategias de aprendizaje. Los contenidos tuvieron la intención de crear reflexión sobre la temática ambiental ya que se ha generado conciencia sobre el papel que juega la escuela dentro del sistema de alternativas de solución a la crisis ambiental, basado en la formación de los estudiantes en comportamientos ecológicos responsables y de fuerte compromiso personal, lo cual se logra, según De Castro (1997), haciendo uso de estrategias cognitivas.

## ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo cuasiexperimental, no hubo asignación al azar de los sujetos; ellos pertenecían a grupos ya formados en las instituciones educativas. La limitación de este diseño para la generalización de resultados se compensa con el propósito de analizar la fuerza del tratamiento experimental. Se controlaron los efectos de otras variaciones, como el sexo, grupos mixtos y el horario, para contrarrestar sus efectos.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de este estudio la constituyeron niños de ambos sexos. La muestra estuvo conformada por los estudiantes pertenecientes a dos grupos del grado cuarto de primaria del Instituto Pedagógico "Claret" y uno de la Normal "La Anunciación".

Los dos grupos del Instituto Pedagógico Claret actuaron como experimentales. El grupo control se formó a partir de una muestra aleatoria de estudiantes de las dos instituciones por presentar similares condiciones en el método de enseñanza utilizado. Las instituciones fueron de carácter privado, ubicadas en la Ciudad de Medellín, Colombia.

## DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

La secuencia de actividades que se realizaron con las muestras de estudio, de acuerdo con el planteamiento del problema, con el marco conceptual y con el diseño fueron:

A todos los grupos se les aplicó un pretest y un postest en resolución de problemas en contaminación ambiental y una prueba de conocimientos en ciencias naturales, ésta última con el fin de planear las unidades didácticas del tratamiento experimental. Fueron escogidos los temas por su riqueza conceptual, por su coherencia lógica y por los nexos con la vida diaria de los estudiantes.

En la intervención se manipularon dos tratamientos: Uno con estrategias de aprendizaje y la habilidad cognitiva de la interpretación y, otro tratamiento, con estrategias de aprendizaje solamente. Tanto los grupos experimentales (1 y 2) como el grupo control (3) recibieron enseñanza con los mismos materiales didácticos.

El grupo control no recibió ningún tipo de tratamiento por parte de los investigadores; su metodología, básicamente expositiva. La ruta crítica experimental y el plan de clases, para el área de las ciencias naturales, se fundamentó en una lógica interna, los objetivos de formación, de acuerdo con la temática intencionalmente seleccionada, estuvieron encaminadas a que los estudiantes logaran destacar la



importancia que tiene para los seres vivos la luz como fenómeno natural que provee las condiciones necesarias para la producción de nutrientes, determinar la importancia de la disponibilidad de agua para la supervivencia de los seres vivos y analizar la influencia que tienen los cambios de temperatura en el comportamiento de los animales y de los seres humanos.

## RUTA CRÍTICA

La sesión se iniciaba con la presentación del tema a tratar durante la clase y, en torno a ésta, se activaban los conocimientos previos y las concepciones alternas de los estudiantes por medio de preguntas que orientaban la puesta en común de las ideas y la discusión del grupo. Se continuaba con la comprensión y el análisis de la pregunta central, planteada al inicio del texto sobre el tema específico.

Luego, los estudiantes formulaban posibles respuestas a partir de sus conocimientos previos y concepciones alternas, las cuales eran transcritas en el tablero para ser sometidas a discusión.

Posteriormente, los estudiantes realizaban la lectura del texto, primero de manera individual, luego en forma grupal, acompañados del glosario de términos para facilitar la comprensión. Durante esta fase los estudiantes realizaban un esfuerzo para hallar en el texto las posibles respuestas a la pregunta formulada. En esta actividad el estudiante comparaba sus ideas previas expuestas en la respuesta a la pregunta, con los conocimientos o teorías "Vigentes" de ciencias naturales sobre el tema. Para ello, el investigador explicaba las teorías que aparecían en la lectura procurando estar permanentemente en interacción con los estudiantes.

Terminada la fase anterior, se entregaba a los estudiantes del primer grupo experimental (1) el cuestionario de interpretación que contenía pautas para activar de manera consciente la habilidad cognitiva de asignación de nuevos significados al contenido de la lectura. Se exigía un cierto nivel de control con argumentación y recursividad en las respuestas. Durante el proceso de interpretación, los estudiantes seleccionaban las palabras claves de la lectura explicaban con sus propias palabras lo

que habían entendido del texto, argumentaban con justificaciones pertinentes lo que les había parecido importante, respaldaban sus explicaciones con ejemplos y con dibujos o esquemas.

Durante el tratamiento experimental se observaba que los niños mantenían ciertas formas de explicación de los conocimientos, que aún siendo justificadas desde su nivel intelectual y su uso del lenguaje, no coincidían con las del tratamiento, se hizo necesaria la implementación de actividades con mayores explicaciones, el apoyo de analogías y ejemplos que ayudaran al niño a conocer las diferencias y disentimientos entre su visión del mundo y la de la ciencia. Fue a través de aproximaciones sucesivas, conectadas con experiencia cotidiana, que los niños evolucionaron en los contenidos trabajados.

Para la permanencia y uso de estos nuevos conocimientos se activó, durante el tratamiento, una interacción significativa entre las experiencias de los niños y su habilidades de pensamiento que favorecieran la resolución de las discrepancias y afianzaran los anclajes establecidos entre la información previa y la nueva, o promoviendo la aparición de ideas rivales con las que se daba sentido a la experiencia.

Las elaboraciones de los niños, permitían establecer el debate de sus diferentes opiniones tratando de seleccionar entre la pluralidad de opiniones, aquella que mejor explicaba el fenómeno del estudio. El tratamiento creó un clima de seguridad para que los estudiantes expusieran sus conceptos de tal manera que fluyeran espontáneamente, aunque con esfuerzo mental, dada su edad. Cuando se facilita este intercambio, se puede conseguir la clarificación de los puntos de vista de los estudiantes, sus nuevos aprendizajes, sus dudas y vacíos, la transformación de sus criterios hacia el enfoque de la ciencia y consolidación del punto de vista científico, no solamente en el ámbito de las experiencias, sino también de la imaginación y de la lúdica de los alumnos. El fomento de la discusión ayudan a los estudiantes a tomar consciencia de que pueden ser copartícipes en la construcción de las ideas más que de recibir las ideas "correctas".

Para las semanas finales del tratamiento, la actitud y el funcionamiento cognitivo del estudiante evolucionó hasta una reflexión crítica y consciente con la que revisaba deliberadamente la realizado. El desarrollo de

esta actitud (confrontación Cognitiva) tiene el valor de incrementar el aprendizaje potencial de los procesos y los conceptos de las ciencias.

Algunos principios para la actuación didáctica se deducen de la articulación de las unidades de análisis:

- \* Establecer claramente qué, cómo y por qué, piensan así los estudiantes, comprender sus definiciones y procedimientos a partir de los parámetros de la cultura que los rodea.
- \* Elaborar preguntas sencillas para desarrollar y mantener la confianza del niño.
- \* Animar a los estudiantes a compartir y entender lo que piensan.
- \* Ser sensibles ante las respuestas inesperadas y explorarlas cuidadosamente. Producir acciones cognitivas divergentes.
- \* Examinar con cautela las afirmaciones contradictorias del niño. Trabajar con base en preguntas y demostraciones que originen la duda cognitiva para motivar el niño a la indagación sobre el objeto de estudio.

Luego del procedimiento anterior, se entregaban un diagrama en forma de UVE a ambos grupos, en él se registraba la pregunta central en el vértice inferior de la UVE, las posibles respuestas en el lado izquierdo de ésta y luego la presentación gráfica de la actividad experimental en el vértice exterior de la UVE.

Los estudiantes registraban sus observaciones y comentarios de la actividad experimental en la parte derecha de la UVE. Luego, se procedía al análisis grupal de los resultados obtenidos y se determinaba si con ellos se había logrado responder a la pregunta centra.

Cada sesión experimental concluía con una actividad de consulta denominada "investiga" en la que planteaba una pregunta para resolverla en casa utilizando el diagrama UVE, con la ayuda de libros, visitas a las bibliotecas y observaciones colectivas o individuales.

El proceso de regulación utilizado durante el tratamiento, se concreta en actividades de planificación, monitoreo y evaluación para ayudarle

al estudiante a entender los procesos realizados antes, durante y después, de la clase o de las tareas realizadas.

## RESULTADOS

Se obtuvo diferencia para cada estudiante entre el pretest y el posttest, creando un nuevo indicador de la variable dependiente llamada "ganancia" para los grupos experimentales y el grupo control.

El análisis estadístico se centró en esta ganancia y en la comparación de los valores promedios de ellas para los grupos experimentales y el grupo control. Los niveles de seguridad fueron del 95% y las pruebas de hipótesis se hicieron con un nivel de significancia del 5%.

La hipótesis de investigación fue: Existe diferencia significativa en el promedio de puntuación de una prueba de resolución de problemas en un caso de contaminación ambiental entre los tres grupos de estudio ; primero, tratamiento en estrategias de aprendizaje y la habilidad de la interpretación simultáneamente; segundo, tratamiento sólo en estrategias; tercero, control, con estudiantes que son enseñados con el método expositivo. La variable sexo tiene incidencia en estos cambios así como la interacción entre el tratamiento y sexo.

La hipótesis nula: No existe diferencia significativa en el promedio de puntuación en prueba de resolución de problemas en un caso de contaminación ambiental entre los tres grupos y, tampoco, existen efectos debido a la variable sexo.

Con relación a los hallazgos del tratamiento experimental, el resultado del análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) originados por el factor grupo, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula a una probabilidad menos de 0.001 y aceptar la hipótesis de investigación en relación con el tratamiento, garantizando la efectividad del entrenamiento integrado por la habilidad cognitiva de la interpretación y las estrategias de aprendizaje de elaboración y regulación sobre la resolución de problemas de contaminación ambiental.

El promedio de ganancias de los grupos experimentales fue 4 veces mayor que el promedio de ganancia del grupo control. También, se ob-

servó una diferencia notable entre el promedio de ganancia del grupo experimental que recibió el tratamiento simultáneo en la habilidad cognitiva de la interpretación y en las estrategias de elaboración y regulación y el promedio de ganancia del grupo que recibió el tratamiento únicamente en estrategias de aprendizaje.

Se presentó una diferencia significativa entre las ganancias medias de los grupos controles y de los grupos experimentales a favor de estos últimos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación.

Se presenta una diferencia significativa entre el promedio de puntuación de una prueba de resolución de problemas de contaminación ambiental en el grupo con entrenamiento sólo en estrategias de aprendizaje, comparado con el promedio de puntuación, en la misma prueba, del grupo control. Sin embargo, no hay diferencia significativa entre la ganancia media de ambos grupos experimentales, aceptándose la hipótesis nula: no existe una diferencia significativa entre el promedio de puntuación en una prueba de resolución de problemas de contaminación ambiental en la misma prueba, del grupo que recibió únicamente entrenamiento en estrategias de aprendizaje. No se observaron diferencias en la habilidad de resolución de problemas en niños y niñas.

Con relación a los resultados de la prueba de seguimiento de procesos cognitivos básicos durante la realización de tareas experimentales se obtuvo: el resultado del análisis de varianza revela diferencias altamente significativas para los factores grupo y prueba ( $p < 0.001$ ), altamente significativa para la interacción grupo prueba y estadísticamente significativa para la interacción grupo sexo ( $p < 0.05$ ).

## ANÁLISIS CUALITATIVO

El proceso conjunto de comparar y profundizar en los resultados de las tareas experimentales, en la observación de los estudiantes por el equipo de investigación y en el significado que los estudiantes atribuyeron al tratamiento experimental, permitió responder a las siguientes preguntas, ejes del análisis cualitativo:

1. ¿Al iniciar el proceso experimental qué procesos cognitivos se manifestaban en los grupos experimentales?
2. ¿Cómo se desarrollan y se transforman éstos proceso a medida que el tratamiento avanza?
3. ¿Qué neoformaciones cognitivas, es decir, nuevos proceso cognitivos empiezan a germinar y a crecer como resultado del tratamiento?

Para responder a estas preguntas, se hizo un seguimiento a los grupos experimentales en tres fases:

Primera fase: Durante las primeras treinta horas del tratamiento, situaciones que respondían a la primera pregunta.

Segunda fase: Durante el período comprendido entre las cincuenta y setenta horas de tratamiento, situaciones que respondían a la segunda pregunta.

Tercera fase: Durante el período comprendido entre las ochenta y noventa horas del tratamiento, situaciones que respondían a la tercera pregunta.

Al reunir la información proveniente de las tres fuentes anteriormente mencionadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- \* Explicación de las unidades evolutivas de análisis.
- \* La evolución de los componentes que constituyen cada una de las unidades de análisis permite observar la construcción de procesos cognitivos cada vez más cualificados desde la interacción en el grupo.
- \* Las siete unidades de análisis constituidas y categorizadas a partir de las comparaciones entre las situaciones seleccionadas del diario de campo, preconceptos y presentación del mundo; curiosidad mental, construcción de modelos explicativos y diseño de actividades experimentales; interpretación de la relación entre lo nuevo y lo ya conocido; aprendizaje generativo y confrontación cognitiva, responden en el caso específico del tratamiento, a las posibilidades cognitivas reales de los niños en el aprendizaje de las ciencias naturales.

- \* Las unidades de análisis, al ser observadas como fases de un proceso en continuo proceso, perfilan el eje de complejidad de los componentes de las unidades, facilitan la información que evidencia un hecho incontrovertible: para que un proceso de aprendizaje sea significativo debe iniciar con las concepciones previas de los estudiantes y desarrollar una estrategia de intervención que integre sus representaciones o ideas y los modelos explicativos construidos por la ciencia.

Las concepciones previas de los niños se han de considerar, no como una interpretación errónea, resultado de una deficiencia, sino como un punto de partida para la construcción progresiva, de la cual puede resultar distintos niveles de acercamiento a los conocimientos científicos que se pretende enseñar.

Muchas de las representaciones previas de los niños, acerca de los fenómenos de la naturaleza, son heredadas del patrimonio cultural, de carácter mágico-animista. El conocimiento de ese fondo determinado de acciones intelectuales y de esas representaciones por parte del equipo de investigación, sirvió para comprender las razones de las formas de pensar de los niños, su interés por lo que es irregular, asombroso, excepcional, imprevisto, fuera de cause.

Los niños, al conocer, probar experiencias nuevas, modelos explicativos opcionales, descubrir aspectos relativos a los fenómenos, formulaban preguntas que revelan no solamente su interés, sino también, sus búsquedas y construcciones del saber, su curiosidad mental, y sus construcciones de modelos explicativos.

- \* La construcción del conocimiento en las ciencias naturales no es independiente del desarrollo de las actividades cognitivas. Es difícil lograr que los niños transformen sus conocimientos previos en un enfoque científico si no se les enseña medios para conseguir, comprender y gestionar la información, es decir, habilidades cognitivas.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS E IMPLICACIONES

Una educación cognitiva y estratégica para la resolución de problemas de contaminación ambiental, ha de tener, las siguientes característi-

cas, según Lipman et al (1992) y De Castro (1997): estar impregnada de reflexión y racionalidad; ir tras la búsqueda del significado, buscar la unidad en la experiencia de aprendizaje del niño: posibilitar globalidad y sentido de la perspectiva, desafiar la imaginación del niño y favorecer líneas que permitan que las diversas materias del currículo se integren mutuamente: emprender un análisis de profundidad sobre los problemas ambientales en toda su extensión según modelos de investigación e intervenciones propias de la pedagogía, de las ciencias naturales y sociales, aportando sus marcos teóricos, sus herramientas y sus estrategias de acción y de evaluación en la resolución de la grave crisis ambiental de la época.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La efectividad de un entrenamiento en la habilidad cognitiva de la interpretación y estrategias de elaboración y de regulación sobre la resolución de problemas de contaminación ambiental, requiere de las siguientes matizaciones teórico-metodológicas:

- \* Adoptar la comprensión como objetivo fundamental del aprendizaje requiere la reducción de contenidos dadas las exigencias de tiempo y de cambio conceptual. El constructo de cambio conceptual resulta ser actualmente criticado. Todo el proceso de construcción de conocimiento aporta al estudiante explicaciones conceptuales «alternativas» que coexisten con otras versiones sobre un objeto de estudio. Realmente, el constructo «cambio conceptual», no se da en términos tan radicales, es más procedente, por tanto, hablar de «alternativa conceptual».
- \* Se ha establecido una relación entre el análisis de las actividades ambientales y las diferentes concepciones sobre la naturaleza, el medio ambiente y su conservación. Hernández, et al (1997), consideran que el perfeccionamiento de los modelos teóricos que se elaboran, la adecuación de los procedimientos de medida y el desarrollo de estrategias de intervención evaluativa, constituyen los retos para el futuro que debe afrontar la investigación sobre comportamientos ecológicos responsables y creencias ambientales.



Los niños y niñas empiezan a razonar cuando pregunta porqué y para qué de algo, por medio de las cuales descubren una significación casual o definen una finalidad.

Se le ayuda a los estudiantes a distinguir entre justificaciones y explicaciones sobre la contaminación ambiental cuando se le enseña la diferencia entre cosas hechas a propósito y cosas que ocurren «accidentalmente». Con relación a la naturaleza se debe enseñar al estudiante que ellos son responsables de las cosas que hacen deliberadamente pero no lo son de las que ocurren por accidente a no ser que éste se hubiera podido prevenir (Lipman, et al 1992).

## **BIBLIOGRAFÍA**

Ausubel, D. Novak, J. y Hannesian, H. (1990): *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas. 2 edición.

Beltrán, J. A. (1997): *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Editorial Síntesis.

Bernard, J,A, (1996): «Estrategias de aprendizaje y enseñanza: Evaluación de una actividad compartida en la escuela». En : Monereo, C. *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Domenech.

Bustamante, C, Diaz, A. y Quiroz, R (1997): *Enseñanza cognitiva y estratégica en ciencias naturales para lograr la habilidad de resolución de problemas de contaminación ambiental, con estudiantes de cuarto grado de básica primaria*. Tesis Universidad de Antioquia.

Candela, M.A. (1991): *Investigación y Desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales*. Departamento de investigaciones educativas. En *Revista Mexicana de Física*, N° 3.

De Castro, R. (1997): *Psicología ambiental y conservación del entorno*. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente.

Finley, F. N. (1997): «Por qué los estudiantes tienen dificultades para aprender los textos de ciencias. En: Minnich, C. Y Alvermann, D. *Una didáctica de las ciencias*. Buenos Aires: Alqué.

García, R. (1997): *Evaluación ambiental y Psicología*. Universidad de Coruña. Departamento de Psicología.

Gil Pérez, D. (1993): Enseñanza de las ciencias. En: Educación ciencia y tecnología. España: Popular S.A.

Giordan, A. y Souchon, CH. (1997): La educación ambiental: guía Práctica. Sevilla: Colección de Investigación.

Hernández, B. Suárez, E. Martínez, J. Hess, S. (1997): Actitudes y creencias sobre el medio ambiente en la conducta ecológica responsable. Universidad de la Laguna, Facultad de Psicología.

Jones, B. F. Sullivan, A. Ogle, D. Carr, E. (1997): Estrategias para enseñar a aprender. Argentina: Alqué.

Justicia, F. Cano, F. (1996): «Conceptos y medida de las estrategias y los estilos de aprendizaje». En Monereo, C. Las estrategias de aprendizaje, Procesos, Contenidos e interacción. Barcelona: Domenech.

Lemke, J. (1997): Aprender a hablar Ciencia. Barcelona: Paidós .

Lipman, M. Sharp, A. Oscanyan, F. (1992): La filosofía en el Aula. Madrid: Ediciones de Latorre.

Minnick Y Alverman (1996): Una didáctica de las Ciencias. Buenos Aires: Alqué.

Molina, A. (1989): La enseñanza de la ciencia: Dificultades y perspectivas. En: Educación y cultura. FECODE. Bogotá: N° 19.

Monereo, C. (1990): PROCESA PASCAL. Un proyecto curricular basado en estrategias de aprendizaje.

Nickerson, Perkins, Y Smith (1990): Enseñar a Pensar. Barcelona: Paidós.

Nisbet, J. y Schucksmith, J. (1991): Estrategia de aprendizaje. Madrid: Santillana.

Novak, J. y Gowin, D. (1990): Aprendiendo a Aprender. Barcelona: Martínez Roca.

Porlan, R. Rivero, A. Del Pozo, R. (1997): Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores. Métodos e instrumentos. En enseñanza de las Ciencias Pág. 1555-171.

Pozo, J.I. (1990): Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.

Pozo, J. y Postigo, y (1996): Las estrategias del Aprendizaje como un contenido del currículo. En Monereo, C. Las Estrategias de aprendizaje. Proceso, contenidos e interacción. Barcelona: Ediciones Domenech.

Rodrigo, M. J. y Arnay, J. (1997): La construcción del conocimiento escolar. Barcelona: Paidós. Pág. 75. ■ ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y COGNICIÓN

Román, J.M. (1996): «Entrenamiento en estrategias de aprendizaje. Secuencias, principios y validción». En Monereo: Procesos, contenidos e interacción. Barcelona: Domenech.

Roth, K. J. (1997): «Leer los textos de ciencias en busca del cambio Conceptual». En Minnich, C y Alvermann, D. Una didáctica de las ciencias. Buenos Aires: Alqué.

Segura, D. (1989): Hacia una alternativa curricular en la enseñanza de las ciencias. Educación y cultura. FECODE Bogotá: N° 19.

Tapia, J.A. (1996): «Motivación y Estrategias de Aprendizaje. Procesos, contenidos e interacción. Barcelona: Domenech.

