



## **MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

### **CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

PROCESOS COGNITIVOS ASOCIADOS A LA PLANIFICACIÓN  
(METACOGNICIÓN) QUE REALIZAN LOS NIÑOS Y NIÑAS ENTRE CINCO Y  
SIETE AÑOS DE EDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS LÓGICO-  
MATEMÁTICOS

OSCAR EDUARDO CLAVIJO

Licenciado en Matemáticas y Física

JUDITH HERNANDEZ PEÑA

Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas

Mg. LILIANA CHAVES CASTAÑO

Asesora

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO

CENTRO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

Sabaneta

Octubre 2012

---

<b>PRODUCTOS ENTREGADOS</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1. Proyecto de investigación</b>	<b>3</b>
<b>2. Informe técnico de la investigación</b>	<b>49</b>
<b>3. “Procesos cognitivos asociados a la planificación como estrategia metacognitiva” Artículo grupal sobre resultados de la investigación</b>	<b>88</b>
<b>4. “La solución de problemas como una estrategia metacognitiva” Artículo de : Oscar Eduardo Clavijo</b>	<b>107</b>
<b>5. “Una reflexión teórica sobre la planificación en el campo de la cognición”  Artículo de : Judith Esperanza Hernández Peña</b>	<b>140</b>

---



## **MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

### **CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

PROCESOS COGNITIVOS ASOCIADOS A LA PLANIFICACIÓN  
(METACOGNICIÓN) QUE REALIZAN LOS NIÑOS Y NIÑAS ENTRE CINCO Y  
SIETE AÑOS DE EDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS LÓGICO-  
MATEMÁTICOS

OSCAR EDUARDO CLAVIJO

Licenciado en Matemáticas y Física

JUDITH HERNANDEZ PEÑA

Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas

Mg. LILIANA CHAVES CASTAÑO

Asesora

SABANETA

2012

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>RESUMEN DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	Planteamiento de las preguntas o problema de investigación y su justificación:	7
<b>2.2</b>	Estado del Arte y Referente Teórico	13
2.2.1	Cognición	13
2.2.2	Metacognición	17
2.2.3	Planificación	21
2.2.4	Solución de problemas y análisis de tareas	24
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	OBJETIVO GENERAL	29
<b>3.2</b>	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	Enfoque de investigación	30
<b>4.2</b>	Tipo de investigación	31
<b>4.3</b>	Diseño de la investigación	31
<b>4.4</b>	Población y Muestra	32
<b>4.5</b>	Variables	33
<b>4.6</b>	Técnicas de recolección y análisis de la información	34
<b>4.7</b>	Plan de análisis y procesamiento de la información	35
<b>4.8</b>	Consideraciones éticas	36
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	Resultados dirigidos a la apropiación social del conocimiento	38

<b>5.2</b>	<b>Impactos esperados</b>	<b>39</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>43</b>

## 1. RESUMEN DEL PROYECTO

Este estudio tendrá como propósito abordar de forma descriptiva los procesos cognitivos asociados a la planificación como estrategia metacognitiva, que emplean los niños y niñas de cinco a siete años para solucionar problemas lógico-matemáticos. El trabajo será ejecutado en dos instituciones, la Institución Educativa María Mediadora del municipio de Sabaneta y la Institución Educativa La Presentación del Municipio de Envigado.

La muestra de trabajo estará conformada por 14 integrantes entre niños y niñas, distribuidos de la siguiente manera: 10 niñas (71%) y 4 niños (29%), los cuales oscilan entre los cinco y siete años.

Para identificar los procesos cognitivos y sus relaciones, se utilizarán como instrumentos de evaluación cuatro pruebas, dirigidas a evaluar la planificación. Tres de estas pruebas serán tomadas del grupo cognitiv@ de la Universidad del Valle, las cuales corresponden a: El Parqueadero, Servientrega y Soplando Pitillos. Además, La prueba torre de Hanói inventada en 1883 por el matemático francés Édouard Lucas.

A través de estas pruebas se pretenderá analizar cómo se relacionan las distintas operaciones cognitivas, con la planificación y la metacognición.

Las operaciones cognitivas que se tomarán en cuenta para la evaluación cognitiva en cada prueba serán las siguientes: Comprensión del problema, Categorización, Correspondencia, Reglas de inferencia condicional, Detección y corrección de errores, Reversibilidad, Anticipación, Razonamiento deductivo, Metacognición y Atención sostenida.

Para la recolección de la información se procederá de la siguiente manera: Se seleccionarán las tareas que enfatizan en planificación, se diseñarán los materiales y el protocolo de cada actividad para pasar al análisis de tarea, según el diseño

propuesto por Orozco (2000). Así mismo, se grabará cada sesión, buscando observar y registrar cómo el niño o la niña se enfrentan a la solución de la tarea propuesta.

Para el análisis de los datos se construirá una base de datos en Excel, allí se podrán evidenciar los procesos cognitivos identificados en el desempeño real de la prueba. En este mismo sentido, se diseñará una lista de chequeo para cada proceso cognitivo, a fin de discriminar aquellos que el niño o la niña utilizan durante el desarrollo de la prueba.

Para efectuar el análisis de los datos se utilizará el programa SPSS versión 18 y con éste se realizará una correlación bilateral de Pearson<sup>1</sup> para determinar las correlaciones que son significativas entre las diferentes operaciones cognitivas evaluadas y la planificación. Los investigadores reconocen que el tamaño muestral es reducido, pero debido a que no se trata de solo un instrumento, sino a la evaluación de los procesos cognitivos en cuatro tareas de desempeño cognitivo se tratarán los resultados correlacionales como datos estimativos y no concluyentes.

Con este estudio se espera conocer cuáles son los procesos cognitivos asociados a la planificación, buscando clarificar que la planificación en problemas lógico-matemáticos no es un proceso unitario, sino que requiere de otros procesos cognitivos para su solución. Además, si los niños y las niñas no logran planificar la secuencia de acciones que requiere un problema para su solución, se puede acudir a la descomposición de problemas en sub-problemas y a los procesos cognitivos que facilitan el alcance paulatino de la meta.

---

<sup>1</sup> El coeficiente de correlación de Pearson es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1,1] y se puede interpretar así: Si  $r = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante. Si  $0 < r < 1$ , existe una correlación positiva. Si  $r = 0$ , no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables. Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa. Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

Se considera importante retomar la planificación como estrategia metacognitiva para que los resultados de este estudio contribuyan al modelo teórico que operacionaliza el funcionamiento y la organización de este proceso en la infancia, estableciendo las operaciones cognitivas vinculadas a la planificación. De esta misma forma, los resultados también pueden clarificar las especificaciones de las tareas que fomentan la planificación en la infancia.

Se plantea además el conocimiento de los procesos cognitivos relacionados con la planificación, lo cual permite intervenir el proceso o potenciarlo mediante uso de mediadores didácticos adecuados.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### ***2.1 Planteamiento de las preguntas o problema de investigación y su justificación:***

En este estudio se pretende abordar la cognición infantil como problema de investigación, específicamente en lo relacionado con la planificación como estrategia metacognitiva. Para ello se presenta el estudio SERCE correspondiente al año 2008; los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: estudio comparativo y explicativo, un reporte como estado del arte en matemática educativa para Colombia entre 1991 y 1999, y algunos antecedentes sobre la primera infancia en Colombia. Se rescata de estos estudios, la necesidad de hacer intervenciones en el entorno natural, social o cultural del niño y la niña para identificar factores potenciadores del aprendizaje.

En el informe presentado por Acosta, Blanco, Eroles, Golberg, Konterllnik, López, y Moreno, (2010) acerca de la Atención y educación de la primera infancia informe regional: América latina y el caribe y en la investigación adelantada por Duarte, Zapata y Rentería (2010) titulada Familia y primera infancia: un estado del arte entre 1994-2005 , se evidencia como, en el plano de la calidad educativa, los

países de América Latina y el Caribe, han estado en la última década, especialmente abocados a mejorar la atención educativa infantil, lo que se ha explicitado en las respectivas Políticas Educativas de cada país. El estudio anterior muestra, como la preocupación en América Latina está dirigida a la educación de la primera infancia, específicamente en lo relacionado con los procesos educativos intencionados oportunos y pertinentes que se generan a partir de las necesidades, fortalezas, intereses, a fin de favorecer aprendizajes significativos que aporten a su desarrollo integral, dentro de una concepción del niño y la niña como sujetos-personas en continuo desarrollo humano además de la potenciación de escenarios y mediadores en el aprendizaje.

En este sentido la investigación acerca de la Atención y educación de la primera infancia informe regional: América latina y el caribe se hace referencia a entornos naturales, sociales y culturales como medios potenciadores del desarrollo y aprendizaje de los niños y niñas. Es decir, que una línea de investigación para la primera infancia será la intervención de los distintos ambientes educativos. Según esto último, la educación en la primera infancia deberá incorporar contenidos temáticos en la escuela, los cuales deberán ser pertinentes y contribuir con la necesidad de potenciar el desarrollo del pensamiento infantil. Lo anterior es corroborado en el estudio realizado por Valdés, Treviño, Acevedo, Castro, Carrillo, Costilla, Bogoya, y Pardo. (2008), Estudio SERCE, segundo estudio regional comparativo y explicativo. Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: Primer reporte de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo en el cual se corrobora lo anterior para el caso de Matemáticas.

Para el caso de Colombia, la necesidad de intervenir en los ambientes educativos, se centra en el eje de mejoramiento de los procesos de enseñanza, abordado en el documento “*La investigación en educación matemática en Colombia (1991-1999)*” de (Ortíz, 2001) y en el documento “*Pasado, presente y futuro de la primera infancia*” de (Orozco, 2010).

El documento *La investigación en educación matemática en Colombia (1991-1999)*, plantea el interés de distintos grupos académicos, durante la década de 1990, (Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad del Valle, entre otras) por encontrar respuestas a los múltiples interrogantes y cuestiones que surgen en la dinámica social, afectiva, cultural y cognitiva que se genera durante la tarea de enseñar y aprender matemáticas en Colombia.

Según lo anterior, la autora presenta como estado del arte los informes finales de veintidós proyectos de investigación en Educación matemática financiados por Colciencias durante los años 1991 a 1999, en los cuales se permite identificar los siguientes temas como aquellos en los que se ubican los problemas de investigación seleccionados por los siguientes grupos académicos (Ortíz, 2001):

- *Mejoramiento de los procesos de enseñanza*
- *Desarrollo curricular*
- *Formación de conceptos en matemáticas*
- *Dimensión cultural de la educación matemática*
- *Incorporación de tecnología*
- *Formación de docentes*
- *Identificación de dificultades en el aprendizaje*
- *Las formas argumentativas*
- *Estilos cognitivos*
- *Naturaleza de los sistemas simbólicos*
- *Formación de redes de docentes*

De lo anterior, se considera la intervención en distintos ambientes educativos, en la enseñanza y en la cognición infantil, como una posible línea de investigación que aporta elementos que contribuyen al mejoramiento del desarrollo infantil. En este sentido Ortíz (2001), considera que este componente ha sido abordado desde

el aprendizaje como un enfoque de estudio exploratorio basado en la observación, la aplicación de pruebas y el análisis de la información obtenida.

También asegura la autora, que esta perspectiva metodológica puede asumirse, desde la dimensión psicológica, ya que los procesos investigativos han apuntado más al componente, como aprende, de la Matemática Educativa, en tanto el componente de la matemática escolar, que aprende el niño, ha sido abordado de manera más tangencial. *“Dicha situación refleja el gran interés de los investigadores por comprender la forma como niños y jóvenes acceden al conocimiento matemático y, desde esa comprensión, diseñar propuestas didácticas que den lugar a cambios benéficos en el sistema educativo”* (Ortíz, 2001, p.6).

También afirma esta, que se trata de una situación que es evidente en Colombia, *“...pues no se encuentran proyectos que estén apuntando, con un énfasis mayor, a la producción de conocimiento matemático o a la caracterización conceptual de los contenidos que constituyen objeto de enseñanza en las instituciones educativas...”* (Ortíz, 2001, p.6).

En este sentido, el Mejoramiento de los procesos de enseñanza de las Matemáticas, es una línea de investigación que se propone encontrar un punto de encuentro entre las prácticas pedagógicas más usuales y la naturaleza de los conceptos que los estudiantes elaboran.

Lo anterior no pretende dar mayor importancia a la elaboración conceptual en el marco teórico de la matemática, por el contrario se rescata esta propuesta y se problematiza en el campo de la enseñanza, para el caso de la primera infancia, específicamente en lo relacionado con la planificación en la resolución de problemas lógico matemáticos.

De esta manera, la comprensión de la planificación como estrategia metacognitiva en matemáticas aporta elementos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas al mismo tiempo que permite crear contextos de interacción que favorezcan la comunicación o la relación activa de los niños con los otros; presentar situaciones estructuradas que incluyan uno o más propósitos de aprendizaje, que

les exijan resolver problemas que demanden su solución y la organización de estrategias para resolverlos; situaciones que les generen conflictos que deben resolver, transformando y movilizándolo sus recursos cognitivos, afectivos y sociales, para que esta movilización fomente la reflexión sobre el mundo, ellos mismos y los demás y contribuya con su desarrollo.

A ese respecto, es importante considerar algunos antecedentes en Colombia: en los Lineamientos Curriculares de Preescolar para Colombia (1998), se enuncia que el interés del aprendizaje "...está el ocuparse de situaciones lo más concretas posibles y vivenciales, y si nos preguntamos cuál es el medio que debería proveer aquello, estaría su entorno natural, social y cultural...". (MEN, 1998, p.11)

En la Ley 1098, Código de Infancia y Adolescencia (versión comentada), que en su Artículo 29 establece el derecho al desarrollo integral de la primera infancia: "La primera infancia es la etapa del ciclo vital en la cual se establecen las bases para el desarrollo cognitivo, emocional y social del ser humano".

Atendiendo a esto, Puche, Orozco, M., Orozco, B y Correa, M. (2009) bajo el amparo del MEN construyen el documento N°10 "El desarrollo infantil y las competencias en la primera infancia" que constituye el marco de referencia sobre desarrollo infantil y las competencias y propone algunas recomendaciones para que los educadores reconozcan, valoren y favorezcan el inmenso potencial que los niños y las niñas tienen y actúen en consecuencia con el mismo.

Atendiendo a la guía N°10 y teniendo en cuenta la diversidad cultural del país, se propone recuperar actividades cotidianas y prácticas culturales propias de los contextos en los que habitan, para significarlas desde la perspectiva de su efecto en el desarrollo de los niños y así convertirlas en espacios educativos significativos.

En consecuencia, es la utilización del análisis de situaciones Orozco (1999) las que permiten analizar el efecto que la implementación con los niños de actividades cotidianas y prácticas culturales puede tener en su desarrollo. Para la autora, el procedimiento de análisis de las situaciones se trata de un método que incluye tres

pasos: la descripción exacta de los pasos que caracterizan la práctica que se quiere recuperar; el análisis de las capacidades y competencias que la práctica exige a los niños o a cualquiera que la resuelva y finalmente, observar y describir lo que los niños efectivamente logran cuando la realizan. Esto último se convierte en una vía de acceso a los procesos cognitivos encubiertos, los cuales con el diseño y orientación asociados a la planificación como estrategia metacognitiva permiten retomar las actividades culturales tradicionales presentes en los juegos de los niños y convertirlas en escenarios que potencien el desarrollo cognitivo infantil.

Esto último implica que debe realizarse estudios sobre procesos cognitivos. En esta investigación se retoma la planificación como una estrategia central de la metacognición. Se pretende mirar cuáles son los otros procesos asociados tales como: reversibilidad, comprensión de la consigna, atención, anticipación, atención sostenida, seguimiento de las reglas, razonamiento deductivo, entre otros.

Por lo anterior el interés de esta investigación, ésta centrado en la pregunta ¿Cuáles procesos cognitivos están asociados a la planificación como estrategia metacognitiva que permite en los niños y niñas de cinco a siete años solucionar problemas lógico- matemáticos?

Analizar la cognición infantil desde esta perspectiva posibilitará, crear escenarios de investigación futuros que permitan el diseño de nuevos mediadores que estén orientados a la potenciación de habilidades cognitivas en la primera infancia, a la vez que sitúan la mirada en el cómo aprenden los niños niñas y no sólo en el qué aprenden.

## **2.2 Estado del Arte y Referente Teórico:**

Para el acercamiento al problema de investigación ¿Cuáles procesos cognitivos están asociados a la planificación como estrategia metacognitiva que permite en los niños y niñas de cinco a siete años solucionar problemas lógico-matemáticos?, se realizó un rastreo bibliográfico que enfatizaba en el razonamiento matemático infantil, específicamente en la línea del pensamiento lógico. Se encontró que para afrontar este tema, es necesario dar cuenta de los siguientes elementos teóricos: cognición, metacognición, planificación y análisis de tarea.

Ordoñez (2003) considera que la cognición aborda el problema de cómo un sujeto conoce, comprende y piensa su relación con el mundo. El proceso de conocimiento requiere de procesos previos de selección, análisis, organización, almacenamiento y recuperación de información, en tanto que la conducta aprendida no es nunca al azar, ni por ensayo y error, sino más bien una actividad basada en el establecimiento de relaciones medio fin, que opera en función de una intencionalidad clara y un objetivo preciso.

### **2.2.1 Cognición**

Según Ordoñez (2003) la Ciencia Cognitiva, surgió en el siglo XX como un marco teórico y metodológico para el estudio de la mente. En la ciencia contemporánea, este enfoque constituye el marco de referencia más completo y complejo para tratar de entender cómo se accede al conocimiento. Según este autor, la Ciencia Cognitiva recupera el problema del conocimiento para la Psicología y además lo afianza dentro de la tradición experimental.

Considera Ordoñez (2003), que abordar la cognición infantil es posible por medio de los métodos experimentales. Para el análisis de la cognición humana es necesario abordar tópicos tales como la atención, la percepción, el reconocimiento de patrones, la memoria, el lenguaje, la toma de decisiones, la solución de problemas, el razonamiento, la creatividad, el aprendizaje, la inteligencia, las emociones, el control motor, entre otros.

Para Rendón y Ramírez (2002) estos tópicos pueden agruparse para efectos de su estudio, en procesos cognitivos simples (Sensación, Percepción, Atención y Memoria), y procesos cognitivos superiores (Pensamiento, Lenguaje, Inteligencia y Conciencia).

En relación con lo anterior Ordoñez (2003), muestra las investigaciones realizadas por distintos autores acerca de la percepción. En estos estudios la percepción puede ser abordada desde las diferentes modalidades perceptuales tales como: relaciones espaciales, figura-fondo, completación de figuras, secuenciación, entre otras. Lo anterior, desde los procesos infra-lógicos según Morales (2010) permite en relación con los procesos de causalidad, establecer la planeación del procedimiento que permite solucionar una tarea de acuerdo con el espacio o el objeto con el cual se tendrá interacción.

Así mismo, la memoria, como los demás procesos cognitivos (básicos y superiores) se desarrollan y / o potencian. La investigación empírica ha mostrado en este caso, diferencias consistentes en la velocidad con la que la información es procesada, y esto tiene relación con la edad de los sujetos (Martí, 1999). Este punto es interesante, toda vez que muestra la influencia que tiene el desarrollo en el funcionamiento de los procesos de la memoria y la manera como puede llegar a determinar el conocimiento que se adquiere y que se almacena en la memoria a largo plazo. Aunque este proceso cognitivo no se evaluará en el desarrollo de las pruebas de forma directa, aparece siempre que se requiera realizar ejercicios no rutinarios en los cuales la secuencia, seriación y conservación de patrones sean identificables a través de la realización consistente de una prueba.

La presente investigación “procesos cognitivos asociados a la planificación (metacognición) que realizan los niños y niñas entre cinco y siete años de edad para solucionar problemas lógico-matemáticos”, abordará algunas conceptualizaciones sobre el razonamiento y la solución de problemas debido que están inmersos en la planificación.

En este sentido, el razonamiento configura la forma más tradicional para comprender el pensamiento y se relaciona con la capacidad de hacer juicios lógicos y coherentes. Aunque existen diversas clasificaciones de razonamiento, una de las más generales es la organización en dos tipos: el razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo (Rendón y Ramírez, 2002).

Para Banyard, Cassells, Green, Hartland, Hayes y Reddy (1995) el Razonamiento Deductivo es el proceso en el que se extraen inferencias e implicaciones de una suma de supuestos para aplicarlos a casos específicos o relacionarlos con otros conceptos.

Por su parte, Leahey y Harris (1998) expresan que el razonamiento inductivo realiza generalizaciones a partir de observaciones específicas, proceso que está asociado a la capacidad de hipotetizar.

Por lo anterior, La cognición cobra importancia en el presente trabajo, debido a que permite acercarse a los distintos procesos que involucra el niño cuando razona acerca de un determinado evento; en este sentido, Azurdia (2007), asegura que el proceso del pensamiento infantil (entre 2-6 años aproximadamente) está ligado principalmente a lo real, lo presente, lo concreto. En esta etapa el niño puede usar símbolos para representar objetos, lugares y personas, su pensamiento puede regresar a eventos pasados, avanzar para prever el futuro y detenerse en lo que está ocurriendo en algún aspecto del presente. Los procesos mentales son activos y por primera vez también son reflexivos. Una vez que los niños entran en el estadio preoperacional, su habilidad para representar cosas con símbolos los capacita para compartir un sistema de símbolos con otros. De esta manera el primer tipo de

pensamiento que se separa de la acción incluye la construcción de esquemas simbólicos de acción.

Continúa, la autora, afirmando que conforme el niño avanza por la etapa preoperacional, la capacidad para pensar de manera simbólica permanece algo limitada al pensamiento en una sola dirección o al uso de la lógica unidireccional. Al niño le resulta difícil “pensar en retrospectiva” o imaginar cómo invertir los pasos de una tarea. El pensamiento reversible que emerge entre los 6 y 7 años participa en muchas tareas que son difíciles para el niño en etapas anteriores.

Según Piaget (1932), en el estadio concreto (7-12 años aproximadamente) el razonamiento evidencia procesos de orden lógico tales como (clasificación, seriación, particularización, categorización, correspondencia, abstracción, inferencia inductiva y deductiva) e infralógicos (Relaciones parte –todo, espaciales, temporales, transitividad, entre otras).

Entre el primer sistema de las operaciones lógicas, afirma este autor, se encuentra:

- a. *Clasificación*, que consiste en englobar jerárquicamente a los individuos en clases y a las clases entre sí.
- b. *Seriación cualitativa*, o vinculación de las relaciones asimétricas expresivas de las diferencias individuales en un cierto orden de sucesión.
- c. *Sustitución entre los diversos elementos* de una clase que no presentan una igualdad matemática, sino una equivalencia cualitativa.
- d. *Reciprocidad*, consecuencia de las operaciones antes citadas y que da lugar a las operaciones simétricas.
- e. *Correspondencia biunívoca cualitativa*: se trata de hallar todas las relaciones existentes entre objetos seriados según dos clases de relaciones a la vez.

Alrededor de los siete años, con el logro de la reversibilidad del pensamiento, son posibles las operaciones lógico-matemáticas y espacio-temporales. Las formas

de equilibrio de las operaciones lógicas, se denominan agrupamientos, y las condiciones de tal equilibrio constituyen las leyes de la lógica, las cuales según (Azurdia, 2007, p. 33) son:

1. Dos elementos cualesquiera de una agrupación pueden componerse entre sí y engendran de tal manera un nuevo elemento de la misma agrupación.
2. Toda transformación es reversible", es decir cada operación sugiere la existencia de su inversa.
3. La composición de las operaciones es asociativa, es decir, que el pensamiento sigue estando libre de hacer rodeos, y que un resultado obtenido por dos caminos diferentes sigue siendo en los dos casos el mismo.
4. Una operación combinada con su inversa queda anulada.
5. En el dominio de los números, una unidad agregada a sí misma da lugar a un nuevo número, por aplicación de la composición; hay iteración.

En suma, la teoría cognitiva, proporciona grandes aportes al estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje, como la contribución al conocimiento preciso de algunas capacidades esenciales para el aprendizaje, tales como: la atención, la memoria y su relación con el razonamiento infantil.

Con respecto al presente trabajo de investigación, la cognición brinda grandes aportes para reconocer la importancia de cómo los niños y niñas organizan, filtran, codifican, categorizan y evalúan la información, así como la forma en que estas herramientas, estructuras o esquemas mentales son empleadas para acceder e interpretar la realidad.

### **2.2.2 Metacognición**

En el rastreo bibliográfico realizado se encontró que Peronard (2009), Curotto (2010), De Faria, 2006); Ruesga, 2003; Chapman y Duane, (2009), Martínez,

(2004), coinciden al entender la metacognición como la capacidad que permite obtener la información necesaria, al mismo tiempo que esta posibilita ser conscientes de las secuencias de operaciones utilizadas durante el proceso de solución de problemas y evaluar la productividad del pensamiento durante el despliegue de potencial cognitivo. Para estos autores la metacognición se concibe como producto del conocimiento y se refiere a lo que sabemos sobre nuestro propio funcionamiento cognitivo; de otro lado consideran que como proceso cognitivo, ella se refiere a las actividades de planificación, supervisión y regulación del aprendizaje.

La utilización de estrategias metacognitivas en el estudio de la matemática, permite que se controle la propia comprensión, que se detecten errores, se controlen los saberes previos y se regule el aprendizaje.

La discusión en torno a la cognición, se vuelca sobre los procesos cognitivos y la manera como estos dan cuenta de la estructuración del pensamiento. De ahí que, la reflexión en torno a los procesos cognitivos se desglosa de tal manera que es posible indagar por los procesos básicos o por los superiores.

Con respecto a estos últimos, los estudios a cerca del desarrollo de los procesos de memoria conducen al inicio de la década de 1970 a John Flavell a nombrar como metacognición la capacidad de la cognición de replegarse sobre sí misma.

Al respecto, De la Fuente, Pichardo, Justicia y Berbén, (2008) afirman que la noción de metacognición fue originada en el contexto de los estudios del procesamiento de la información en la década de 1950. Una de estas descripciones de metacognición fue hecha por Flavell (1976 citado por De la Fuente, et al. 2008) cuando describió como se gesta el conocimiento concerniente a nuestros propios procesos y productos cognitivos o cualquier aspecto relacionado con ellos. Él también afirmó que la metacognición incluía “el monitoreo activo y la consecuente regulación de las actividades de procesamiento de la información”( De la fuente , 2008, p.706).

Para Tesouro (2005), la metacognición se puede definir como «el conocimiento de nuestras cogniciones». Hay que señalar que, en el contexto de la metacognición, el término *cognición* se puede referir a cualquier operación mental: memorización, atención, percepción, comprensión, comunicación, entre otros; por lo tanto, la metacognición es el conocimiento que tenemos de todas estas operaciones.

Por su parte, Flórez, Torrado, Pérez y Mondragón (2003), logran sintetizar los planteamientos anteriores, afirmando que las operaciones metacognitivas tienen por función regular los procesos cognitivos de tres maneras: la primera de ellas es la *planeación* manifestada a través de la resolución de una tarea, y consiste en anticipar las actividades, prediciendo posibles resultados; la segunda es la *autorregulación*, la cual comprende el monitoreo y el control que se realiza durante la resolución de la tarea y se manifiesta a través de actividades de verificación, rectificación y revisión de la estrategia empleada; y por último, *la evaluación de los resultados*, que tiene lugar al finalizar la tarea, buscando evaluar la eficacia en la consecución de logros de la estrategia utilizada.

Así, Según Tesouro (2005), el uso de habilidades metacognitivas nos permite obtener la información que necesitamos, ser conscientes de nuestros pasos durante el proceso de solución de problemas y evaluar la productividad de nuestro propio pensamiento.

Zea, Atuesta y González (2000) afirman que es el niño o niña quien individual y personalmente activa sus esquemas de conocimiento ante la demanda de la tarea que va a realizar. Estos esquemas son construidos, modificados, enriquecidos y diversificados por los mismos niños en interacción con las estrategias pedagógicas que lo permitan. La mediación, entonces, se centra en crear las condiciones para orientar la dinámica interna en la dirección adecuada.

### ***Procesos metacognitivos en la resolución de tareas.***

Si la metacognición es la capacidad para reflexionar sobre el propio conocimiento o sobre las estrategias de resolución de una tarea, según Case y Gustone (2004, citado por De la Fuente, et al. 2008), entonces la utilización de estrategias de reflexión sobre las respuestas dadas en la resolución de una tarea es esencial para potenciar los procesos metacognitivos. Según Záiz, Carbonero, y Flórez (2010) se ha encontrado relación entre el desarrollo de las habilidades metacognitivas y el éxito en la resolución de tareas así como en otro tipo de actividades cognitivas como laberintos, rompecabezas, entre otros. El enfoque metacognitivo se ubica dentro del desarrollo de teorías neopiagetianas de procesamiento de información y desde ahí se ha considerado relevante en los procesos de resolución de problemas.

Del mismo modo Parra y Zais (1997), afirman que en la resolución de problemas o de tareas, se examinan los procesos mentales y el complejo engranaje de estrategias que se utilizan en el proceso de resolución.

Para realizar un análisis situacional de dicho proceso Záiz, et al. (2010), plantean que el método más adecuado sería comenzar *describiendo* los procesos pre-estratégicos. Posteriormente se enfatizaría en la descripción de los procesos de control ejecutivo, los cuales implican la representación del problema que establece la persona y los procedimientos de solución.

Las estructuras de control ejecutivo comprenderían como mínimo tres aspectos:

- a. Una representación de la situación problema (de la tarea), es decir una representación de las condiciones en las cuales el plan es adecuado.
- b. Una representación de los objetivos más comunes en dicha situación, desarrollo del plan.

- c. Representación de las estrategias empleadas, es decir de los pasos mentales que se desarrollan para ir de la situación problema a la meta de la forma más eficaz posible.

En síntesis, la metacognición ofrece una vía relevante para comprender los procesos que se activan y participan en la solución de problemas lógicos matemáticos en la edad infantil comprendida entre los cinco y siete años.

El primer aspecto antes descrito retoma la participación del plan en la representación mental de un problema. De esta manera se observa el papel central que tiene la planificación en la comprensión de una tarea y como desde ese momento se identifican las estrategias que se pueden emplear para su solución. Por este motivo y por ser la variable central de este estudio, el siguiente apartado retoma la comprensión teórica de la planificación.

### **2.2.3 Planificación**

Esta definición fue muy utilizada por los investigadores cognitivos en 1960 y 1970, en la medida en que entender la planificación permitía saber cómo la gente resuelve problemas de una manera anticipada y no producto del azar como parecía ocurrir en las teorías asociacionistas de la primera mitad del siglo XX. Para otros autores, sin embargo, más que una estrategia, la planificación es un proceso cognitivo, y para otros resulta ser un componente de la metacognición. Para este proyecto de investigación se planteara la planificación en el sentido de Das, Kar y Parrilla (1998) como estrategia metacognitiva.

Así, Para Záiz, et al (2010), la adquisición del control inhibitorio es necesaria antes de desarrollar la planificación. Dicho control es esencial en la toma de decisiones previa a la realización de cualquier tarea. La ausencia del mismo explica muchos de los fracasos que los niños más pequeños (3-4 años) manifiestan en la ejecución de determinadas tareas. Éstos tienden a elegir los ítems de respuesta que

les son más atractivos, aunque no sean los más adecuados para generar una resolución efectiva. En el proceso de solución, la anticipación aparece como un paso previo para el desarrollo de los procesos de planificación.

La planificación se evidencia con acciones para conseguir un fin y la detección y corrección de errores aparecen durante el proceso de solución de problemas (Rojas, 2006, p.112). Además para Restrepo (2007), la planificación pone en marcha *procesos cognitivos múltiples* que se manifiestan en estrategias de *selección de metas, elección, ejecución y supervisión*.

Según Rojas (2006), la planificación se clasifica en cuatro perspectivas: *La perspectiva del procesamiento de la información* asume la planificación como método de solución de problemas. Por su parte Rojas (2006), propone que la solución de problemas consiste en la búsqueda en un espacio problema, es decir, conformar una representación clara de la tarea a resolver. El espacio que proponen consta de un estado inicial, un estado objetivo y una serie de operaciones secuenciales que van logrando establecer la solución y el alcance de la meta.

*La perspectiva funcionalista* plantea la planificación como método de solución de problemas en situaciones cerradas y estructuradas en las que se buscan observar las operaciones implicadas en el proceso de resolución. La verbalización y el análisis de protocolos se constituye en la fuente para identificar las estrategias implementadas por la persona y para dar cuenta del carácter anticipado de la planificación. El sistema de producciones empleadas por las personas permite abstraer las reglas en el desarrollo de la solución, así como identificar los procesos cognitivos subyacentes a éstas.

*La perspectiva funcionalista*, según Rojas (2006), concibe la planificación como una herramienta cognitiva que le permite al sujeto anticipar y prever la solución. Para cumplir los objetivos que propone la situación el niño crea una representación anticipada de la acción o acciones necesarias para solucionar el problema.

Según Colinvaux y Puche (2001), cuando el niño anticipa, realiza acciones sobre un objeto con consecuencias empíricas visibles y actuales. Mientras que

cuando el niño prevé, implica acciones mentales sobre un modelo imaginado; implica distanciarse de lo actual y supone una representación de condiciones de la situación que no necesariamente están presentes, es decir, el niño hace predicciones de las consecuencias de sus acciones sobre los objetos antes de enfrentarse a éstos.

Finalmente, *la perspectiva desarrollista* se fundamenta en el desarrollo cognitivo que resulta de la explicación piagetiana sobre el inicio de la inteligencia. Para Piaget (1985, citado por Rojas, 2006), la planificación del cuarto sub-estadio en el periodo sensorio-motor está caracterizada por conductas medios fines. Es decir, el niño logra hacer uso de acciones intermedias, como medio para alcanzar algún objetivo.

Según las perspectivas, funcionalista y de procesamiento de la información es a través de la solución de situaciones problema como se evidencia la planificación.

Así mismo, la solución de problemas ha sido abordada en contextos más realistas para los niños y ha dado claves para entender que la significación de las tareas y las situaciones son determinantes a la hora de explicar en qué consiste resolver un problema. Según Ordoñez (2003), la investigación ha mostrado una serie de mecanismos y herramientas cognitivas, involucradas en el razonamiento y la solución de problemas que hasta hace algunas décadas eran impensables para ser consideradas como parte de la evaluación de los niños.

Por su parte Orozco (2010), asegura que se deben crear contextos de interacción que favorezcan la comunicación o la relación activa de los niños con los otros; presentar situaciones estructuradas que incluyan uno o más propósitos de aprendizaje, que les exijan resolver problemas que demanden su solución y la organización de estrategias para resolverlos; situaciones que les generen conflictos que deben resolver, transformando y movilizándolo sus recursos cognitivos, afectivos y sociales, para que esta movilización fomente la reflexión sobre el mundo, ellos mismos y los demás y contribuya a su desarrollo.

#### **2.2.4 Solución de problemas y análisis de tarea**

Coinciden los autores Ordoñez (2003), Orozco (2010) y Rojas (2006) que es a través de la solución de situación de problemas contextualizados que se puede rastrear la planificación como estrategia metacognitiva. Pero Polya (1965), había considerado que en el campo de las matemáticas, la resolución de problemas consistía tanto en un proceso de aprendizaje como en un objetivo en sí mismo, al mismo tiempo que proponía para éste último, la técnica básica consistente en un heurístico de cuatro componentes (entender el problema, configurar un plan de solución, ejecutar el plan y mirar hacia atrás), método que en la enseñanza de la matemática debía ser desarrollado.

Por su parte, Pozo, Pérez, Domínguez, Gómez, y Postigo (1994), afirman que una situación se concibe como problema en la medida en que no se disponga de procedimientos de tipo automático que permita solucionarla de forma más o menos inmediata, sino que requieran de algún modo un proceso de reflexión o toma de decisiones sobre la secuencia de pasos a seguir. Es de resaltar que el problema presenta una situación nueva para quien pone en juego sus esquemas de conocimientos, para dar respuestas a una pregunta o grupo de preguntas que generan una tensión (desequilibrio en los esquemas mentales elaborados) en el pensamiento productivo de los individuos y cuya solución requiere la búsqueda de nuevos conocimientos.

De la misma manera, Gil, Grisales y Palacios (2000) afirman que la resolución de problemas podría ser el proceso mediante el cual se llega a la comprensión de una situación incierta inicialmente, para lo cual se requiere tanto la aplicación de conocimientos previos como ciertos procedimientos por parte de la persona que resuelve dicha situación. Esta metodología como propuesta alternativa de enseñanza propende más por el desarrollo cognitivo que por el desarrollo de una

estructura de contenidos. Esta propuesta "... consiste en vincular procesos *que impliquen innovación, descubrimiento, desequilibrios con los conocimientos previos, creatividad y en definitiva, esfuerzo mental*" (Litwin, 2007, p.76)

En los últimos años los resultados obtenidos por la psicología, en estudios realizados sobre los procesos cognitivos implicados en la resolución de problemas, han permitido evidenciar su papel en la enseñanza, trasladándose desde constituir simples ejercicios de aplicación o cálculo algorítmico, hasta convertirse en un objetivo prioritario de la enseñanza.

### **Análisis de tarea**

En el análisis de los procesos de resolución (entrada, elaboración y salida de información) existen elementos no observables de forma directa, sobre todo en la fase de elaboración de la respuesta. Dichos procesos sólo se pueden inferir a través de indicadores de observación que den información sobre *cómo* el sujeto resuelve una tarea. Zais, et al (2010) establece que este aspecto es más complicado de evaluar en la infancia, ya que los procesos metacognitivos se están iniciando y el uso del lenguaje metacognitivo aún es incipiente.

Afirma esta autora que los procesos de resolución de problemas pasan primero por reconocer que existe una tarea que hay que resolver. En segundo lugar se debe de planificar una estrategia de resolución y seguidamente observar y evaluar si dicha estrategia es adecuada (procesos de planificación), y si no lo es volver a planificar otra nueva (procesos de metacognición). Para Zais, et al (2010), el niño debe de *«encontrar sentido a la información disponible en cada paso y utilizarla para generar una comprensión nueva del problema o una nueva estrategia»*.

El estudio de los procesos de inferencia es un elemento clave, obviamente solo son observables los indicadores externos de dichas inferencias. Así como el conocimiento metacognitivo es el elemento esencial para el desarrollo de la capacidad de los niños pequeños de adquirir y utilizar de forma efectiva estrategias

de resolución de problemas. El conocimiento concreto de la tarea está directamente relacionado con el proceso de resolución de la misma. Para Zais, et al (2010) en estos procesos un aspecto clave es el desarrollo de la planificación, habilidad que se va elaborando con la edad. Los niños pasan de la utilización de estrategias de ensayo-error al análisis de las submetas, por lo que su capacidad de resolver tareas está directamente relacionada con el peso de memoria que cada tarea implique. En la planificación eficaz los niños necesitan saber primero qué es lo que se pide y segundo qué estrategias son pertinentes.

La elaboración de los procesos de resolución se pueden explicar desde la teoría de Karmiloff-Smith (1994, citado por Erausquin, 2003), en la cual se aborda la competencia en los distintos dominios para la resolución de tareas (de acumulación de experiencias, inducción-teorización y metacognición). Al respecto Zais, et al (2010) discrimina tres fases: la fase guiada por los datos, la fase guiada por la teoría y la guiada por la meta-teoría. La planificación, pues, dependerá del análisis que el sujeto efectúe sobre los aspectos específicos de cada tarea.

En síntesis Záiz, et al (2010) enfatizan que los procesos de resolución de tareas deben analizar aspectos de: atención, comprensión y expresión lingüística relacionada con la tarea, planificación y análisis metacognitivo. La resolución de tareas puede estar explicada desde hipótesis de dominio específico, es decir, formas diferentes de resolver en función del tipo de tarea o de dominio general, proceso que implica la utilización de un solo algoritmo de resolución con independencia de la tarea a resolver.

A continuación se analizará la técnica de microanálisis de la tarea, la cual es retomada por Orozco (2000) y Zais y Alonso (2008) y descrita mas tarde por Charris (2009). Otálora (2009; 2010) dirá de esta técnica que el análisis de tareas implica realizar un microanálisis tanto de la tarea en sí misma como del enfrentamiento del sujeto a su resolución.

Afirman Záiz, Montero, Bol, Carbonero y Román (2011) que si se examina: cómo afronta el sujeto la tarea, el procedimiento y la respuesta que da a la

resolución de la misma tendremos datos que nos indicarán su forma de procesamiento. Partiendo de dicha forma de procesar podremos establecer los *programas de intervención* adecuados en cada caso. En el análisis de tareas un aspecto importante es la división de una tarea en sub-tareas secuenciadas ya que por un lado permitirá estudiar los posibles *pasos de resolución* y por otro, marcar las *estrategias* de una posible intervención.

El análisis de tarea se realiza a partir del estudio de la estructura constitutiva de la misma, de su demanda cognitiva y del establecimiento previo paso a paso de un procedimiento de desempeño ideal o experto. Así, la relación de la *estructura de la tarea, la demanda cognitiva, el desempeño ideal y el desempeño real* arroja como producto un esquema supuesto del *proceso mental en tiempo real* llevado a cabo por la persona.

Para acercarse a los procesos utilizados por niños entre 5 y 7 años cuando resuelven problemas lógico-matemáticos se utiliza una adaptación del análisis de tareas propuesto por Orozco (2000) y Zais y Alonso (2008), el cual consiste en centrarse en dos niveles básicos: primero, el *análisis objetivo* que exige una descripción detallada de la tarea en términos de sus objetivos, materiales, consignas, preguntas y formas de presentación, y el análisis de la estructura de la tarea en términos de sus componentes constitutivos e interrelaciones. Segundo, el *análisis subjetivo* que exige el análisis de la demanda cognitiva la tarea, el análisis del proceso de solución ideal y el análisis de las estrategias de resolución que las personas ponen realmente en evidencia al enfrentarse a la situación.

Se adoptará el modelo de análisis de tareas que propone Orozco (2000) el cual es una adaptación del análisis meta-subjetivo, Como su nombre indica, el método permite analizar cualquier tarea y como resultado de su análisis, especificar un modelo de los procesos ideales que permiten solucionarla. Señala la relevancia del método del análisis de tareas para describir y analizar detalladamente la estructura de cualquier situación utilizada en psicología y educación. De esta manera, el método exige, que se sigan por lo menos los siguientes pasos:

- a. Descripción de la tarea
- b. Análisis desde una doble perspectiva, de la estructura y las exigencias que la solución ideal posibilita
- c. Análisis del procedimiento efectivo de los individuos al resolverla

A partir del análisis de las producciones efectivas de una persona se pueden inferir las habilidades que pone en funcionamiento durante el proceso de resolución real. De acuerdo con la autora, este método facilita generar un modelo de los procesos cognitivos que permiten la solución, con el fin de determinar la dificultad y adecuación de cualquier situación.

*Análisis objetivo: diseño de la tarea*, En este componente según Orozco (2000), el maestro debe asumir la descripción más completa posible de la tarea: las instrucciones, su formato, los materiales y medios que utiliza. Igualmente, debe describir las modalidades de presentación que utiliza, por ejemplo, si utiliza un texto escrito y cómo lo presenta: en un texto, en el tablero o en una hoja fotocopiada.

*Análisis subjetivo: desempeño de los alumnos*, permite la descripción de la tarea desde la perspectiva de las exigencias que tiene la solución para la persona que la resuelve. En el análisis subjetivo se pueden distinguir dos momentos: la identificación y descripción del proceso de solución ideal y el análisis de los procesos que efectivamente posibilitan las soluciones variadas y diferenciadas.

La utilización del análisis de situaciones permite comprender el efecto que tiene la implementación en el desarrollo de los niños en actividades cotidianas y prácticas culturales. Se trata de un método que incluye tres pasos: la descripción exacta de los procedimientos que caracterizan la práctica que se quiere recuperar, el análisis de las capacidades y competencias que la práctica exige a los niños o a cualquiera que la resuelva y finalmente observar y describir lo que los niños efectivamente logran cuando la realizan.

La utilización de la observación permite al educador entender el desarrollo progresivo de las capacidades de los niños para expresar sus afectos y

sentimientos; para sentir, intuir y entender a los otros; para pensar y resolver problemas; y en general, para entender el mundo que los rodea. La observación permite establecer puntos de partida en relación con estas capacidades para acompañarlos y enriquecer su construcción de la realidad. Una buena observación de los niños exige que el educador defina qué observar y formule preguntas que le permitan seleccionar el comportamiento que quiere observar con el fin de hacer una descripción detallada de lo que cada niño o niña hace y sabe y cómo lo hace.

Los productos de la observación proveen información clave para que los educadores definan qué y cómo enseñar, cuándo puede complejizar el espacio educativo en el cual trabajan, para plantearles problemas y retos cada vez más difíciles que los lleven a pensar y a reflexionar (Orozco, 2000, p.143 ).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar los procesos cognitivos asociados a la planificación como estrategia metacognitiva que realizan los niños y niñas de 5 a 7 años para solucionar problemas lógico-matemáticos.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar desde el análisis de tarea los procesos cognitivos presentes en las tareas de resolución de problemas lógico-matemáticos en los niños y niñas de 5 a 7 años.
- Evaluar los procesos asociados a la planificación en la resolución de problemas lógico- matemáticos.

- Describir la demanda cognitiva que exige la planificación en la solución de problemas lógico- matemáticos.
- Establecer si existen relaciones significativas o no entre los procesos cognitivos, la planificación y la metacognición.

#### **4. METODOLOGÍA PROPUESTA**

##### **4.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tendrá un enfoque empírico-analítico, puesto que parte de hipótesis y teorías sobre los procesos cognitivos que se activan en situaciones de planificación y solución de problemas lógico-matemáticos. Se buscará describir los procesos y demanda cognitiva que este tipo de problemas genera en los niños/as y de esta manera realizar aportes a la teoría básica sobre metacognición, específicamente planificación en el contexto antioqueño.

Es importante aclarar que la investigación empírico-analítica empleada en los estudios sobre pensamiento (razonamiento y solución de problemas) no tiene un carácter eminentemente cuantitativo, puesto que las estrategias que se utilizarán para acceder a la cognición encubierta, requieren de la implementación de estrategias de orden cualitativo, descriptivo y micro-analítico. En este orden de ideas, en este proyecto de investigación prevalecerá el proceso frente al resultado, puesto que no es relevante si el niño/a soluciona o no el problema, sino describir los procesos cognitivos presentes en la planificación-solución y esclarecer si el niño acude a estrategias metacognitivas que mejoran notablemente el aprendizaje y las operaciones inherentes a la comprensión.

## **4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Dentro de este diseño se utilizará la investigación evaluativa, para describir el estado en que se encuentran los niños/as en relación con la planificación cognitiva.

El nivel que se pretende alcanzar en este trabajo de investigación es exploratorio, descriptivo y correlacional. Los estudios exploratorios se realizan cuando la especificidad teórica de un tema no ha sido suficiente para comprender la naturaleza y complejidad de un fenómeno. En el caso de esta investigación, los estudios sobre el pensamiento infantil y la solución de problemas lógico-matemáticos cuentan con una amplia teorización, pero en lo que respecta a la metacognición en general y a la planificación en particular, tal abundancia teórica no está presente. Por este motivo y con el fin de realizar aportes significativos en el área de la metacognición y la planificación en la solución de problemas lógico-matemáticos, el nivel exploratorio se considera apropiado y permite amplificar la observación de procesos cognitivos presentes en el niño cuando enfrenta una tarea de naturaleza procesual.

Además de alcanzar el nivel exploratorio, también avanza hacia la descripción. En este caso, describir implica detallar los procesos cognitivos presentes en los niños/as ante la solución de problemas que activan la planificación. El análisis micro-analítico permite esta aproximación al proceso secuencial que se hace evidente en las tareas diseñadas en planificación y solución de problemas lógico-matemáticos. El nivel correlacional se alcanza cuando se procesan los datos del estudio por medio del estadístico de Pearson y se analiza la presencia o no de asociaciones significativas entre las variables de estudio.

## **4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Para este trabajo se realizará un diseño de carácter transversal, el cual consiste en recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único, sin la

pretensión de interrogar la incidencia en la cognición de los instrumentos aplicados. Será de especial interés observar los procesos de pensamiento que intervienen en la solución de una tarea de carácter lógico-matemático

#### **4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Debido al procedimiento de recolección de la información (evaluador-niño/a) se realizará un estudio con una muestra no probabilística de participantes voluntarios que estén escolarizados en la Institución Educativa María Mediadora del municipio de Sabaneta y en la Institución Educativa La Presentación del Municipio de Envigado.

Se escogerán 14 estudiantes de grado preescolar y primero, se piensa en un grupo no superior ya que el diseño micro-analítico exige determinar los procedimientos realizados por cada niño/a en la solución de una tarea.

#### ***Criterios de inclusión***

Los criterios de inclusión de participantes serán los siguientes:

- **Edad:** los niños y niñas participantes están en un rango de edad entre los 5 y 7 años de edad.
- **Género:** pueden participar ambos géneros en el proceso de investigación.
- **Escolarización:** la muestra estará delimitada para niños escolarizados en preescolar e inicios de básica primaria.
- **Voluntariedad:** los participantes serán incluidos en la muestra cuando sus padres o adultos responsables acepten voluntariamente hacer parte del estudio, conozcan y firmen el consentimiento informado.

### **Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión que se contemplarán en este trabajo de investigación son los siguientes:

- **Repitencia escolar:** los niños y niñas que tengan dificultades académicas que hayan dado lugar a la repitencia escolar no serán incluidos en la muestra, puesto que es posible, que entre muchos otros factores, esté presente algún tipo de inhabilidad cognitiva que no puede ser valorada por los investigadores. Es decir, los investigadores no son psicólogos y no están certificados para realizar una evaluación de coeficiente y rendimiento intelectual.
- **Edad:** las edades superiores o inferiores al rango entre los 5 y 7 años no serán incluidas en el estudio, debido a que las tareas que se proponen para su planificación y solución están ajustadas al periodo evolutivo que caracteriza a los 5 y 7 años.

### **4.5 VARIABLES**

<b>Rótulo</b>	<b>Nivel de Medición</b>	<b>Categorización</b>
Sexo	Nominal	1 Masculino 2 Femenino
Edad	Escalar	5 años
	Escalar	7 años
Reversibilidad	Escalar	Tiene en cuenta las variables <b>Si=1</b>
	Escalar	Solo tiene en cuenta una variable <b>No = 0</b>
	Escalar	Tiene en cuenta el orden de entrada de los carros <b>Si = 1</b>
	Escalar	Solo tiene en cuenta el tamaño del carro <b>No = 0</b>
Anticipación	Escalar	Formula hipótesis <b>Si=1</b>
	Escalar	Formula hipótesis <b>No = 0</b>
Razonamiento deductivo	Escalar	Comprueba hipótesis basado en la observación, <b>Si=1</b>

<b>Rótulo</b>	<b>Nivel de Medición</b>	<b>Categorización</b>
		Comprueba hipótesis basado en la observación <b>No= 0</b>
Metacognición	Escalar	Hace le recuento de los tres ensayos = <b>3</b>
	Escalar	Hace le recuento de uno de los ensayos = <b>2</b>
	Escalar	No hace el recuento de los ensayos = <b>0</b>
Atención sostenida	Escalar	El niño está concentrado la mayor parte del tiempo, <b>Si = 1</b>
	Escalar	El niño se distrae fácilmente, <b>No = 0</b>
Comprensión de la consigna	Escalar	<b>Si= 1</b>
	Escalar	<b>No = 0</b>
Sigue las reglas	Escalar	Sigue todas las reglas = <b>4</b>
	Escalar	Quebranta una regla = <b>3</b>
	Escalar	Quebranta dos reglas = <b>2</b>
	Escalar	Quebranta tres reglas = <b>1</b>
Reglas de inferencia	Escalar	Resuelve el problema por ensayo y error = <b>0</b>
	Escalar	Resuelve el problema siguiendo las reglas de inferencia = <b>1</b>
Planificación	Escalar	Todos los movimientos son planificados = <b>4</b>
	Escalar	Casi todos los movimientos están planificados = <b>3</b>
	Escalar	No planifica = <b>1</b>
Organización de un plan	Escalar	Tiene un plan de parqueo siempre , <b>Si = 2</b>
	Escalar	Tiene un plan de parqueo algunas veces = <b>1</b>
	Escalar	No Tiene un plan de parqueo, <b>No = 0</b>
Categorización	Escalar	Estable relación entre objeto y lugar <b>Si = 1</b>
	Escalar	No establece relación entre objeto y lugar <b>No = 0</b>
Correspondencia	Escalar	Estable correspondencia entre objeto y lugar <b>Si = 1</b>
	Escalar	No establece correspondencia entre objeto y lugar <b>No = 0</b>

#### **4.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

La técnica de recolección de la información, ubicará en el análisis de tarea como técnica fundamental para acceder a la cognición encubierta. Otálora (2009, 2010) plantea que el análisis de tareas permite describir y caracterizar la actividad

cognitiva de las personas cuando se enfrentan a una situación específica, estructurada y de complejidad variable.

El análisis de tarea requiere la video-filmación del desempeño de los niños para observar detenidamente sus acciones e inferir los procesos cognitivos que están en marcha durante la solución.

Además de la videograbación se registran las observaciones en una base de datos diferenciada por cada uno de los participantes. En esta base de datos se describen cada una de las variables antes descritas inferidas a partir del desempeño de los niños.

Para contar con un índice de validez de las inferencias sobre el desempeño de los niños en las tareas de solución de problemas, la información se codifica entre los investigadores y la asesora.

#### **4.7 PLAN DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Este procedimiento requiere el registro micro-analítico secuencial, procesual y sistemático de los procesos cognitivos que intervienen en la planificación y resolución de problemas lógico-matemáticos. Como se dijo anteriormente, el acceso a la cognición encubierta exige la elaboración de una serie de tareas que hacen evidentes los procesos activados en los niños/as participantes y el registro de estas actividades es el producto de la observación de la actividad en tiempo real. Como estrategia de control de sesgos se realizará una videograbación del niño solucionando tareas. Este procedimiento resultará esencial en la contrastación y complementación de las observaciones que se realizan en tiempo real.

Una vez registrada la información, se realizará el análisis de tarea, el cual implica conocer la secuencia correcta o posible en la solución de problemas, es

decir, describir la secuencia de operadores que transforman un estado actual (problemático), en un estado-objetivo (meta). Se codificarán los siguientes aspectos:

- **Estados:** caracterizaciones de la situación-problema en términos relevantes a la solución.
- **Metas:** estado que se trata de alcanzar. En una situación compleja se pueden plantear sub-metas.
- **Operadores:** acciones que el niño/a participante puede realizar para acercar la situación actual a la meta.
- **Búsqueda:** La actividad que el niño/a participante realiza en la búsqueda de un conjunto de operadores que lleva a la resolución del problema.

Una vez consignada la información se construirá una base de datos en el programa SPSS versión 18 con el fin de obtener resultados generales del grupo de niños y niñas participantes. Se llevarán a cabo análisis descriptivos como media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Luego se llevará a cabo un análisis correlacional (matriz de correlación de Pearson) tomando como valores significativos aquellos que están entre 1 y un valor descendente de hasta 0.50 y la p sea inferior a 0,05.

#### **4.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Las consideraciones éticas que se tendrán en cuenta en este estudio son las siguientes:

**Confidencialidad:** a los padres, adultos responsables y niños/as participantes de la investigación se les informará sobre la protección de la identidad y de la no divulgación particularizada de los resultados.

**Participación voluntaria:** a los padres o adultos responsables de los participantes se les dará la opción de elegir si desean o no participar en la investigación, igualmente se hará con los niños y niñas.

**Consentimiento informado:** para el cumplimiento de directrices éticas dentro de un proceso de investigación científica, se diseñará un formato que será dado a conocer, analizado, firmado y convalidado por cada uno de los a los padres o adultos responsables de los participantes de la investigación.

Previa a la participación de los niños y niñas los padres o adultos responsables conocerán la investigación, el propósito, los objetivos y los instrumentos que se utilizarían.

Los investigadores se comprometerán a usar la información proporcionada por este estudio sólo para fines académicos y científicos y acudiendo a resultados generales y no a casos individuales.

Esta investigación es de mínimo riesgo y contempla los parámetros establecidos en la resolución N° 008430 de 1993, del 4 de octubre, emanada por el Ministerio de salud, en cuanto a investigaciones con riesgo mínimo, realizadas en seres humanos.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

- **Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos: publicaciones científicas** La producción y presentación de tres artículos de carácter académico con calidad y diseño para su publicación en medios masivos de comunicación. La distribución temática de los artículos será: uno con base en el referente teórico construido y tres con base en los resultados obtenidos.

- **Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica nacional: formación de recurso humano a nivel posgrado (tesis de maestría)**  
Presentación a la comunidad académica de los resultados en el Simposio de Investigación programado para Junio 2010.

### **5.1 DIRIGIDOS A LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO**

En esta investigación, se tiene la intención de lograr establecer los procesos cognitivos involucrados en la planificación como estrategia metacognitiva para la resolución de problemas lógico-matemáticos en el contexto antioqueño.

De lo anterior se derivará:

- La elaboración de una propuesta educativa que se centre en la potenciación de procesos matemáticos y no en contenidos solamente. Esto es, ante todo, la intención de intervenir el mundo del pensamiento infantil.

**Tabla 2.5.1 Generación de nuevo conocimiento**

<b>Resultado/Producto esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Beneficiario</b>
Una publicación de los resultados de la investigación	Artículo publicado en la Revista de psicología de la Universidad de Antioquia	Comunidad científica, estudiantes de pregrado o posgrado
Tres artículos de carácter académico con base en el referente teórico y en los resultados obtenidos.	Los artículos dan cuenta de calidad y pertinencia y son útiles para la comunidad académica.	Comunidad académica Instituciones gubernamentales y no gubernamentales

**Tabla 2.5.2 Fortalecimiento de la comunidad científica**

<b>Resultado/Producto esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Beneficiario</b>
<b>Formación de magíster</b>	Dos participantes graduados como magíster de la universidad de Manizales y Centro Internacional de Educación y desarrollo humano	Redes de investigadores Los participantes formados

**Tabla: Apropiación social del conocimiento**

<b>Resultado/Producto esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Beneficiario</b>
Propuesta Educativa “PRÁCTICAS EDUCATIVAS POTENCIADORAS DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO INFANTIL”	La Propuesta es adoptada e implementada por una Institución Educativa	Niños en formación Familias y comunidad educativa en general
Socialización de los resultados de la investigación a la comunidad educativa: “PROCESOS COGNITIVOS ASOCIADOS A LA PLANIFICACIÓN (METACOGNICIÓN) QUE REALIZAN LOS NIÑOS Y NIÑAS ENTRE CINCO Y SIETE AÑOS DE EDAD PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS LÓGICO-MATEMÁTICOS”	Los resultados de la investigación son pertinentes y responden a los objetivos y a la metodología propuesta. La investigación sirve como producción de conocimiento frente a la formación de los niños entre 5 a 7 años .	Instituciones gubernamentales y no gubernamentales e Instituciones Educativas

## **5.2 IMPACTOS ESPERADOS**

Como impacto esperado después de realizar la evaluación a los niños de 5 a 7 años se espera que:

**Impacto en las comunidades educativas:**

1. Se espera que los docentes de matemáticas de las instituciones educativas donde fue aplicada la propuesta se sensibilicen con la estrategia de evaluación cognitiva y la apliquen con sus estudiantes.
2. Realizar un taller de apropiación conceptual acerca del diseño de pruebas de pensamiento lógico matemático que le permita al docente evaluar los procesos cognitivos vinculados a la solución de una tarea, y de igual forma repensar su práctica pedagógica.
3. Crear ejercicios de intervención en el aula donde se evidencie la manera como se orienta al niño/as en la solución de una prueba de razonamiento lógico matemático.
4. Implementar talleres de evaluación cognitiva, que le permitan al docente acceder a la cognición encubierta por medio de la técnica solución de tareas.
5. Diseñar talleres en los cuales los docentes aprendan acerca del diseño de situaciones de pensamiento lógico-matemático, que les permitan el acercamiento a procesos cognitivos, vinculados en la resolución de problemas lógico-matemáticos desde la perspectiva de la planificación como estrategia meta-cognitiva.

**Impacto en los niños evaluados:**

1. Teniendo como referente los talleres diseñados para la propuesta educativa se espera que utilizando estos como modelo, los niños sean expuestos a actividades de este tipo de forma más frecuente.

2. Se desea que como continuación de este trabajo los niños expuestos a las actividades diseñadas sean evaluados en el tiempo y se contrasten los resultados obtenidos frente a un grupo control.

**Tabla: Impactos esperados a partir del uso de los resultados**

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más)	Indicador verificable	Supuestos
La implementación de las actividades diseñadas en el currículo de matemáticas	Corto	Ejecución periódica de las actividades propuestas, ajustadas a las actividades curriculares	Que los docentes expuestos a la propuesta educativa, repliquen lo aprendido en el aula de clase.
En la institución educativa, la apropiación, desde el área de matemáticas de la propuesta educativa	Corto	Talleres planteados y desarrollados en forma de ciclo como proceso formativo	La aceptación por parte del coordinador académico de la propuesta de intervención
En los padres de familia, se espera acompañamiento para la implementación de la propuesta y el diseño de nuevos materiales	Corto	el diseño de nuevos materiales que soporten las actividades propuestas	En primera instancia, que los padres de familia se muestren abiertos a debatir y reflexionar acerca de la propuesta pedagógica planteada
Producción pedagógica: publicación de textos	Corto	Textos y documentos publicados	



## REFERENCIAS

- Acosta, A., Blanco, R., Eroles, D., Golberg, M., Konterllnik, I., López, N., y Moreno, T. (2010). *Atención y educación de la primera infancia informe regional: América latina y el caribe*. UNESCO. Moscú. Federación de Rusia
- Azurdia, A. C. (2007). *El desarrollo del pensamiento según Piaget*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Banyard, P., Cassells, A., Green, G., Hartland, J., Hayes, N. y Reddy, P. (1995). *Introducción a los procesos cognitivos*. Madrid: Ariel.
- Chapman, V y Duane, M. (2009). Rubrics for Creativity/Metacognitive Development?. *Educational Horizons*. 87, (3), 198-202.
- Charris, C. (2009). *Una Mirada a la Teoría de los Operadores Constructivos de Juan Pascual-Leone*. Tesis de pregrado no publicada. Universidad de la Sabana. Bogotá – Colombia.
- Colinvaux, D. y Puche, R. (2001) *Captura un modelo y ve adelante: relaciones y afinidades entre modelos mentales y herramientas científicas*. En R. Puche, D. Colinvaux, y D. Dibar (Comps.).(2001). *El niño que piensa. Un modelo de formación de maestros* (pp. 81-107). Cali: Artes Gráficas del Valle editores-impresores Ltda.
- Curotto, M. (2010).La metacognición en el aprendizaje de la matemática. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*. 2, (2).
- Das, J.P., Kar, R., y Parrilla, R.K. (198).*Planificación cognitiva*. Bases psicológicas de la conducta. Barcelona: Paidós.
- De Faria, E. (2006). Control en la resolución de problemas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. 1, (1), 1-7.

- De la Fuente, J., Pichardo, M.C., Justicia, F., y Berben, A. (2008). Enfoques de aprendizaje, autorregulación y rendimiento en tres universidades europeas. *Psicothema*. 20, (04) ,705-711.
- Duarte, J., Zapata, L., Rentería, R. (2010). Familia y primera infancia: un estado del arte entre 1994-2005. *Estudios Pedagógicos* 36, (1), 107-116
- Erausquin, C. (2003). La participación de los estudiantes de Psicología en comunidades de práctica como contextos de formación académica y profesional. Apropiación y construcción del conocimiento; uso de las teorías como herramientas para el análisis de los problemas. Tesis de Maestría no publicada. Facultad Latinoamericana de ciencias sociales. FLACSO. Buenos Aires.
- Flórez, R., Torrado, M., Mondragón, S., y Pérez, C. (2003). Explorando la metacognición: evidencia en actividades de lectura y escritura en niños y niñas de 5 a 10 años de edad. Universidad Nacional de Colombia. *Revista Colombiana de Psicología*, 12, 85-92
- Gil, M., Grisales, G.A y Palacios, G.M (2000). La resolución de problemas para el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores. Una aplicación a la enseñanza de la física y específicamente a la Dinámica Newtoniana. Tesis de especialización en ciencias experimentales. *Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación*.
- Leahey, H y Harris, T. R. (1998). *Aprendizaje y Cognición*. Madrid: Mac Graw-Hill.
- Litwin, E. (2007). Los prácticos de laboratorio: una mirada interpretativa en prácticas de enseñanza de química en bachillerato diversificado. *Cuadernos de investigación educativa*. Instituto de Educación de la Universidad ORT de Uruguay. 2, (14) ,51-88.

- Martí, E. (1999). Procesos cognitivos básicos y desarrollo intelectual entre los 6 años y la adolescencia. En J. Palacios, A. Marchesi & C. Coll (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Martínez, F. R. (2004). *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos curriculares de Educación preescolar para Colombia .Segunda edición, Santafé de Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional. (2007). Ley 1098: código de Infancia y Adolescencia (versión comentada) .UNICEF. Bogotá. Colombia.
- Morales. M., Vega, I. y Zárata, N. (2010). Aprender la historia de las operaciones infra-lógicas al pensamiento formal. *Posgrado y sociedad*. 10, (1), 64-84.
- Ordóñez, M. O. (2003). *Procesos psicológicos básicos*. En S. Ochoa y O. Ordóñez Morales (Comps.), *Revisión del Estado del Arte del conocimiento en Psicología*. Publicado como Documento de trabajo. Publicaciones de la Pontificia Universidad Javeriana. Cali.
- Orozco, H. M. (1999). La cognición en las prácticas culturales. La psicología al fin del siglo. Memorias del XXVII Congreso Interamericano de Psicología. *Sociedad Interamericana de Psicología SIP*. Caracas. 239 - 259.
- Orozco, H. M. (2000) El análisis de tareas: cómo utilizarlo en la enseñanza de la matemática en primaria. *Revista EMA, Santafé de Bogotá, D.C*, 5, (2), 139-151.
- Orozco, H. M. (2010). *Pasado y futuro de la educación de la primera infancia*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Recuperado de: [http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-240963\\_recurso\\_2.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-240963_recurso_2.pdf). (16 de Febrero de 2012).

- Ortíz, L. M. (2001). *La investigación en educación matemática en Colombia entre 1991-1999*. Santa Fe de Bogotá. Integrante de la Asociación Anillo de Matemáticas. Recuperado de <http://portales.puj.edu.co/didactica/PDF/EstadosdeArte/EducacionMatematicasMarinaOrtiz.pdf>. (16 de Febrero de 2012).
- Otálora, Y. (2009). *Análisis de tareas como estrategia metodológica para acceder a la cognición encubierta*. Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura, Cali.
- Otálora, Y. (2010). Diseño de espacios educativos significativos para el desarrollo de competencias en la infancia. *CS*, 5, 71-96
- Peronard, M. (2009). Metacognición: mente y cerebro. *Boletín de Filología*, 46, (2), 263 - 275
- Piaget, J. (1932): *El juicio moral en el niño*. Barcelona: Ed. Fontanella.
- Polya. G. (1965.). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Ed. Trillas.
- Pozo, J.I.; Pérez E., M.P; Domínguez, J.; Gómez, M.A. y Postigo, Y. (1994). *La solución de problemas. Madrid: Santillana-Aula XXI*. (Especialmente el capítulo 1, "Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender" de Pérez Echevarría, M.P. y Pozo, J.I. y capítulo 3, "La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza" de Pozo, J.I. y Gómez, M.A.).
- Puche, R., Orozco, M., Orozco, y Correa, M. (2009) .Desarrollo infantil y competencias en la primera infancia. Magisterio, Bogotá, Colombia
- Rendón, M. A. y Ramírez, M. L. (2002) "El desarrollo cognitivo y su relación con el aprendizaje". En Colombia. *Revista Educación y pedagogía*. Ed: Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. 5, (32), p.69 - 94.

- Restrepo, F. (2007). "Habilidades investigativas en niños y niñas de 5 a 7 años en las instituciones oficiales y privadas de la ciudad de Manizales. Tesis doctoral. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Rojas, T. (2006). La planificación en la primera infancia. *Acta Colombiana de Psicología*, 9, (2), 101-114.
- Ruesga, M. Pilar. (2003). *Educación del razonamiento lógico matemático en educación infantil*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.
- Tesouro, M. (2005). La metacognición en la escuela: la importancia de enseñar a pensar. *Educar*, 35, 135-144.
- Valdés, H., Treviño, E., Acevedo, C., Castro, Mauricio., Carrillo, S., Costilla, R., Bogoya, D., y Pardo, C. (2008). SERCE, segundo estudio regional comparativo y explicativo. *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: Primer reporte de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Chile. Publicado por la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO Santiago.
- Parra, C y Saiz, I. (Comps). (1997). *Didáctica de las matemáticas: aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Ed Paidós.
- Záiz, M. C., y Alonso, P. (2008). Análisis de tareas como estrategia cognitiva de evaluación En M. C. Záiz, A. Cantero, J. L. Casillas, y J. Velasco (Eds.). *IV Encuentro Nacional de Orientadores: La orientación como recurso educativo y social* (pp. 1-15). Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Záiz, M., Carbonero, M., y Valle, L. (2010). *Análisis del procesamiento en tareas tradicionalmente cognitivas y de teoría de la mente en niños de 4 y 5 años*. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Záiz, M. C., Montero, E., Bol, A., Carbonero, M. A., y Román, J. M. (2011). Metacognición y aprendizaje: Posibles líneas de intervención educativa en Educación Superior. En J. M. Román, M. A. Carbonero, y J. D Valdivieso *Educación, aprendizaje y desarrollo en una sociedad multicultural* (pp. 5513-5528). Valladolid: Asociación de Psicología y Educación.

Zea, C.M, Atuesta, M y González, M.A. (2000). *Conexiones. Informática y escuela: Un enfoque global*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.



**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

**CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

**PROCESOS COGNITIVOS ASOCIADOS A LA PLANIFICACIÓN  
(METACOGNICIÓN) QUE REALIZAN LOS NIÑOS Y NIÑAS DE 5 A 7 AÑOS  
PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS LÓGICO-MATEMÁTICOS**

**INFORME TÉCNICO**

**OSCAR EDUARDO CLAVIJO**

Licenciado en Matemáticas y Física

**JUDITH HERNANDEZ PEÑA**

Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas

Mg. LILIANA CHAVES CASTAÑO

Asesora

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

**CENTRO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES**

**Sabaneta**

**2012**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	SINOPSIS TECNICA	51
2.	RESUMEN TECNICO	53
2.1	El problema de investigacion, conceptualizacion y antecedentes	53
2.2	Diseño metodologico	59
2.3	Descripcion de resultados	61
3.	CONCLUSIONES	63
4.	GENERACION DE CONOCIMIENTO	65
4.1	Generacion de nuevo conocimiento	65
4.2	Fortalecimiento de la comunidad científica	67
4.3	Apropiacion social del conocimiento	67
4.4	Impactos esperados	68
	REFERENTES BIBLIOGRAFICOS	70

## 1. SINOPSIS TECNICA

La presente investigación tuvo como finalidad efectuar un estudio descriptivo-correlacional de los procesos cognitivos asociados a la planificación (metacognición) que realizan los niños y niñas de 5 a 7 años para solucionar problemas lógico-matemáticos. El estudio fue realizado en la Institución Educativa María Mediadora del municipio de Sabaneta y la Institución Educativa La Presentación del municipio de Envigado. La muestra estuvo conformada por 14 participantes de ambos sexos (niñas 71% y niños 29%) entre los 5 a 7 años.

Para identificar los procesos cognitivos y su relación con la planificación se utilizaron cuatro tareas lógico-matemáticas: El parqueadero (adaptación realizada por el grupo Cognitiv@ de la Universidad del Valle), Servientrega (adaptación realizada por el grupo Cognitiv@ de la Universidad del Valle), Torre de Hanói (creado por Édouard Lucas d'Amiens en 1884) y empujemos los pitillos (adaptación realizada por el grupo Cognitiv@ de la Universidad del Valle). Por medio de estas tareas se analizaron los procesos cognitivos relacionados con la planificación, aspecto específico de la metacognición. Los procesos cognitivos asociados que se tuvieron en cuenta en este proyecto de investigación fueron: comprensión del problema, clasificación, seriación, correspondencia, categorización, reglas de inferencia condicional, anticipación, detección y corrección de errores, atención sostenida, organización de un plan.

Los resultados mostraron que a la planificación se asocian procesos cognitivos como: comprensión del problema (sig. 0,837), reglas de inferencia condicional (sig. 0,553), organización de un plan (sig. 0,973). La metacognición se asocia con anticipación (sig. 1,00), comprensión del problema (sig. 0,701), reglas de inferencia condicional (sig. 0,838), organización de un plan (sig. 0,549). Una variable que se tomó en el proceso de evaluación fue el número de intentos que el niño realiza para resolver la tarea. Esta variable correlacionó negativamente con metacognición (sig. -0,512), es decir, a mayor número de intentos menos procesos metacognitivos. Finalmente se encontró que los procesos de planificación cognitiva

se relacionan de manera altamente significativa con la metacognición (sig. 1,00) aspecto que muestra la organización del constructo. No se encontraron relaciones significativas con los procesos de clasificación, correspondencia, seriación, categorización, atención sostenida, detección y corrección de errores. Si bien la metacognición y la planificación son procesos cognitivos de alto nivel que requieren de la participación de otras operaciones cognitivas específicas, durante la solución de problemas lógico-matemáticos sólo algunos procesos participan activamente en el desempeño de los niños que hicieron parte de este estudio. Son fundamentales para la planificación y la metacognición la organización, la comprensión del problema y la generación de reglas de inferencia condicional.

## 2. RESUMEN TÉCNICO

### *2.1 El problema de investigación, conceptualización y antecedentes*

La presente investigación tuvo como propósito identificar los procesos cognitivos asociados a la planificación (metacognición) y las relaciones que se establecen entre ellos cuando un niño/a se enfrenta a la solución de una tarea lógico – matemática.

La metacognición como proceso cognitivo de orden superior fue conceptualizado inicialmente por Flavell (1976). Aquel proceso que permite el conocimiento personal y que da cuenta de las operaciones utilizadas en el aprendizaje, el razonamiento o la solución de problemas es metacognición. Este proceso integra, organiza, regula y tiene un control activo sobre el conocimiento o las habilidades que se adquieren o que se ponen en marcha en el proceso de solución de problemas. La metacognición infantil comenzó a ser estudiada como actividad supraordinada a partir de 1980 (Wellman, 1985, Martí, 1995). Para esa época las preguntas que dirigían los estudios era si los niños preescolares o escolares tenían conciencia de sus propios procesos cognitivos ¿Cuándo saben los niños que no saben algo? ¿Qué efecto tiene este tipo de conciencia en el aprendizaje? ¿Cuándo empiezan a tener una noción de sí mismos como personas con habilidades cognitivas particulares? Estas y otras preguntas de similar organización dieron lugar a una fuerte investigación en el área de la metacognición infantil. Una de las primeras conclusiones derivadas de los estudios sobre este tópico planteaba que los niños, entre el primer y segundo año, tienen conciencia sobre si un resultado previsto se logra o no. El logro expresado a través de la alegría, o el error que se manifiesta por medio de la frustración, son experiencias visibles del análisis observacional que el niño hace del propósito y el estado de la meta (Dunn, 1987). Sin embargo, esta conclusión trajo consigo otros estudios (Dunn, 2005, Schneider, 1986; Schneider & Lockl, 2002; Wellman, 1985) que discutían los resultados anteriores, manifestando que las reacciones emocionales

de los niños ante el logro o la frustración no implican necesariamente conciencia del plan, propósito o estado de la meta. Posteriormente, los resultados de Schneider y Lockl (2002) unos de los investigadores más reconocidos en el campo de la metacognición infantil, mostraron que las estrategias generalizadas para la planificación y organización de la información parecen surgir por primera vez en niños entre cuatro y cinco años de edad. Estos procesos permiten a los niños describir, comprender, monitorear, y evaluar sus propias estrategias para aprender, recordar, recuperar y utilizar la información en tareas de solución de problemas.

Aunque la metacognición es un proceso complejo, se resaltan dos de sus características principales: la conciencia del propio conocimiento y las estrategias de regulación y control de la acción. Herrera y Ramírez (2007) plantean que las líneas de investigación han enfatizado en una o en otra de estas dos características y, sin pretensión de sesgar el concepto, se ha generado cierta confusión en el ámbito académico al referirse a metacognición. Los estudios centrados en la conciencia del conocimiento propio han desarrollado una tradición metodológica basada en los protocolos verbales, mientras que las estrategias de regulación y control se basan en las tareas y la solución de problemas. Así mismo, Herrera y Ramírez (2007) exponen que los procesos de solución de problemas y el análisis de tarea están más relacionados con el conocimiento procedimental que con el conocimiento declarativo. Esto implica que dicho conocimiento procedimental se oriente hacia la regulación y revisión del proceso de alcance de una meta o fin y es en este punto cuando se hace evidente la planificación.

Brown (1987) y Siegler, DeLoache & Eisenberg (2003) señalan que la metacognición dirigida hacia la solución de problemas exige otro proceso fundamental como la planificación. Cuando una persona se enfrenta a un problema en primer lugar se requiere la comprensión de la tarea a resolver, los fines y las reglas o restricciones. Posteriormente la persona acude a la planificación para determinar los procedimientos y recursos a emplear durante el proceso de solución, predecir los resultados, controlar el tiempo y el número de intentos, así como la minimización de errores de desempeño. Cuando la persona comienza con la

solución del problema se activan los procesos de control que monitorean las acciones, detectan y corrigen errores hasta culminar con el alcance de la meta donde operan procesos de verificación, orientados a contrastar si el problema se resolvió correctamente.

La planificación entendida como un proceso que requiere pensar en el futuro, organizar y ordenar las acciones sobre la base de la información disponible fue estudiada en niños por Karmiloff-Smith (1994). En sus investigaciones encontró que los niños empiezan a hacer planes sencillos antes de cumplir un año de edad. A medida que crecen, sus planes se vuelven más elaborados y complejos, lo que les permite resolver problemas continuamente (por ejemplo, alcanzar una caja de galletas, lograr salir de su cuna, descubrir cómo ponerse un zapato). Sin embargo, a pesar de los beneficios de la planificación, muchos niños y adultos no hacen uso de este proceso cognitivo en situaciones en que sería útil (Siegler, DeLoache & Eisenberg, 2003). La razón a la que acuden Siegler et al. (2003) es que la planificación exige que el niño o el adulto piense en cuál sería la estrategia más eficaz para resolver un problema en lugar de intentar solucionarlo sin pensar. Los niños pequeños (2-4 años) a menudo no controlan el deseo de actuar de inmediato o bien, tienden a ser demasiado optimistas acerca de lo que pueden lograr sin la planificación. Los niños mayores (5-8 años) son más realistas en cuanto a la evaluación de lo que pueden hacer. Además, el hecho de que los planes surgen a partir de una combinación entre la maduración del cerebro y las experiencias que demuestran el valor de la planificación, se hace evidente la necesidad de exponer a los niños a situaciones que requieran planificar para afianzar sus habilidades metacognitivas (Thornton 2002). Kaller, Benjamin, Spreer, Mader & Unterrainer (2008) investigaron el desarrollo de los procesos de planificación con niños entre cuatro y cinco años de edad con una variante de la Torre de Londres. Los resultados revelaron un efecto relacionado con la edad. Los niños de cuatro años tuvieron mayores dificultades en la planificación, mientras que los niños de cinco años solucionaron adecuadamente el problema. Los resultados del estudio coinciden con los realizados por Siegler, DeLoache & Eisenberg (2003) y con las recomendaciones de Thornton (2002) antes descritas. Así mismo, la capacidad de

razonar, ayuda a comprender las situaciones y los problemas. Elementos centrales como la planificación y la experiencia son la clave para ayudar a los niños a ver con mayor profundidad relaciones, acontecimientos, personas y acciones en una continuidad temporal.

La planificación como proceso de la metacognición ha sido estudiada partiendo del supuesto conceptual de una organización jerárquica de las actividades metacognitivas. Es decir, se asume que las habilidades metacognitivas más avanzadas como la evaluación del aprendizaje, la selección de estrategias apropiadas de aprendizaje o la planificación de futuras actividades para el aprendizaje no pueden ocurrir sin el monitoreo (detección y corrección de errores o información faltante) que los procesos cognitivos facilitan. Los procesos cognitivos más relacionados son la comprensión, la memoria de trabajo y la atención, puesto que la información necesaria para la resolución de problemas necesita estar disponible hasta la finalización del mismo (Herrera y Ramírez, 2007).

Sin embargo, Kaller, Benjamin, Spreer, Mader & Unterrainer (2008) afirman que los procesos asociados a la planificación cognitiva en la solución de problemas requiere de mayor investigación empírica que permita identificar la interdependencia de la metacognición y la planificación con otros procesos cognitivos. De esta manera las dificultades de los niños para planificar no solo se remiten al proceso mismo, sino que posiblemente existan otros procesos implicados en los resultados.

Muchos de los estudios sobre metacognición y planificación se han orientado al aprendizaje de la lectura y escritura (Donovan & Smolkin, 2006), puede decirse que en pensamiento lógico-matemático los estudios son menos abundantes. No obstante, el razonamiento y el aprendizaje de las matemáticas se orientan a la resolución de problemas (Desoete, Roeyers y De Clercq, 2003; Kramarski, 2004). El dominio del pensamiento lógico-matemático supone seleccionar estrategias apropiadas y ajustar el comportamiento a las cambiantes demandas de trabajo, haciendo uso de la conciencia de los conocimientos previos y la selección de un comportamiento de estudio adecuado.

La metacognición ha sido útil en tareas matemáticas difíciles y se involucra en casi todos los aspectos de la resolución de problemas matemáticos, desde la etapa inicial de construcción de una representación adecuada del problema a la etapa final de la interpretación y contraste de los resultados de los cálculos. Por otra parte, la metacognición permite a los estudiantes a utilizar los conocimientos adquiridos de manera flexible y estratégica (Desoete, Roeyers y De Clercq, 2003). Montague & Bos (1990) encontraron que las habilidades metacognitivas son especialmente necesarias para evaluar lo que la persona sabe o no sabe, para monitorear el aprendizaje y la planificación del aprendizaje.

Bryant y Nuñez (2011) plantean que tanto el razonamiento como el conocimiento matemático se desarrollan a través de contextos de aprendizaje, planificados y estructurados, acordes con el tipo de concepto matemático que se quiere enseñar. Los niños aprenden mucho sobre la lógica subyacente de las matemáticas a través de sus propias experiencias (Bryant & Squire, 2001), sin embargo, el análisis lógico-matemático, el conocimiento de los números ordinales, la comprensión de conjuntos, por solo nombrar algunos elementos, se derivan de la interacción del niño con el sistema educativo, pues requieren de una enseñanza explícita. Aprender sobre las operaciones aritméticas como sumar, restar, dividir y multiplicar requiere conocimiento, pero sobretodo razonamiento. Así mismo, ser capaz de sumar dos números no es lo mismo que el razonamiento aditivo, el cual requiere comprender la relación inversa entre suma y resta. Bryant y Nuñez (2011) enfatizan que las tareas lógico-matemáticas hacen parte de la invención humana y requieren ser enseñadas a través de métodos que sean significativos para los niños pequeños. La instrucción sobre procedimientos facilita el aprendizaje, pero las situaciones problema o análisis de tarea posibilitan la emergencia del razonamiento lógico-matemático.

En correspondencia con lo anterior, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998, p. 52) contempla en el área de competencias matemáticas lo siguiente:

*“La formulación, el tratamiento y la resolución de los problemas suscitados por una situación problema permiten desarrollar una actitud mental perseverante e inquisitiva, desplegar una serie de estrategias para resolverlos, encontrar resultados, verificar e interpretar lo razonable de ellos, modificar condiciones y originar otros problemas. Sin embargo, la resolución de multitud de problemas tomados de los textos escolares, suelen ser solo ejercicios de rutina. El estudio y análisis de situaciones problema suficientemente complejas y atractivas, en las que los estudiantes mismos inventen, formulen y resuelvan problemas matemáticos, es clave para el desarrollo del pensamiento matemático en sus diversas formas”.*

Sin embargo, la realidad escolar está más centrada en los contenidos que en los procesos, en los procedimientos que en el razonamiento lógico-matemático. Segura y Chacón (1996) afirman que la enseñanza tradicional no posibilita que los alumnos analicen, razonen o comprendan la información que reciben, puesto que está basada en la memoria mecánica y en la automatización de procedimientos. Pozo (1998) plantea que la enseñanza basada en conceptos transmite datos a los estudiantes, pero un dato en sí mismo no está provisto de sentido o significado. Cuando una persona comprende un dato acude a la conceptualización como estrategia cognitiva, vincula los datos a un conjunto de significados, interpreta e incluso puede visualizar su utilidad en la solución de problemas sociales y académicos. Bajo esta perspectiva, a la luz del análisis de tarea (situación problema) es que se plantea una parte del problema de investigación que sustentó este estudio. Es decir, el razonamiento lógico-matemático emerge en un contexto en el que los niños pueden actuar, explorar, inferir, deducir, en otras palabras, pensar. Por este motivo, se buscó emplear tareas ya adaptadas previamente por el grupo de investigación Cognitiv@ de la Universidad del Valle en la que los niños en un ambiente lúdico pueden efectuar tareas de resolución de problemas lógico-

matemáticos centrados en la metacognición y en la planificación. No se trataba entonces de la enseñanza de procedimientos aritméticos, sino enfatizar en el razonamiento y en el conocimiento que el niño tiene de las estrategias que utiliza cuando piensa (Flavell, 1976; Kontos, 1983; Kuhn, 2004; Wellman, 1985).

Las tareas utilizadas en este estudio se focalizaron en la planificación, con el fin de que los niños pudieran usar sub-procesos como el análisis de las características de un problema, la capacidad reflexiva sobre el conocimiento que tienen o les falta para resolver un problema; la elaboración de un plan que facilita su solución, el control y seguimiento del plan que verifica el curso de la solución del problema y añade o retira procesos que puedan estar interfiriendo con la resolución (monitoreo y verificación) (Dunloski & Metcalfe, 2008). Durante la solución de la tarea/problema la metacognición coordina y supervisa los contenidos/procesos cognitivos al servicio de una meta (Buron, 1993; Schneider & Lockl, 2008).

En síntesis, la metacognición y una de sus estrategias como la planificación requieren de otros procesos cognitivos para la solución de problemas lógico-matemáticos. Sin embargo, se requiere de mayor evidencia empírica para establecer aquellos procesos que están relacionados de manera significativa con tareas de esta naturaleza. De esta manera el interés de este proyecto se centró en abordar el interrogante ¿Cuáles procesos cognitivos están asociados a la planificación como estrategia metacognitiva que permiten en los niños y niñas de 5 a 7 años solucionar problemas lógico- matemáticos?

## ***2.2 Diseño metodológico***

La metodología que guió este estudio tuvo un enfoque empírico-analítico, puesto que partió de hipótesis y teorías sobre los procesos cognitivos que se activan en situaciones de planificación y solución de problemas lógico-matemáticos. Se buscó describir los procesos y demanda cognitiva que este tipo de problemas genera en los niños/as y de esta manera realizar aportes a la teoría básica sobre

metacognición, específicamente planificación en el contexto antioqueño. El diseño de investigación fue transversal con dos grupos diferenciado por género y el nivel alcanzado fue exploratorio, descriptivo y correlacional. Participaron dos instituciones educativas María Mediadora del municipio de Sabaneta y La Presentación del Municipio de Envigado. Se tomó como muestra no probabilística 14 integrantes, distribuidos en 10 niñas (71%) y 4 niños (29%) cuya edad osciló entre los 5 y 7 años. Si bien el tamaño muestra el reducido, éste se justifica en la cualidad de las tareas de desempeño cognitivo, las cuales requieren de una alta demanda en la planificación y mediante la observación (registro de video) se pueden establecer la presencia de procesos cognitivos mientras los niños participantes resuelven problemas. Además el carácter exploratorio también clarifica que los datos provenientes de la correlación sean considerados como estimativos y no concluyentes.

Los instrumentos utilizados fueron el producto de una revisión rigurosa de las situaciones descritas en el proyecto *“Impacto de un modelo de intervención en el desarrollo de herramientas científicas espontáneas en niños de 2 a 6 años”* construidas por maestras de Colombia, Brasil y Argentina. Estas situaciones están descritas en el libro *“El niño que piensa. Un modelo de formación de Maestros”*, del cual fueron compiladoras Rebeca Puche Navarro, Dominique Colinvaux y Celia Dibar Ure (2001). Para la selección se consideraron criterios como la evaluación de habilidades metacognitivas relacionadas con la planificación, adaptación a las edades propuestas en la investigación, viabilidad en su aplicación y claridad metodológica para su reproducción y construcción en maquetas. Igualmente se realizó una prueba piloto con niños entre 5 y 7 años para seleccionar como problemas centrales el parqueadero, empujemos pitillos, servientrega y torre de Hanói (ver anexo 1).

Para el análisis de la información se utilizó la técnica de análisis de tarea dado que el interés se inscribió en el acceso a la cognición encubierta (Otálora, 2011). Este procedimiento resulta útil cuando el objetivo se dirige a la descripción de la actividad cognitiva que subyace al desempeño de las personas cuando se

enfrentan a una tarea determinada. Para llevar a cabo el análisis de tarea se requirió el registro filmico de los niños mientras resolvían los problemas de planificación, para posteriormente efectuar un análisis microanalítico secuencial, procesual y sistemático de los procesos cognitivos que intervinieron en la planificación y resolución de problemas lógico-matemáticos. En dicho análisis se incluyeron los registros que detallaban la secuencia correcta o posible del proceso de solución de problemas. Es decir, describir la secuencia de operadores que transforman un estado actual (problemático), en un estado-objetivo (meta). La codificación contempló los Estados (situación-problema y mecanismos de solución); Metas (objetivo que se trata de alcanzar); Operadores (acciones que el niño/a participante puede realizar para acercar la situación actual a la meta) y Búsqueda (actividad que el niño/a participante realiza en la búsqueda de un conjunto de operadores que lleva a la resolución del problema). Una vez realizado el análisis se construyó una base de datos en el programa SPSS versión 18® con el fin de obtener resultados generales del grupo de niños y niñas participantes. Se llevaron a cabo análisis descriptivos como media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Luego se realizó el análisis correlacional (matriz de correlación bivariado de Pearson) tomando como valores significativos aquellos que estaban entre 1 y un valor descendente de hasta 0.50 ( $p < 0.005$ ).

Se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas respectivas para estudios de riesgo mínimo. Los padres o adultos responsables de los niños y niñas participantes accedieron voluntariamente firmando el consentimiento informado (ver anexo 2).

### **2.3 Descripción de resultados**

Los resultados mostraron que en los cuatro problemas propuestos los niños y niñas comprendieron el problema en un 82,17%, utilizaron la atención sostenida en un 67,87%, categorizaron los elementos del problema en un 85,78%, establecieron correspondencia en un 85,78%. Los procesos más complejos como las reglas de

inferencia condicional tuvieron un porcentaje del 73,23%, detección y corrección de errores (78,58%), anticipación (75,03%), planificación (78,59%) y metacognición (71,45) (ver tabla 1). Para visualizar los resultados en cada uno de los problemas se presenta la tabla 2.

El análisis correlacional mostró relaciones significativas entre los procesos cognitivos evaluados, la planificación y la metacognición. Los resultados mostraron que a la planificación se asocian procesos cognitivos como: comprensión del problema (sig. 0,837), reglas de inferencia condicional (sig. 0,553), organización de un plan (sig. 0,973). La metacognición se asocia con anticipación (sig. 1,00), comprensión del problema (sig. 0,701), reglas de inferencia condicional (sig. 0,838), organización de un plan (sig. 0,549). Una variable que se tomó en el proceso de evaluación fue el número de intentos que el niño realiza para resolver la tarea. Esta variable correlacionó negativamente con metacognición (sig. -0,512), es decir, a mayor número de intentos menos procesos metacognitivos. Finalmente se encontró que los procesos de planificación cognitiva se relacionan de manera altamente significativa con la metacognición (sig. 1,00) aspecto que muestra la organización del constructo.

No se encontraron relaciones significativas con los procesos de clasificación, correspondencia, seriación, categorización, atención sostenida, detección y corrección de errores. Si bien la metacognición y la planificación son procesos cognitivos de alto nivel que requieren de la participación de otras operaciones cognitivas específicas, durante la solución de problemas lógico-matemáticos sólo algunos procesos participan activamente en el desempeño de los niños que hicieron parte de este estudio. Son fundamentales para la planificación y la metacognición la organización, la comprensión del problema y la generación de reglas de inferencia condicional (ver gráfico 1).

### 3. CONCLUSIONES

La metacognición se refiere a los conocimientos y el control del dominio de la cognición. Se refiere a conocimientos acerca de las cogniciones o al ejecutivo central en la toma de decisiones. Cuando un niño se enfrenta a una tarea que implica pensar, planificar, inferir reglas, etc., se requiere de procesos metacognitivos que orienten los procesos cognitivos y supervisen el progreso alcanzado hasta la solución. El análisis y la definición del carácter del problema, la reflexión sobre los propios conocimientos o la falta de los mismos pueden ser necesarios para resolver el problema, idear un plan, controlar y revisar cómo el plan de ayuda en la solución del problema. Aunque el tema sobre la metacognición y la planificación es abundante en las publicaciones académicas, en algunas ocasiones se pasan por alto los procesos cognitivos que participan en la solución de problemas. La tradición metodológica del análisis de tareas es tal vez una de las pocas estrategias que requieren la caracterización de los procesos y demanda cognitiva vinculada al proceso de solución de problemas, asunto de vital importancia para analizar la cognición infantil lógico-matemática.

Los resultados de esta investigación muestran cómo la metacognición y la planificación requieren de unos procesos cognitivos esenciales en la solución de problemas (comprensión del problema, reglas de inferencia condicional, organización de un plan). Sin embargo, es claro que según la naturaleza de la tarea se requieran unos procesos que tal vez no sean necesarios en otra. Por este motivo, aquellos problemas que tenían como proceso principal la planificación, necesitaron de procesos como la anticipación, la inferencia de reglas, el monitoreo (detección y corrección de errores) y obviamente la comprensión de la tarea/problema para orientar las estrategias de solución. Así mismo se pudo observar que problemas relativamente complejos para la etapa evolutiva de los niños y niñas participantes pudieron ser resueltos acudiendo a la planificación y los procesos asociados antes planteados. Los participantes en cada intento reorganizaban su plan y tenían mayor consciencia que para lograr la meta (solución) debían acudir a planes que les permitieran inferir las reglas que

subyacían a la solución. Igualmente, la aproximación gradual a problemas que se hacían más complejos posibilitaron que las estrategias aleatorias de solución o el ensayo y el error dieran lugar a la planificación como estrategia principal. Por este motivo, cuando los niños organizaron un plan lograron más rápidamente encontrar los operadores y reglas que facilitaban la solución del problema así como la actividad metacognitiva.

Por otra parte, la inserción de metodologías basadas en la solución de problemas implica que los niños y niñas se hagan más conscientes de los objetivos de sus actividades de juego. Así mismo, el juego de planificación refuerza en los niños la capacidad para superar los impulsos. Es decir, el esfuerzo consciente por alcanzar una meta requiere planificación, posponer acciones impulsivas en favor de pensar qué hacer con antelación, organizar las acciones de acuerdo con el plan, evaluación de cómo el plan está funcionando, etc. Si bien desde el Ministerio de Educación Nacional la solución de problemas es uno de los centros en el área de las matemáticas, se podría pensar en diseños curriculares que asociaran el juego, la solución de problemas, la planificación y la metacognición, con el fin de optimizar los procesos regulatorios de los niños y niñas, conjuntamente con el razonamiento y la formulación de planes para la solución.

Finalmente, la planificación se relaciona con la metacognición en la medida que el interés se centra en el hecho de que el niño establece una representación por adelantado a la acción. Para Rojas (2006) *“La planificación implica que el individuo es consciente de sus procesos cognitivos y tiene capacidad para regularlos. En este sentido, la metacognición es un requisito previo para la planificación”*. Los resultados de este estudio mostraron una correlación altamente significativa entre la planificación y la metacognición.

#### 4. Generación de nuevo conocimiento, fortalecimiento de la comunidad científica y apropiación social del conocimiento

##### 4.1 Generación de nuevo conocimiento

El conocimiento derivado de este estudio aporta al conocimiento sobre la metacognición y la planificación en niños y niñas entre 5 y 7 años. Tal y como se planteó en el proyecto de investigación se presentan para publicación tres artículos. Dos de ellos configuran una revisión temática sobre la planificación y la metacognición en la infancia y un tercer artículo se deriva directamente de los resultados del estudio.

**Cuadro 1. Generación de nuevo conocimiento**

<b>Objetivos (1)</b>	<b>Resultado esperado (2)</b>	<b>Resultado obtenido (3)</b>	<b>Indicador verificable del resultado</b>
Del proyecto aprobado	Según proyecto aprobado		
Establecer si existen relaciones significativas o no entre los procesos cognitivos, la planificación y la metacognición	Analizar bajo la matriz de correlación de Pearson las relaciones significativas entre los procesos cognitivos, la planificación y la metacognición	Correlaciones significativas entre planificación y metacognición.  Correlaciones entre planificación, comprensión del problema, organización de un plan, reglas de inferencia condicional.	Publicación en revista indexada A, B o C sobre los resultados del estudio

		Correlaciones significativas entre metacognición, comprensión del problema, reglas de inferencia condicional, anticipación y organización de un plan.	
Identificar desde el análisis de tarea los procesos cognitivos presentes en las tareas de resolución de problemas lógico-matemáticos en los niños y niñas de 5 a 7 años	Identificar los procesos cognitivos que están presentes en las tareas de resolución de problemas lógico-matemáticos en los niños y niñas de 5 a 7 años desde la metodología del análisis de tarea	Se identificaron los problemas que enfatizaran en la planificación y la metacognición para la etapa evolutiva: servientrega, empujemos los pitillos, el parqueadero y la torre de Hanói. Se realizó en análisis de tarea sonde emergieron procesos como la comprensión del problema, clasificación, seriación, correspondencia, categorización, reglas de inferencia condicional, anticipación, detección y corrección de errores, atención	Publicación en revista indexada A, B o C sobre planificación y metacognición  Propuesta educativa vinculada a los resultados del estudio

		sostenida.	
--	--	------------	--

#### **4.2 Fortalecimiento de la comunidad científica**

Desde este trabajo de investigación el fortalecimiento de la comunidad científica se centra en la formación de dos investigadores que centran su interés en la infancia, específicamente en el aprendizaje y desarrollo de habilidades de solución de problemas lógico-matemáticos.

**Cuadro 2. Fortalecimiento de la comunidad científica**

<b>Resultado esperado</b>	<b>Resultado obtenido</b>	<b>Indicador verificable del resultado (1)</b>
Según proyecto aprobado		
Formación de dos magíster en educación y desarrollo humano	Dos participantes graduados como magíster en educación y desarrollo humano de la universidad de Manizales y Centro Internacional de Educación y Desarrollo humano (CINDE)	Acta de grado de los participantes formados como magíster

#### **4.3 Apropiación social del conocimiento**

Los resultados de la investigación se expusieron en el evento de socialización programado por la Maestría en Educación y Desarrollo Humano en el año 2010. Además la propuesta educativa se presentará en las instituciones educativas que hicieron parte del estudio.

### Cuadro 3. Apropiación social del conocimiento

Resultado esperado	Resultado obtenido	Indicador verificable del resultado (1)
Propuesta Educativa “Prácticas educativas potenciadoras del pensamiento matemático infantil”	La propuesta es adoptada e implementada por una Institución Educativa	Niños en formación
Presentación de los resultados de la investigación en el evento de socialización del proyecto de investigación	Los resultados de la investigación son pertinentes y responden a los objetivos y a la metodología propuesta.  La investigación sirve como producción de conocimiento frente a la formación de los niños entre 5 a 7 años.	Participantes al evento

#### 4.4 Impactos esperados

Como impactos esperados después de realizar la investigación con los niños de 5 a 7 años se espera que en las comunidades educativas los docentes de matemáticas se sensibilicen con los juegos de planificación y metacognición y los implementen en las aulas de clase.

### Cuadro 4. Impactos esperados

Impacto	Plazo (años)	Indicador	Supuestos*
---------	--------------	-----------	------------

<b>esperado</b>	<b>después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más)</b>	<b>verificable</b>	
Docentes de matemáticas se sensibilicen con los juegos de planificación y metacognición y los implementen en las aulas de clase	Corto plazo	Asistencia a talleres y creación de tareas lógico-matemáticas	Talleres de apropiación conceptual acerca del diseño de tareas de pensamiento lógico matemático que le permita al docente conocer los procesos cognitivos vinculados a la solución de una tarea, y de igual forma repensar su práctica pedagógica.
Los niños mejoran sus competencias en solución de problemas de planificación y metacognición	Mediano y largo plazo	Exposición de los niños y participación activa en las tareas diseñadas para la planificación y la metacognición	Teniendo como referente los talleres diseñados para la propuesta educativa se espera que su utilización como modelo, los niños sean expuestos a actividades de este tipo de forma más frecuente.

## REFERENCIAS

- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self regulation and other more mysterious mechanisms. En F. Weinert, & R. Kluwe (Eds.) *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bryant, P., & Nuñez, T. (2011). Children's Understanding of Mathematics. En U. Goswami (Ed.), *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 239-257). Oxford: Blackwell Publishers.
- Bryant, P., & Squire, S. (2001). Children's mathematics: Lost and found in space. En M. Gattis (Ed.), *Spatial schemas and abstract thought* (pp. 175–200). Cambridge, MA: MIT Press.
- Burón, J. (1993). *Enseñar a Aprender. Introducción a la Metacognición*. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Journal of Educational Psychology*, 95, 188–200.
- Donovan, C. A., & Smolkin, L. B. (2006). Children's understanding of genre and writing development. En C. A. MacArthur, S. Graham, & J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (pp. 131–143). New York: Guilford Press.
- Dunloski, J., & Metcalfe, J. (2008). *Metacognition: A textbook for cognitive, educational, life span and applied psychology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dunn, J. (1987). Understanding Feelings: The Early Stages. En J. Bruner & H. Haste (Eds.). *Making Sense* (26–40). London: Methuen.
- Dunn, J. (2005). *Relationships and Children's Discovery of the Mind'*, *British Academy/British Psychological Society Annual Lecture*, London, 5 April.

- Flavell, J. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving*. En Resnik, L. B. *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, L.E.A.
- Herrera, F. y Ramírez, M.I. (2007). *Cognición y metacognición*. Granada: Universidad de Granada.
- Kaller, C.P., Benjamin, R., Spreer, J., Mader, I. & Unterrainer, J.M. (2008). Thinking around the corner: The development of planning abilities. *Brain and Cognition*, 67, 360–370.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*. Madrid: Alianza.
- Kontos, S. (1983). Adult–child interaction and the development of metacognition, *Journal of Educational Research*, 77, 43–64.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions? *Learning and Instruction*, 14, 593–619.
- Kuhn, D. (2004). Theory of mind, metacognition, and reasoning: A life-span perspective. In P Mitchell & K. J. Riggs (Eds.), *Children's reasoning and the mind* (pp. 301-326). Hove, UK: Psychology Press.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- Ministerio de Educación Nacional-MEN (2010). *Matemáticas. Estándares básicos de competencias en matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático ¡un reto escolar!*. Bogotá: MEN.
- Montague, M., & Bos, C. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences*, 2, 371–388.

- Otálora Sevilla, Y. (2011). *El análisis de tareas como estrategia metodológica para acceder a la cognición encubierta*. Documento de trabajo no publicado.
- Pozo, J.I. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Puche Navarro, R., Colinvaux, D., & Dibar, C. (Comps.) (2001). *El niño que piensa. Un Modelo de formación de maestros*. Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Rojas, T. (2006). La planificación en la primera infancia. *Acta Colombiana de Psicología*, 9(2), 101-114.
- Schneider, W. (1986). Developmental trends in the metamemory – memory behavior relationship: An integrative review. En D.L. Forrest-Pressley, G.E. MacKinnon & T. Gary Waller (Eds.). *Metacognition, cognition and human performance: Vol. I. Theoretical perspectives* (pp. 57-109). San Diego, CA: Academic.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. En D. L. Forrest-Pressley, G. E. Mackinnon, & T. G. Waller (Eds.), *Applied metacognition* (pp. 224–257). New York: Cambridge University Press.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2008). Procedural metacognition in children: Evidence for developmental trends. En J. Dunlosky & B. Bjork (Eds.), *A handbook of memory and metacognition*. Mahwah, NY: Erlbaum.
- Segura, M. y Chacón, I. (1996). *Competitividad en la educación superior*. Umbral, 11(5), 29-37.
- Siegler, R., DeLoache, J. & Eisenberg, N. (2003) *How Children Develop*, New York: Worth.
- Thornton, S. (2002) *Growing Minds*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Wellman, H. M. (1985). The origins of metacognition. En D. L. Forrest-Pressley, G. E. MacKinnon & T. G. Waller (eds.), *Metacognition, Cognition and Human Performance*, Orlando: Academic Press.

## Anexo 1. Problemas de planificación cognitiva

### 1. Soplando pitillos

Adaptación de la Prueba “EMPUJEMOS LOS PITILLOS” del Banco de Pruebas del Grupo Cognitiv@ - Universidad del Valle - Cali – Colombia.

#### Descripción de la Prueba

Se le presentan al niño una tabla plana y ocho cilindros que varían en tamaño, peso, diámetro y material en que están elaborados. Se trata de que el niño transporte todos los cilindros de un lado a otro de la tabla en plano horizontal. Para desplazar los cilindros, el niño solamente puede aplicar viento sobre ellos (sin tocarlos) utilizando en las pruebas su propio soplo. La situación es una variación de la tarea de equilibrio de los bloques, utilizada por Karmiloff-Smith e Inhelder para explorar las habilidades de experimentación y formulación de hipótesis en los niños<sup>2</sup>.

Se presenta a continuación la fotografía de los materiales utilizados en la prueba



<sup>2</sup> Para más detalles ver Karmiloff-Smith, A., & Inhelder, B. (1974). If you want to get ahead, get a theory, *Cognition*, 3, 195-212. (Traducción castellana en: M. Carretero y F. García-Madruga (Comps) *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza, pp. 307-320).

## **Materiales**

- Una tabla, de (60cm. de ancho por 80 cm. de largo).
- Madera: un cilindro de balsa de 20 cm. y de diámetro 12 cm. y un cilindro de balsa de 20 cm. y de diámetro de 0.8 cm.
- Cartón: un tubo de papel higiénico de 10 cm.; un tubo de toalla de cocina de 22.5 cm. de igual diámetro.
- Dos tubos de papel para fax de 21 cm.; Iguales en material, longitud y diámetro pero de diferente peso.
- Una varilla de soldadura de 20 cm. y un pincho de madera de 20 cm. de igual diámetro.

## **Aspectos metodológicos**

Se le plantea al niño un problema conformado por cuatro situaciones diferentes sobre cuál de dos cilindros entregados y que él o ella deben soplar o empujar con el viento producido por él, puede hacer más fácil el recorrido, sobre la tabla.

Los casos asignados con el par de cilindros usados tienen las siguientes características:

1. Igual diámetro, igual material, diferente longitud: Rollo de papel de cocina y rollo de papel higiénico.
2. Igual diámetro, igual material, diferente peso: Rollos de papel de fax
3. Igual longitud, igual material, diferente diámetro: balsa grueso y balsa delgado
4. Igual longitud, Igual diámetro, diferente peso y diferente material: pincho y varilla de soldadura.

La tarea consiste en que el niño construya una hipótesis al conocer y comparar los cilindros, sobre cuál de los dos, al soplarlos o lanzarlos, sobre una superficie horizontal, hace más fácil el recorrido. Luego puede explicar por qué sucede lo que observa al soplar los pitillos.

El niño debe tener en cuenta distintos tipos de información, y establecer las relaciones entre esos tipos de información para lograr una resolución exitosa:

- Información relativa al peso, longitud, diámetro y material de los cilindros.
- Información proporcionada por sus propias acciones sobre el objeto, en cuanto al punto de los cilindros en que se debe soplar para realizar los desplazamientos.
- Información relativa a la distancia en que realiza el soplo

### **Consigna**

“Vamos a suponer que en esta tabla hay un camino, por él deben desplazarse dos cilindros cada vez, los cuales te iremos entregando:

Debes resolver el siguiente problema: ¿Cuál de los dos cilindros puede hacer más fácil el recorrido y por qué? Para ello usarás en las pruebas tu propio soplo.

Se entregan la primera pareja de cilindros (rollo de papel cocina y rollo de papel higiénico); y se le dice “¿Que tienen de igual o diferente estos cilindros?, ¿Cuál crees que hace el recorrido más fácil y por qué?”.

Después de observarlos y encontrar sus semejanzas y diferencias, el niño, debe plantear una hipótesis y explicar el por qué de su planteamiento.

El niño realiza la experimentación, hasta lograr un intento exitoso.

Se hace luego la pregunta: “¿Que pasó con lo que planteaste al principio, se cumplió? ¿Explícame que sucedió?” (Lo importante no es que la tesis del niño sea verdadera, sino su capacidad de argumentar) Se continúa con las siguientes pruebas planteada: la prueba # 2 con los cilindros de balsa, posteriormente la prueba #3, con los tubos de fax y la # 4, con las varillas, repitiendo el mismo proceso.

## 2. Servientrega

Adaptación de la prueba “Servientrega” del Grupo Cognitiv@ de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

### Descripción de la prueba

Se presenta al niño la maqueta de una calle sobre la que se encuentran una serie de edificaciones (sala de belleza, taller de mecánica, hospital, supermercado, casa de familia, polideportivo, iglesia). Cada edificación es un módulo que puede ser removido con el fin de variar la situación. Por la calle transita un camión de una empresa de mensajería, el cual no puede reversar y está cargado con diversos objetos, para repartir en las diferentes edificaciones del barrio. Se presenta a continuación la fotografía de los materiales utilizados en la prueba.



El niño debe ayudar al conductor del camión a hacer las entregas pues éste ha perdido la lista en la que dice en qué lugar se deben entregar los objetos. Al niño se le informa que para un mismo lugar pueden ir varios objetos, así como puede que

para algunos sitios no haya ninguno. No todos los objetos tienen que ser entregados. Puede haber objetos para otro barrio. El número de objetos es diferente para cada lugar. Pueden sobrar objetos al terminar el recorrido. El niño tiene una segunda opción de un nuevo recorrido si así lo considera.

Al final de la prueba se le pregunta al niño por qué ha elegido entregar los objetos en los diferentes lugares.

## **Materiales**

- Siete módulos representando igual número de lugares (Hospital, Taller de mecánica, Casa de familia, Supermercado, Carpintería, Parque, Colegio).
- Una volqueta de juguete.
- La maqueta de una calle en forma de “U” alrededor de la cual se colocan los módulos.
- Imágenes plastificadas de objetos variados (canastillas plásticas, medicamentos, animales, tijeras, peinilla, pelotas, bolos, alimentos, herramientas, etc.).
- Registro filmico

## **Aspectos metodológicos**

La situación implica la puesta en juego de habilidades de clasificación para establecer los criterios de entrega de los objetos (correspondencia objeto-lugar) y categorización al tratar de buscar una relación entre los objetos entregados y el lugar, desde el punto de vista de su función.

- (Objetivo) Entregar objetos a la edificación que corresponda.
- (Restricciones) No todos reciben el objeto.
- Elementos de la tarea: Objetos y Lugares.
- Estado Inicial: Más de 10 Objetos / 7 Lugares.
- Criterio de Entrega: Correspondencia por uso.
- Número de objetos por lugar: No constante.

- Secuencia de entrega: Predeterminada; ruta lineal y continua de derecha a izquierda. No obstante no se impide que el niño realice un segundo recorrido, si así lo desea.
- Ejemplo de una opción de organización de la prueba

Hospital S1

Taller de mecánica S2

Casa de familia S3

Supermercado S4

Carpintería S5

Parque S6

Colegio S7

Secuencia de acciones:

- Ubicar Camión en S1.
- Identificar objetos que podrían pertenecer a S1.
- Entregar todos los que pertenezcan a S1.
- Entregar algunos objetos que pertenecen sólo a S1
- Ubicar Camión en S2
- Realizar las entregas en S 2, S3,...hasta S7.
- La situación concluye cuando se ha realizado todo el recorrido.
- Al final de los dos recorridos, se pregunta al niño porque entregó los objetos en determinado lugar.

## Consigna

“Este camión pertenece a una empresa de mensajería, tu trabajo consiste entregar en diferentes lugares objetos que les han sido enviados. El conductor ha perdido la lista en la que decía donde debería hacerse la entrega. Tú has sido contratado para ayudarlo al conductor a hacer las entregas. El recorrido del camión es por esta calle: pasando por los diferentes lugares representados por las maquetas. Debes tener en cuenta lo siguiente: hay lugares a los que no les enviaron nada, a otros les enviaron varios objetos; además, no todo lo que va en el camión puede ser entregado porque puede haber cosas para otro barrio”.

### 3. El parqueadero

Adaptación de la prueba “El Parqueadero” del Grupo Cognitiv@ de la Universidad del Valle – Cali – Colombia.

#### Descripción de la prueba

Se le presenta al niño la maqueta de un parqueadero elaborado en cartón paja y dibujado con rayas de color amarillo, imitando las vías de acceso y salida. El parqueadero está dividido en siete estacionamientos, cada uno con diferente área, adaptada a los distintos vehículos. El parqueadero está delimitado por algunas barreras: piedra, valla, los muros que lo rodean, las cuales constituyen las restricciones físicas que obligan a los niños a funcionar planificadamente.

La puerta por donde entran los carros solamente se usa para estacionar y la de salida es sólo para sacarlos del parqueadero. No se puede sacar los carros por la misma puerta que entraron.

Se presenta a continuación la fotografía de los materiales utilizados en la prueba



#### Materiales

La maqueta del parqueadero está constituida por los siguientes materiales:

1. Cartón paja, dibujado que corresponde a la base del parqueadero.
2. Siete carros de juguete de diferentes tamaños.
3. Algunos objetos para restricción de la circulación.

#### 4. Registro fílmico de la realización de la prueba

##### **Aspectos metodológicos**

La prueba exige una actividad resolutoria que depende de que el niño sea capaz de organizar un plan de parqueo de los carros que entren al parqueadero de acuerdo a su tamaño y forma. Como plan debe cumplir con la condición de respetar las restricciones, por lo cual el niño debe prever la posición final de un carro determinado, antes de actuar y moverlo hasta el sitio escogido.

##### **Consigna**

“Tú eres el dueño(a) de este parqueadero, y hoy en la noche debes ayudar a entrar los carros y ubicarlos en sus parqueaderos, porque el administrador tiene su día libre. Tienes que tener en cuenta algunas condiciones para parquear los carros:

- Durante el recorrido no puedes chocar los carros entre sí, debes ser cuidadoso porque si se tocan se pueden dañar, tampoco debes chocarlos contra los muros ni otros obstáculos.
- Si te equivocas porque pusiste un carro en un lugar no apropiado, debes salir del parqueadero, y volver a entrar el carro de nuevo por los accesos señalados.
- No puedes dejar los carros estacionados en la calle, excepto uno por el que vendrán más tarde y tú debes averiguar cuál es”. El niño debe reorganizar su plan inicial para lograr acomodar los carros apropiadamente.

#### **4. Torre de Hanói**

Edouard Lucas (1883) - D. Parville (1884)

Edouard Lucas (1883), matemático francés, planteó el problema de la Torre de Hanoi, también llamado de las Torres de Brama o el Problema del Fin del Mundo, quien lo publicó en 1883 bajo el pseudónimo “N, Claus de Siam”. La prueba se denominó la Torre de Hanoi probablemente debido a que por esas fechas Francia estaba involucrada militarmente en Tonkin y Annam y el nombre de Hanoi aparecía en las primeras planas de los diarios.

## Descripción de la Prueba

El problema estaba inspirado en la leyenda de un templo hindú en donde se empleaba un rompecabezas para probar la habilidad mental de los jóvenes sacerdotes. Otro matemático francés, De Parville, desarrolló en 1984 la siguiente historia, muy relacionada con el problema:

*“En el gran templo de Benarés, debajo de la cúpula que marca el centro del mundo, yace una base de bronce, en donde se encuentran acomodadas tres agujas de diamantes, cada una del grueso del cuerpo de una abeja y de una altura de 50 cm. aproximadamente. En una de estas agujas, Dios, al momento de la creación colocó 64 discos de oro, el de mayor tamaño sobre el plato de bronce y el resto de menor tamaño, uno sobre otro, conforme se llega a la cima. Día y noche, incesantemente, los sacerdotes del templo mueven los discos de una aguja a otra, de acuerdo con las leyes impuestas e inmutables de Brahma, que requiere que los sacerdotes se encuentren todo el tiempo laborando: “no muevan más de un disco a la vez y deben colocar un disco en algunas de las agujas, de modo que no cubra a un disco de radio menor. Cuando los 64 discos hayan sido transferidos de la aguja en la que Dios los colocó en el momento de la creación, a otra aguja, el templo de Brahma se convertirá en polvo y con ellos el mundo entero”.*

El problema consiste en un número variable de discos (de 3 a 7) de tamaño creciente que están distribuidos en forma de pirámide en la torre A ubicada sobre una base de madera, en la cual también se encuentran la torre B y la C.

El objetivo del problema es desplazar todos los discos de la posición A hasta la C, de manera que formen una pirámide sin que de ninguna manera un disco grande descansa sobre uno más pequeño.

Se presenta a continuación la fotografía de la Torre de Hanoi



### **Ventajas del juego:**

- Controla los efectos de la experiencia previa; se puede emplear con personas que conozcan el problema antes de desarrollarlo.
- Tiene soluciones óptimas claramente definidas, que se evidencian a través de la observación.
- Las soluciones necesitan poco tiempo.
- Los pasos que emplea el niño son trazados mentalmente pero se evidencian en la acción.
- El niño emplea procesos cognitivos que bien pueden asemejarse a los que utiliza cuando él resuelve procesos reales
- Puede ser transferido a símbolos matemáticos.

### **Materiales**

- Una tabla de madera como base, sobre la cual se han insertado 3 torres, también de madera, de una longitud entre 20 y 40 cm. y con distancia entre ellas de 10 a 20 cm.
- Siete aros de madera o plástico de diámetro creciente. Para los niños de 5 a 7 años se usan 3 aros solamente.
- Hoja de registro de respuestas.

## **Aspectos metodológicos**

Se debe indagar al niño si comprendió la actividad y las reglas del juego. Se le informa que debe ejecutarla en el menor número de movimientos. Para la edad de 5 a 7 años se utilizan solo 3 aros.

Durante la actividad es importante observar los gestos, los movimientos manuales, sus comentarios, solicitarle si quiere expresar lo que está pensando (los cuales deben ser tomados textualmente). Estar pendiente de los errores que comete, cuando vacila o cambia de decisión.

## **Consigna**

“En este juego se deben mover los discos de la torre A a la torre C y sólo se deben observar las siguientes reglas:

- No está permitido poner un disco encima de otro más pequeño
- Solo se puede mover un disco a la vez
- Los discos pueden moverse hacia atrás o hacia delante, además un disco puede saltar una torre.
- El juego se termina cuando la pirámide esté construida en la torre C.”

**Tabla 1. Resultados de los procesos cognitivos utilizados en la solución de problemas**

Variables	Servientrega	Empujemos los pitillos	Parqueadero	Torre de Hanói	Promedio
Comprensión del problema	92,9	92,9	78,6	64,3	82,17
Atención sostenida			78,6	57,14	67,87
Categorización	85,78	85,78			85,78
Correspondencia	85,78	85,78			85,78
Reglas de inferencia condicional	100	92,9	42,9	57,14	73,23
Detección y corrección de errores	100	78,6	78,6	57,14	78,58
Anticipación	85,78	85,78	71,42	57,14	75,03
Planificación	92,9	92,9	71,42	57,14	78,59
Metacognición	85,78	78,6	64,3	57,14	71,45

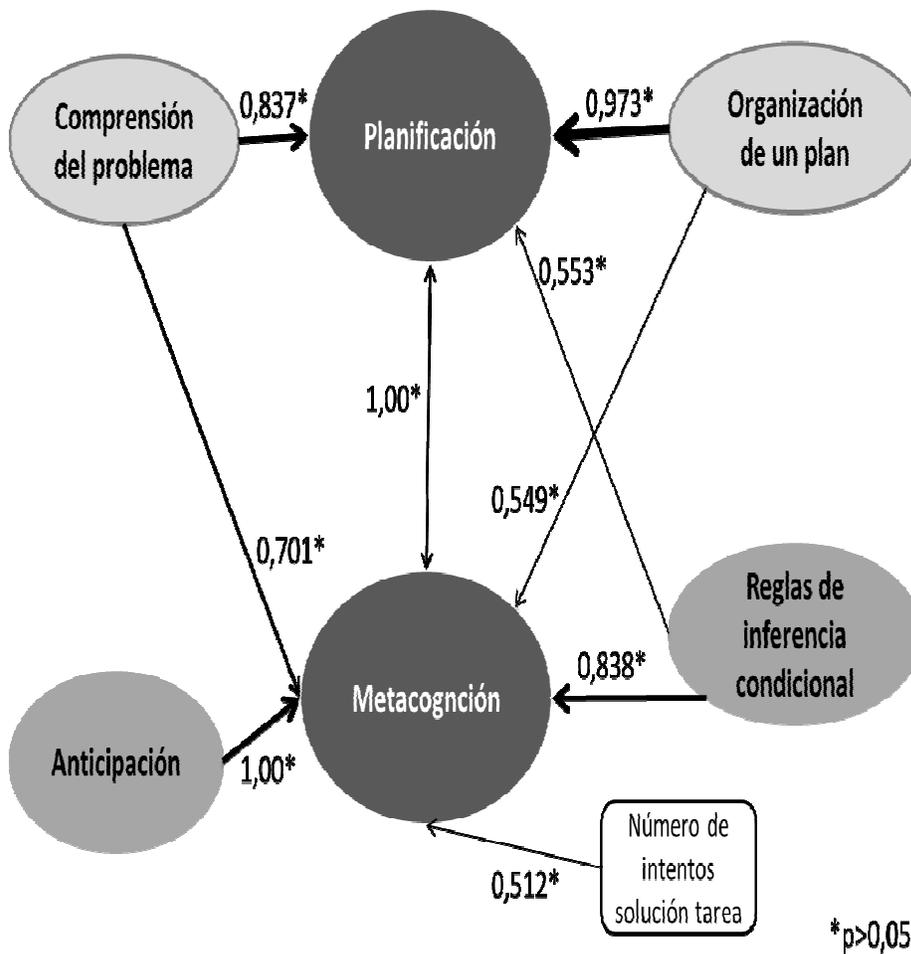
**Tabla 2. Resultados de los procesos cognitivos en cada uno de los problemas del estudio**

Problema/tarea	Variables	Porcentaje (uso del proceso)
----------------	-----------	------------------------------

Servientrega	Comprensión del problema	92,9
	Reglas de inferencia condicional	100
	Detección y corrección de errores	100
	Categorización	85,78
	Correspondencia	85,78
	Anticipación	85,78
	Planificación	92,9
	Metacognición	85,78
Empujemos los pitillos	Comprensión del problema	92,9
	Reglas de inferencia condicional	92,9
	Detección y corrección de errores	78,6
	Categorización	85,78
	Correspondencia	85,78
	Anticipación	85,78
	Planificación	92,9
	Metacognición	78,6
El parqueadero	Comprensión del problema	78,6
	Reglas de inferencia condicional	42,9
	Detección y corrección de errores	78,6
	Atención sostenida	78,6
	Anticipación	71,42
	Planificación	71,42
	Metacognición	64,3
Torre de Hanói	Comprensión del problema	64,3

	Reglas de inferencia condicional	57,14
	Detección y corrección de errores	57,14
	Atención sostenida	57,14
	Anticipación	57,14
	Planificación	57,14
	Metacognición	57,14

**Gráfico 1. Planificación, metacognición y procesos relacionados**





**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO  
CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

**ARTÍCULO GRUPAL SOBRE RESULTADOS**

**Procesos cognitivos asociados a la planificación como una estrategia metacognitiva**

**OSCAR EDUARDO CLAVIJO**

**JUDITH ESPERANZA PEÑA**



## **MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

### **ARTÍCULO GRUPAL SOBRE RESULTADOS**

#### **Procesos cognitivos asociados a la planificación como una estrategia metacognitiva**

**LILIANA CHAVES CASTAÑO**

**OSCAR EDUARDO CLAVIJO**

**JUDITH ESPERANZA PEÑA**

## **Procesos cognitivos asociados a la planificación como una estrategia metacognitiva**

### **Resumen**

El presente estudio buscó establecer los procesos cognitivos asociados a la planificación como una estrategia metacognitiva. Se tomó como muestra 14 niños de ambos géneros entre los cinco y siete años. La evaluación se realizó mediante el análisis de tarea planteado por Orozco (2002). Se utilizaron cuatro pruebas del banco de situaciones creado por el grupo de investigación Cognitiv@ de la Universidad del Valle. Los resultados mostraron que a la planificación se asocian procesos cognitivos como: comprensión del problema, reglas de inferencia condicional, organización de un plan. La metacognición se asocia con anticipación, comprensión del problema, reglas de inferencia condicional, organización de un plan. Finalmente se encontró que los procesos de planificación cognitiva se relacionan de manera altamente significativa con la metacognición aspecto que valida nuevamente la organización del constructo. No se encontraron relaciones significativas con los procesos de clasificación, correspondencia, seriación, categorización, atención sostenida, detección y corrección de errores.

**Palabras claves:** Cognición, Metacognición, planificación, Análisis de Tareas, razonamiento infantil

### **Abstract**

The present study intended to establish the cognitive processes associated to the planning as a metacognitive strategy. Fourteen children were taken as a sample from both genders, five and seven years old. The evaluation was taken through the analysis of the homework stated by Orozco (2002). Four samples from the bank situation were used by the cognitive investigation group, from de Valle University. The results showed that the cognitive processes are related to the planning such as: understanding the problem, conditional inference rules, planning organization. Metacognition is associated to anticipation, understanding the problem conditional inference rules, planning organization.

Finally we found that the cognitive planning processes are related to the highly meaningful manner with the metacognition aspect that validated once more the organization of the cognition corpus.

No meaningful relation were found with the processes of classification, correspondence, seriation , categorization , permanent attention , detection and correction of the mistake.

**Keywords:** cognition, metacognition, planning, analysis of the homework, child reason.

## INTRODUCCIÓN

La metacognición como proceso cognitivo de orden superior fue conceptualizado inicialmente por Flavell (1976). Permite el conocimiento personal y da cuenta de las operaciones utilizadas en el aprendizaje, el razonamiento o la solución de problemas. La metacognición integra, organiza, regula y tiene un control activo sobre el conocimiento o las habilidades que se adquieren o que se ponen en marcha en el proceso de solución de problemas. La metacognición infantil comenzó a ser estudiada como actividad supraordinada a partir de 1980 (Wellman, 1985, Martí, 1995). Para esa época las preguntas que dirigían los estudios era si los niños preescolares o escolares tenían conciencia de sus propios procesos cognitivos ¿Cuándo saben los niños que no saben algo? ¿Qué efecto tiene este tipo de conciencia en el aprendizaje? ¿Cuándo empiezan a tener una noción de sí mismos como personas con habilidades cognitivas particulares? Estas y otras preguntas de similar organización dieron lugar a una fuerte investigación en el área de la metacognición infantil. Una de las primeras conclusiones derivadas de los estudios sobre este tópico planteaba que los niños, entre el primer y segundo año, tienen conciencia sobre si un resultado previsto se logra o no. El logro expresado a través de la alegría, o el error que se manifiesta por medio de la frustración, son experiencias visibles del análisis observacional que el niño hace del propósito y el estado de la meta (Dunn, 1987). Sin embargo, esta conclusión trajo consigo otros estudios (Dunn, 2005, Schneider, 1986; Schneider & Lockl, 2002; Wellman, 1985)

que discutían los resultados anteriores, manifestando que las reacciones emocionales de los niños ante el logro o la frustración no implican necesariamente conciencia del plan, propósito o estado de la meta. Posteriormente, los resultados de Schneider y Lockl (2002) unos de los investigadores más reconocidos en el campo de la metacognición infantil, mostraron que las estrategias generalizadas para la planificación y organización de la información parecen surgir por primera vez en niños entre cuatro y cinco años de edad. Estos procesos permiten a los niños describir, comprender, monitorear, y evaluar sus propias estrategias para aprender, recordar, recuperar y utilizar la información en tareas de solución de problemas.

Aunque la metacognición es un proceso complejo, se resaltan dos de sus características principales: la conciencia del propio conocimiento y las estrategias de regulación y control de la acción. Herrera y Ramírez (2007) plantean que las líneas de investigación han enfatizado en una o en otra de estas dos características y, sin pretensión de sesgar el concepto, se ha generado cierta confusión en el ámbito académico al referirse a metacognición. Los estudios centrados en la conciencia del conocimiento propio han desarrollado una tradición metodológica basada en los protocolos verbales, mientras que las estrategias de regulación y control se basan en las tareas y la solución de problemas. Así mismo, Herrera y Ramírez (2007) exponen que los procesos de solución de problemas y el análisis de tarea están más relacionados con el conocimiento procedimental que con el conocimiento declarativo. Esto implica que dicho conocimiento procedimental se oriente hacia la regulación y revisión del proceso de alcance de una meta o fin y es en este punto cuando se hace evidente la planificación.

Brown (1987) y Siegler, DeLoache & Eisenberg (2003) señalan que la metacognición dirigida hacia la solución de problemas exige otro proceso fundamental como la planificación. Cuando una persona se enfrenta a un problema en primer lugar se requiere la comprensión de la tarea a resolver, los fines y las reglas o restricciones. Posteriormente la persona acude a la planificación para determinar los procedimientos y recursos a emplear durante el proceso de solución, predecir los resultados, controlar el tiempo y el número de intentos, así como la minimización de errores de desempeño. Cuando la persona comienza con la

solución del problema se activan los procesos de control que monitorean las acciones, detectan y corrigen errores hasta culminar con el alcance de la meta donde operan procesos de verificación, orientados a contrastar si el problema se resolvió correctamente.

La planificación entendida como un proceso que requiere pensar en el futuro, organizar y ordenar las acciones sobre la base de la información disponible fue estudiada en niños por Karmiloff-Smith (1994). En sus investigaciones encontró que los niños empiezan a hacer planes sencillos antes de cumplir un año de edad. A medida que crecen, sus planes se vuelven más elaborados y complejos, lo que les permite resolver problemas continuamente (por ejemplo, alcanzar una caja de galletas, lograr salir de su cuna, descubrir cómo ponerse un zapato). Sin embargo, a pesar de los beneficios de la planificación, muchos niños y adultos no hacen uso de este proceso cognitivo en situaciones en que sería útil (Siegler, DeLoache & Eisenberg, 2003). La razón a la que acuden Siegler et al. (2003) es que la planificación exige que el niño o el adulto piense en cuál sería la estrategia más eficaz para resolver un problema en lugar de intentar solucionarlo sin pensar. Los niños pequeños (2-4 años) a menudo no controlan el deseo de actuar de inmediato o bien, tienden a ser demasiado optimistas acerca de lo que pueden lograr sin la planificación. Los niños mayores (5-8 años) son más realistas en cuanto a la evaluación de lo que pueden hacer. Además, el hecho de que los planes surgen a partir de una combinación entre la maduración del cerebro y las experiencias que demuestran el valor de la planificación, se hace evidente la necesidad de exponer a los niños a situaciones que requieran planificar para afianzar sus habilidades metacognitivas (Thornton 2002). Kaller, Benjamin, Spreer, Mader & Unterrainer (2008) investigaron el desarrollo de los procesos de planificación con niños entre cuatro y cinco años de edad con una variante de la Torre de Londres. Los resultados revelaron un efecto relacionado con la edad. Los niños de cuatro años tuvieron mayores dificultades en la planificación, mientras que los niños de cinco años solucionaron adecuadamente el problema. Los resultados del estudio coinciden con los realizados por Siegler, DeLoache & Eisenberg (2003) y con las recomendaciones de Thornton (2002) antes descritas. Así mismo, la capacidad de

razonar, ayuda a comprender las situaciones y los problemas. Elementos centrales como la planificación y la experiencia son la clave para ayudar a los niños a ver con mayor profundidad relaciones, acontecimientos, personas y acciones en una continuidad temporal.

La planificación como proceso de la metacognición ha sido estudiada partiendo del supuesto conceptual de una organización jerárquica de las actividades metacognitivas. Es decir, se asume que las habilidades metacognitivas más avanzadas como la evaluación del aprendizaje, la selección de estrategias apropiadas de aprendizaje o la planificación de futuras actividades para el aprendizaje no pueden ocurrir sin el monitoreo (detección y corrección de errores o información faltante) que los procesos cognitivos facilitan. Los procesos cognitivos más relacionados son la comprensión, la memoria de trabajo y la atención, puesto que la información necesaria para la resolución de problemas necesita estar disponible hasta la finalización del mismo (Herrera y Ramírez, 2007).

Sin embargo, Kaller, et al. (2008) afirman que los procesos asociados a la planificación cognitiva en la solución de problemas requieren de mayor investigación empírica que permita identificar la interdependencia de la metacognición y la planificación con otros procesos cognitivos. De esta manera las dificultades de los niños para planificar no solo se remiten al proceso mismo, sino que posiblemente existan otros procesos implicados en los resultados.

Muchos de los estudios sobre metacognición y planificación se han orientado al aprendizaje de la lectura y escritura (Donovan & Smolkin, 2006), puede decirse que en pensamiento lógico-matemático los estudios son menos abundantes. No obstante, el razonamiento y el aprendizaje de las matemáticas se orientan a la resolución de problemas (Desoete, Roeyers y De Clercq, 2003; Kramarski, 2004). El dominio del pensamiento lógico-matemático supone seleccionar estrategias apropiadas y ajustar el comportamiento a las cambiantes demandas de trabajo, haciendo uso de la conciencia de los conocimientos previos y la selección de un comportamiento de estudio adecuado.

La metacognición ha sido útil en tareas matemáticas difíciles y se involucra en casi todos los aspectos de la resolución de problemas de este tipo, desde la

etapa inicial de construcción de una representación adecuada del problema a la etapa final de la interpretación y contraste de los resultados de los cálculos. Por otra parte, la metacognición permite a los estudiantes a utilizar los conocimientos adquiridos de manera flexible y estratégica (Desoete, Roeyers y De Clercq, 2003). Montague & Bos (1990) encontraron que las habilidades metacognitivas son especialmente necesarias para evaluar lo que la persona sabe o no sabe, para monitorear el aprendizaje y la planificación del aprendizaje.

Bryant y Nuñez (2011) plantean que tanto el razonamiento como el conocimiento matemático se desarrollan a través de contextos de aprendizaje, planificados y estructurados, acordes con el tipo de concepto matemático que se quiere enseñar. Los niños aprenden mucho sobre la lógica subyacente de las matemáticas a través de sus propias experiencias (Bryant & Squire, 2001), sin embargo, el análisis lógico-matemático, el conocimiento de los números ordinales, la comprensión de conjuntos, por solo nombrar algunos elementos, se derivan de la interacción del niño con el sistema educativo, pues requieren de una enseñanza explícita. Aprender sobre las operaciones aritméticas como sumar, restar, dividir y multiplicar requiere conocimiento, pero sobretodo razonamiento. Así mismo, ser capaz de sumar dos números no es lo mismo que el razonamiento aditivo, el cual requiere comprender la relación inversa entre suma y resta. Bryant y Nuñez (2011) enfatizan que las tareas lógico-matemáticas hacen parte de la invención humana y requieren ser enseñadas a través de métodos que sean significativos para los niños pequeños. La instrucción sobre procedimientos facilita el aprendizaje, pero las situaciones problema o análisis de tarea posibilitan la emergencia del razonamiento lógico-matemático.

## **Método**

La metodología que guió este estudio tuvo un enfoque empírico-analítico, puesto que partió de hipótesis y teorías sobre los procesos cognitivos que se activan en situaciones de planificación y solución de problemas lógico-matemáticos. Se buscó describir los procesos y demanda cognitiva que este tipo de problemas genera en

los niños/as y de esta manera realizar aportes a la teoría básica sobre metacognición, específicamente planificación en el contexto antioqueño.

El diseño de investigación fue transversal con dos grupos diferenciado por género y el nivel alcanzado fue exploratorio, descriptivo y correlacional.

### **Participantes**

Se tomó como muestra no probabilística 14 niños y niñas estudiantes de dos instituciones educativas del departamento de Antioquia, distribuidos en 10 niñas (71%) y 4 niños (29%) cuya edad osciló entre los 5 y 7 años. Si bien el tamaño muestra el reducido, éste se justifica en la cualidad de las tareas de desempeño cognitivo, las cuales requieren de una alta demanda en la planificación y mediante la observación (registro de video) se pueden establecer la presencia de procesos cognitivos mientras los niños participantes resuelven problemas. Además el carácter exploratorio también clarifica que los datos provenientes de la correlación sean considerados como estimativos y no concluyentes.

### **Instrumentos**

Los instrumentos utilizados fueron el producto de una revisión rigurosa de las situaciones descritas en el proyecto *“Impacto de un modelo de intervención en el desarrollo de herramientas científicas espontáneas en niños de 2 a 6 años”* construidas por maestras de Colombia, Brasil y Argentina. Estas situaciones están descritas en el libro *“El niño que piensa. Un modelo de formación de Maestros”*, del cual fueron compiladoras Rebeca Puche Navarro, Dominique Colinvaux y Celia Dibar Ure (2001). Para la selección se consideraron criterios como la evaluación de habilidades metacognitivas relacionadas con la planificación, adaptación a las edades propuestas en la investigación, viabilidad en su aplicación y claridad metodológica para su reproducción y construcción en maquetas. Igualmente se realizó una prueba piloto con niños entre 5 y 7 años para seleccionar como problemas centrales el parqueadero, empujemos pitillos, servientrega y torre de Hanói.

## **Plan de análisis**

Para el análisis de la información se utilizó la técnica de análisis de tarea dado que el interés se inscribió en el acceso a la cognición encubierta (Otálora, 2011). Este procedimiento resulta útil cuando el objetivo se dirige a la descripción de la actividad cognitiva que subyace al desempeño de las personas cuando se enfrentan a una tarea determinada. Para llevar a cabo el análisis de tarea se requirió el registro fílmico de los niños mientras resolvían los problemas de planificación, para posteriormente efectuar un análisis microanalítico secuencial, procesual y sistemático de los procesos cognitivos que intervinieron en la planificación y resolución de problemas lógico-matemáticos. En dicho análisis se incluyeron los registros que detallaban la secuencia correcta o posible del proceso de solución de problemas. Es decir, describir la secuencia de operadores que transforman un estado actual (problemático), en un estado-objetivo (meta). La codificación contempló los Estados (situación-problema y mecanismos de solución); Metas (objetivo que se trata de alcanzar); Operadores (acciones que el niño/a participante puede realizar para acercar la situación actual a la meta) y Búsqueda (actividad que el niño/a participante realiza en la búsqueda de un conjunto de operadores que lleva a la resolución del problema). Una vez realizado el análisis se construyó una base de datos en el programa SPSS versión 18® con el fin de obtener resultados generales del grupo de niños y niñas participantes. Se llevaron a cabo análisis descriptivos como media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Luego se realizó el análisis correlacional (matriz de correlación bivariado de Pearson) tomando como valores significativos aquellos que estaban entre 1 y un valor descendente de hasta 0.50 ( $p < 0.005$ ).

Se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas respectivas para estudios de riesgo mínimo. Los padres o adultos responsables de los niños y niñas participantes accedieron voluntariamente firmando el consentimiento informado.

## **Resultados**

Los resultados mostraron que en los cuatro problemas propuestos los niños y niñas comprendieron el problema en un 82,17%, utilizaron la atención sostenida en un 67,87%, categorizaron los elementos del problema en un 85,78%, establecieron correspondencia en un 85,78%. Los procesos más complejos como las reglas de inferencia condicional tuvieron un porcentaje del 73,23%, detección y corrección de errores (78,58%), anticipación (75,03%), planificación (78,59%) y metacognición (71,45) (ver tabla 1).

**Tabla 1. Distribución porcentual de los procesos cognitivos utilizados en la solución de problemas**

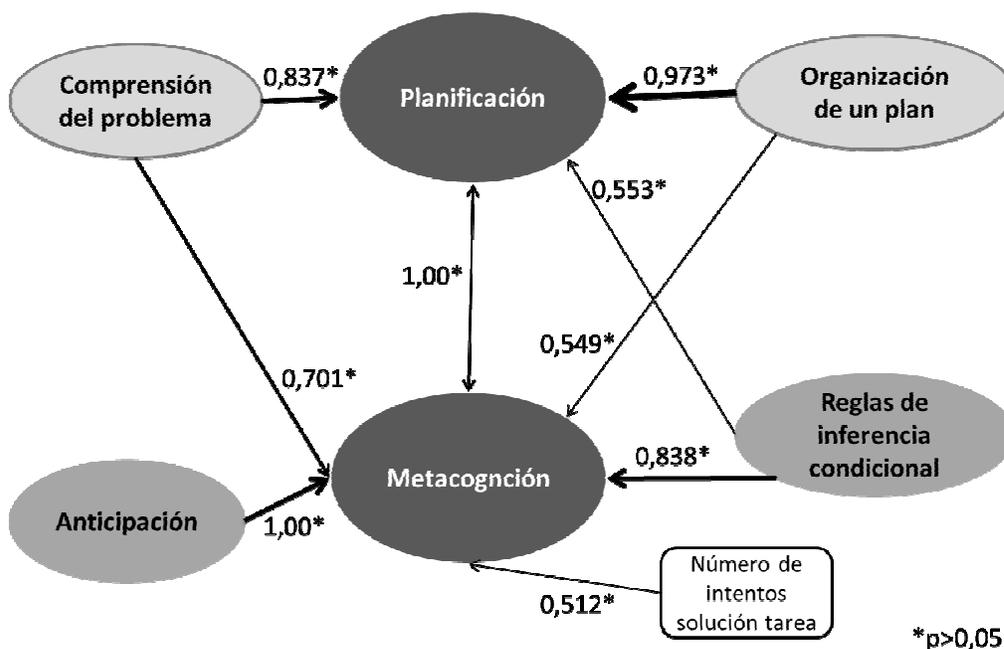
<b>Variables</b>	<b>Servientreg a</b>	<b>Empujemo s los pitillos</b>	<b>Parqueader o</b>	<b>Torre de Hanói</b>	<b>Promedi o</b>
Comprensión del problema	92,9	92,9	78,6	64,3	82,17
Atención sostenida			78,6	57,14	67,87
Categorización	85,78	85,78			85,78
Correspondencia	85,78	85,78			85,78
Reglas de inferencia condicional	100	92,9	42,9	57,14	73,23
Detección y corrección de errores	100	78,6	78,6	57,14	78,58
Anticipación	85,78	85,78	71,42	57,14	75,03
Planificación	92,9	92,9	71,42	57,14	78,59
Metacognición	85,78	78,6	64,3	57,14	71,45

El análisis correlacional mostró relaciones significativas entre los procesos cognitivos evaluados, la planificación y la metacognición. Los resultados mostraron que a la planificación se asocian procesos cognitivos como: comprensión del problema (sig. 0,837), reglas de inferencia condicional (sig. 0,553), organización de un plan (sig. 0,973). La metacognición se asocia con anticipación (sig. 1,00),

comprensión del problema (sig. 0,701), reglas de inferencia condicional (sig. 0,838), organización de un plan (sig. 0,549). Una variable que se tomó en el proceso de evaluación fue el número de intentos que el niño realiza para resolver la tarea. Esta variable correlacionó negativamente con metacognición (sig. -0,512), es decir, a mayor número de intentos menos procesos metacognitivos. Finalmente se encontró que los procesos de planificación cognitiva se relacionan de manera altamente significativa con la metacognición (sig. 1,00) aspecto que muestra la organización del constructo.

No se encontraron relaciones significativas con los procesos de clasificación, correspondencia, seriación, categorización, atención sostenida, detección y corrección de errores. Si bien la metacognición y la planificación son procesos cognitivos de alto nivel que requieren de la participación de otras operaciones cognitivas específicas, durante la solución de problemas lógico-matemáticos sólo algunos procesos participan activamente en el desempeño de los niños que hicieron parte de este estudio. Son fundamentales para la planificación y la metacognición la organización, la comprensión del problema y la generación de reglas de inferencia condicional (ver gráfico 1).

**Gráfico 1. Planificación, metacognición y procesos relacionados**



## Discusión

Los resultados anteriores mostraron que a la planificación se asocian procesos cognitivos como la comprensión del problema. Este proceso permite a los niños preescolares identificar la meta y los elementos necesarios para hallar la solución a problemas lógico-matemáticos. Los niños en edad preescolar generalmente tienen dificultades para traducir comprensivamente secuencias de acciones complejas y que se relacionan con reglas condicionales, como las que se pueden observar en problemas como la Torre de Hanói o en El Paqueadero. Inicialmente los niños y niñas participantes cometían diversos errores, situación que conllevaba a solicitar la repetición de la consigna. Se esforzaban por comprenderla y una vez la habían clarificado tenían menos errores en la solución del problema y lograban la meta con menos intentos y menor tiempo. Estos resultados concuerdan con los estudios de Bryant y Nuñez (2011) quienes afirman que los niños entre 4 y 6 años no escuchan instrucciones con mucha conciencia de las acciones necesarias para cumplir con

las metas de comprensión. Por este motivo, la inclusión de problemas que exijan a los niños reconocer que deben escuchar atentamente y activar mecanismos comprensivos de metas y acciones mejoran notablemente su desempeño.

La comprensión de las reglas y restricciones de un problema exigen que los niños organicen un plan. El modelo tradicional de Zelazo, Carter, Reznick y Frye (1997) plantea que los niños al comprender el problema proceden a elaborar un plan, ejecutan las acciones siguiendo las reglas y evalúan los resultados acudiendo a la detección y corrección de errores. En el presente estudio se observó que los niños y niñas utilizaban diversos procesos psicológicos implicados en el control consciente de pensamiento y acción. Dichos procesos al presentarse de manera simultánea, requieren la adopción de una perspectiva funcional, de tal manera que el análisis detallado de las acciones y verbalizaciones de los participantes, permitió identificar los planes que los niños hacían antes de comenzar a ejecutarlos.

También se pudo observar el proceso de autorregulación, puesto que alrededor del tercer intento, los niños evitaban realizar acciones al azar o de manera impulsiva, y, por el contrario, realizaban un mapeo mental de los procedimientos que iban a realizar. Por ejemplo, señalaban con dedo la trayectoria que luego realizarían, repetían los movimientos con el fin de memorizarlos, fijaban su atención en la tarea sin mostrar distracción ante la presencia de otros estímulos del ambiente. En otras palabras, la planificación y su organización implicaban la autorregulación como estrategia central de esta fase de la solución de problemas.

Quinn (2011) ha encontrado que los niños entre cuatro y cinco años de edad tienen dificultades para utilizar la categorización con el fin de organizar el material esencial en una tarea. Posteriormente, el inicio de la actividad escolar estimula el progreso de los niños para la identificación de estrategias categoriales y organizativas de acciones y secuencias. Es probable que la organización se relacione estrechamente con la planificación y con la metacognición debido a que los problemas que se presentaron en este estudio se caracterizaban por presentar un estado inicial y un estado final o meta, de tal manera que la solución estaba mediatizada por las operaciones que paso a paso transformaban el estado inicial en

el final. Estas situaciones se configuran por medio de restricciones que limitan el número de movimientos o el tipo de operaciones permitidas.

Las restricciones presentes en las tareas propuestas en este estudio se hacían explícitas en la consigna. No obstante, las reglas están vinculadas con la clave de solución del problema, el algoritmo que debe inferir al niño que muestra la combinatoria de movimientos exitosos en la solución o meta. El descubrimiento de estas reglas se va logrando en la ejecución misma de la tarea, en la escucha u observación atenta de los errores y en las aproximaciones sucesivas a la meta. Los movimientos que hacían los niños y niñas participantes fueron analizados de diferentes maneras. Una consideración es el número de movimientos que los niños fueron capaces de planificar con diferentes tipos de problemas, cuya estrategia central es la descomposición y su objetivo es la planificación. Otro elemento importante en el análisis fue la capacidad de anticipar tanto las consecuencias de un próximo movimiento y los movimientos que deben ser tomados o evitados posteriormente. Posiblemente, la anticipación juegue un papel relevante en el proceso de solución de problemas y la metacognición, el cual no se reduce a la memoria de trabajo.

Cuando los niños comprenden las reglas de inferencia condicional son capaces de identificar que la solución del problema no se logra moviendo los objetos de manera aleatoria e individual, sino que o hay una clave de solución que implica un conjunto de acciones para evocar el otro conjunto. Esto implica una perspectiva relacional de las secuencias de movimientos presentes en los problemas abordados en este estudio.

De acuerdo con Fischer (2008), la capacidad de planificación se observa mejor cuando los niños en realidad están tratando de resolver un problema, en lugar de pedirles que anticipen sus acciones sin realizar los movimientos. Permitirle al niño equivocarse y retroalimentarse de sus acciones hace parte de la actividad metacognitiva. Generalmente, los tres primeros intentos se acompañan de pausas largas entre movimientos y violaciones a las restricciones. La planificación depende de la duración del tiempo de pausa. En este momento el niño está tratando de anticipar las secuencias adecuadas y el tiempo dedicado para pensar es útil para

construir los componentes de habilidades básicas y dar lugar posteriormente a una representación más compleja.

### **Conclusiones**

Analizar los procesos y operaciones cognitivas asociadas a la planificación como estrategia metacognitiva implica la realización de tareas que permitan observar detenidamente el desempeño de los niños y las niñas. De esta forma es posible inferir aquellos procesos que más facilitan el empleo de estrategias eficaces en la solución de problemas lógico-matemáticos. En el contexto de los problemas de dominio específico, como por ejemplo, la planificación, es fundamental que los niños realicen una representación del problema, asunto implicado estrechamente con la comprensión del estado inicial, el estado meta y el descubrimiento de las reglas de inferencia que subyacen a la solución de un problema.

Se encuentra también que el progreso en el descubrimiento de la secuencia clave, depende de la fase de aprendizaje anterior y la planificación requiere que los niños logren comprender y adquirir una perspectiva relacional de las secuencias de movimientos. Para el alcance de este objetivo, la comprensión del problema, la organización, la anticipación y el descubrimiento de las reglas de inferencia condicional son indispensables en la planificación como estrategia metacognitiva

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self regulation and other more mysterious mechanisms. En F. Weinert, & R. Kluwe (Eds.) *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bryant, P., & Nuñez, T. (2011). Children's Understanding of Mathematics. En U. Goswami (Ed.), *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 239-257). Oxford: Blackwell Publishers.
- Bryant, P., & Squire, S. (2001). Children's mathematics: Lost and found in space. En M. Gattis (Ed.), *Spatial schemas and abstract thought* (pp. 175–200). Cambridge, MA: MIT Press.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Journal of Educational Psychology*, 95, 188–200.
- Donovan, C. A., & Smolkin, L. B. (2006). Children's understanding of genre and writing development. En C. A. MacArthur, S. Graham, & J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (pp. 131–143). New York: Guilford Press.
- Dunn, J. (1987). Understanding Feelings: The Early Stages. En J. Bruner & H. Haste (Eds.). *Making Sense* (26–40). London: Methuen.
- Dunn, J. (2005). *Relationships and Children's Discovery of the Mind'*, *British Academy/British Psychological Society Annual Lecture*, London, 5 April.
- Flavell, J. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving*. En Resnik, L. B. *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, L.E.A.

- Herrera, F. y Ramírez, M.I. (2007). *Cognición y metacognición*. Granada: Universidad de Granada.
- Kaller, C.P., Benjamin, R., Spreer, J., Mader, I. & Unterrainer, J.M. (2008). Thinking around the corner: The development of planning abilities. *Brain and Cognition*, 67, 360–370.
- Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs: Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions? *Learning and Instruction*, 14, 593–619.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- Montague, M., & Bos, C. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences*, 2, 371–388.
- Orozco, M. (2002). El análisis de tareas: como utilizarlo en la enseñanza de la Matemática en primaria. *Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura Universidad del Valle Cali, Colombia*.
- Otálora, Y. (2011). *El análisis de tareas como estrategia metodológica para acceder a la cognición encubierta*. Documento de trabajo no publicado.
- Puche Navarro, R., Colinvaux, D., & Dibar, C. (Comps.) (2001). *El niño que piensa. Un Modelo de formación de maestros*. Cali: Artes Gráficas del Valle Editores.
- Quinn, P. C. (2011). Born to categorize. En U. Goswami (Ed.), *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. Oxford: Blackwell Publishers.

- Schneider, W. (1986). Developmental trends in the metamemory – memory behavior relationship: An integrative review. En D.L. Forrest-Pressley, G.E. MacKinnon & T. Gary Waller (Eds.). *Metacognition, cognition and human performance: Vol. I. Theoretical perspectives* (pp. 57-109). San Diego, CA: Academic.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. En D. L. Forrest-Pressley, G. E. Mackinnon, & T. G. Waller (Eds.), *Applied metacognition* (pp. 224–257). New York: Cambridge University Press.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2008). Procedural metacognition in children: Evidence for developmental trends. En J. Dunlosky & B. Bjork (Eds.), *A handbook of memory and metacognition*. Mahwah, NY: Erlbaum.
- Siegler, R., DeLoache, J. & Eisenberg, N. (2003) *How Children Develop*, New York: Worth.
- Thornton, S. (2002). *Growing Minds*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Wellman, H. M. (1985). The origins of metacognition. En D. L. Forrest-Pressley, G. E. MacKinnon & T. G. Waller (eds.), *Metacognition, Cognition and Human Performance*, Orlando: Academic Press.
- Zelazo, P., Carter, A., Reznick, J., Frye, D.(1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*. 1, (2), 198-226.



## **MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**

### **CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

#### **ARTÍCULO INDIVIDUAL**

**La solución de tareas: perspectiva heurística de encuentro entre la solución  
de problemas matemáticos y la metacognición**

**OSCAR EDUARDO CLAVIJO**

SABANETA

2012

# **La solución de tareas: perspectiva heurística de encuentro entre la solución de problemas matemáticos y la metacognición**

**OSCAR EDUARDO CLAVIJO**

## **Resumen**

La intención de este artículo es plantear la solución de problemas en matemáticas desde la perspectiva metacognitiva y, en este sentido, esbozar que la problemática en torno a lo que habitualmente se denomina “metacognición” puede dejar de interpretarse como un aspecto más de la actividad matemática y tratarse propiamente en el ámbito de la problemática didáctico-matemática.

La utilización de estrategias metacognitivas en el estudio de la matemática hace posible que se controle la propia comprensión del problema, la detección de errores y los saberes previos, a la vez que se regula el aprendizaje. En este sentido, se concibe la metacognición como producto del conocimiento referida a lo que sabemos sobre nuestro propio funcionamiento cognitivo. De igual modo, la metacognición entendida como proceso cognitivo se refiere a las actividades de planificación, supervisión y regulación del aprendizaje.

Se deja abierta la discusión con respecto a los procesos cognitivos que aparecen en la solución de problemas matemáticos bajo una perspectiva metacognitiva. Así mismo, entre las nuevas herramientas consideradas para investigar la metacognición se rescata la solución de tareas, en cuanto posibilidad para la observación de procesos cognitivos mientras los niños resuelven problemas matemáticos, especialmente en la etapa infantil.

Palabras claves: *Metacognición, solución de problemas en Matemáticas, Heurística, solución de tareas.*

### **Abstract**

This article pretends to problematize the solution of mathematics problems as a metacognitive perspective and in that way, to propose that the problematic around what usually called "Metacognition" could be interpreted as an aspect related more with mathematical activity and should be studied in the field of teaching-mathematical problems.

This strategy lets us observe cognitive process and also makes it possible to establish relationship between cognitive process and metacognitive strategies which are used in solution of problems. The use of metacognitive strategies in mathematics studies makes it possible to control the understanding of the problem, to detect mistakes and to control previous knowledge while learning is regulated. In this way, metacognition is considered as a result of knowledge concerning what we

know about our own cognitive performance, and cognitive process refers to planning, supervision and learning regulation activities.

The discussion about the cognitive process that occurs when solving mathematical problems in a metacognitive perspective is opened. It also rescues from the new tools to investigate metacognition considered, the solution of tasks, as a possibility for the observation of cognitive process, while children solve mathematics problems, especially in the childhood stage.

**Key Word:** metacognition, mathematics problems solving, heuristic, solution task.

## 1. La solución de problemas como una estrategia metacognitiva

En los lineamientos curriculares de matemáticas diseñados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998) para Colombia en el año de 1998, aparecen como estrategias metacognitivas el monitoreo y el control asociadas a la solución de situaciones problemas. En este sentido, las decisiones con respecto a la selección e implementación de recursos y estrategias que permitan acciones tales como planear, evaluar y decidir deben estar relacionadas con situaciones que permitan el despliegue de esas habilidades, lo cual implica la necesidad de pensar en las situaciones problema como estrategias centrales del aprendizaje de las matemáticas.

En relación con lo anterior, en el año 2007, en los estándares curriculares de Matemáticas para Colombia, aparece que “... en particular, el proceso de formular y resolver problemas involucra todos los procesos básicos de las matemáticas...” (Estándares Curriculares de Matemáticas, 2007, p. 51). Según estos estándares curriculares, los procesos básicos en matemáticas serán: razonamiento, comunicación matemática, modelación y ejercitación de procedimientos.

En la revisión de la literatura colombiana sobre educación matemática, específicamente en los Lineamientos curriculares de Matemáticas y Estándares Curriculares de Matemáticas, se observa la importancia de la solución de

problemas y de las estrategias metacognitivas, pero no se visualizan relaciones entre ambas.

Se pretende aquí abordar cuatro de las dificultades identificadas por Trigo (2008) que han limitado el desarrollo de la investigación en relación con la resolución de problemas y la metacognición, temas con limitaciones en sus desarrollos e investigaciones:

- a. No se presenta una acumulación suficiente de estudios empíricos acerca de la solución de problemas que pueda ser analizada o contrastada.
- b. En los estudios analizados, no se explica de manera precisa los procesos cognitivos o metacognitivos involucrados en la solución de problemas.
- c. La robustez de los estudios donde se presentan las observaciones o investigaciones acerca de la enseñanza y aprendizaje en la solución de problemas contrasta con la debilidad en la descripción de las posturas teóricas, la descripción de los sistemas de instrucción utilizados y las perspectivas de evaluación que son manejadas en dichos estudios.
- d. El problema de la introspección en el análisis de los procesos de pensamiento, también es necesario considerarlo como una dificultad para avanzar en el análisis ejecutivo mientras se solucionan problemas matemáticos.

Para el caso de Colombia, la literatura en educación matemática no presenta una línea de trabajo clara que permita visualizar alguna relación entre la metacognición y las habilidades alcanzadas a través de la solución de problemas. En este sentido, es importante abordar teóricamente algunos aspectos como: metacognición, resolución de problemas y metacognición en matemáticas.

Con la intención de presentar una relación entre metacognición y solución de problemas matemáticos, se pretende abordar en primera instancia la metacognición como proceso general, luego abordar la solución de problemas y, por último, enmarcarla al interior de la solución de problemas matemáticos.

## **2. Metacognición**

El término metacognición fue introducido en la literatura psicológica a principios de la década de 1970 por John Flavell a raíz de sus estudios sobre el desarrollo de los procesos de memoria. En estos estudios afirma Martí (1995) que John Flavell y sus colaboradores muestran que la capacidad que tienen los niños de estimar cuántos ítems van a recordar mejora con la edad, así mismo señalan que la capacidad que tienen de controlar su tiempo de exposición para recordar una lista de palabras también mejora con la edad. Estas investigaciones pioneras sobre la metamemoria introdujeron una distinción importante que pronto se consolidaría en los estudios sobre metacognición (Martí, 1995).

Más tarde los trabajos de Flavell (1981 citado por Curotto, 2010) permitieron diferenciar en el conocimiento metacognitivo variables tales como: la persona, la tarea y la estrategia a utilizar. Dicho conocimiento podía ser declarativo (saber qué)

o procedimental (saber cómo y cuándo utilizar una serie de estrategias), abriendo la posibilidad al aprendizaje del mismo conocimiento.

También asegura Flavell (1981) que la capacidad de responder a fines cognitivos se va desarrollando con la edad, la cantidad de conocimientos que el sujeto va adquiriendo, la organización y generalización de ellos, el incremento de las conexiones entre medios–fines, y el propio conocimiento metacognitivo, igualmente se desarrollan o se potencian.

El acumulado metacognitivo así entendido se va desarrollando con la edad. A medida que los niños crecen van aumentando tanto el tipo como la complejidad de las estrategias que conocen y pueden emplear (Záiz, Flores, y Román, 2010). No obstante, los niños pequeños fallan en la utilización de este tipo de estrategias, lo que puede venir explicado desde la diferencia entre conocer y utilizar. Para esta autora, los niños pueden conocer la existencia de ciertas estrategias, pero no emplearlas de forma autónoma a no ser que el adulto esté regulando la actividad, es decir, que les esté orientando en el desarrollo de los procesos de planificación.

Buscando establecer una aproximación al concepto de metacognición, Ladino y Tovar (2005) consideran que ésta es la capacidad que se tiene de autorregular el propio aprendizaje; en otras palabras, se trata de la capacidad para reflexionar sobre los recursos cognitivos que se posee, de planificar cuáles se han de utilizar en cada situación identificar cómo aplicarlos a través de una estrategia y evaluar

dichas estrategias. En este sentido, la metacognición alude a una serie de operaciones cognitivas ejercidas por un interiorizado conjunto de mecanismos que permiten recopilar, producir y evaluar información, así como también controlar y autorregular el funcionamiento intelectual propio ( Sandia, 2004).

Sumado Tesouro (2005) considera la metacognición como una estrategia para potenciar los procesos cognitivos (percepción, atención, memoria, comunicación, imaginación, comprensión y lectura) a través del buen manejo de los recursos mentales que posee el sujeto. En relación con ello Martí (1995) identifica tres etapas esenciales cuya función es la de regular los procesos cognitivos : *la planificación* (manifestada antes de la resolución de una tarea y que consiste en la anticipación de las actividades), *el control* (realizado durante la solución de la tarea y que puede manifestarse en actividades de verificación, rectificación y revisión de la estrategia) y, por último, *la evaluación* (realizada al finalizar la tarea y que consiste en evaluar la estrategia utilizada en términos de su eficacia).

Según Ladino y Tovar (2005), parece existir cierto acuerdo en cuanto a que la metacognición es un constructo tridimensional que abarca: conciencia, monitoreo (supervisión, control y regulación), y evaluación de los procesos cognitivos propios.

### **3. La resolución de problemas**

La resolución de problemas matemáticos se constituye en el método más invocado para poner en práctica la utilización de "habilidades de orden cognitivo y el

desarrollo de las mismas" (Aninat, 2004), Se utiliza este método como una estrategia para transmitir de manera sistemática los procesos de pensamiento eficaces en la resolución de verdaderos problemas. Este método se considera potente en el sentido que si bien un estudiante ha aprendido un procedimiento no significa que sepa por qué y cuándo se debe utilizar éste (O'Sullivan y Pressley, 1984). Así, en el ámbito de las matemáticas, los estudiantes que utilizan las estrategias metacognitivas para aprender matemáticas, es decir planean y evalúan la solución, son más efectivos a la hora de resolver situaciones problemas, que quienes solo aprenden los procedimientos rutinarios y algorítmicos. (Chiu, Chow, y McBride-Chang, 2007).

Está claro que los niños necesitan entender las matemáticas como algo más que la aplicación mecánica de los procedimientos y la memorización de hechos. En respuesta a este problema, la investigación reciente sobre la enseñanza de las matemáticas ha explorado una serie de técnicas (heurísticos y solución de tareas, entre otras) para promover la comprensión, contrastado esto con el aprendizaje de memoria. Las técnicas comparten como característica común que todas ellas se centran en enseñar a los niños a reflexionar sobre la resolución de problemas, y al mismo tiempo enfatizan en el conocimiento conceptual dinamizado durante el aprendizaje.

Pero, según Ruesga (2003), solucionar problemas es el proceso mediante el cual se identifican, analizan y definen los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio, y de forma efectiva. Así, resolver un problema es situarse en un plano subjetivo (individual) para confrontar la tarea,

hecho que permite observar los procesos cognitivos desplegados mientras se soluciona ésta. Para Calderón (2005), cuando se resuelven problemas matemáticos están presentes habilidades del pensamiento como la deducción, la inducción, la inferencia, el análisis, la confrontación, la abstracción, entre otras que ayudarán a tomar una posición frente a la solución de la tarea.

En este sentido, la intención de los currículos en matemáticas recae sobre la solución de situaciones problema, entendiendo esta última según Trigo (2008) como el proceso de interpretar una situación matemáticamente, la cual involucra varios ciclos interactivos de expresar, probar y revisar interpretaciones, así como también ordenar, integrar, modificar, revisar o redefinir grupos de conceptos matemáticos desde varios tópicos dentro y más allá de las matemáticas.

Según Ordoñez (2003), la psicología cognitiva considera que resolver un problema matemático implica pensar, razonar, resolver problemas (y de igual manera los procesos que esto supone: conocer, aprender, relacionar, recordar, entre otros), esto es, significa computar representaciones o, lo que es lo mismo, manipular conocimientos a través de procesos y mecanismos mentales que hacen que se modifiquen los conocimientos o representaciones del mundo que están guardadas en el sujeto.

Si bien es muy importante considerar los procesos de pensamiento involucrados mientras se soluciona una tarea, también es significativo pensar en

las estrategias que utiliza el sujeto cuando se enfrenta a las situaciones problema, específicamente en matemáticas.

A este respecto se presenta la enseñanza de las destrezas para la solución de problemas en matemáticas, evidente esto en la obra de Charles y Lester (1984), quienes utilizaron las estrategias matemáticas para la solución de problemas de palabras en combinación con las habilidades metacognitivas de control. Estas habilidades para evaluar el progreso de la resolución de problemas se basa en los principios señalados por Polya (1965).

Este último autor (1981 citado en Gallego, 2007), plantea que la solución de situaciones problemas es una acción para lograr una meta claramente concebida, pero no inmediata de alcanzar, lo que permite al estudiante sortear una situación para buscar el fin deseado a partir de una acción de su diario vivir.

Este autor considera que la habilidad para resolver problemas no se consigue por el simple hecho de enfrentarse a ellos de forma sistematizada; es necesario además familiarizarse y utilizar con fluidez una serie de estrategias generales de resolución, llamadas procesos heurísticos. De este modo Chavarría y Alfaro (2005) proporciona una metodología para la resolución de problemas, y propone en su estrategia cuatro pasos básicos fundamentados desde la heurística para desarrollarlos, siendo ellos: comprender el problema, concebir un plan, ejecutarlo y examinar la solución.

Para Alfaro (2006), la heurística moderna busca comprender el método que conduce a la solución de problemas: en particular, las operaciones mentales típicamente útiles en el proceso. Debe tenerse en cuenta un trasfondo lógico y psicológico pues Polya (1965) afirmaba que la selección de preguntas que se plantean para cada paso no se escogen al azar: existen aspectos lógicos y psicológicos relacionados entre sí para la formulación de dichas preguntas.

En este sentido Záiz (2008), considera que la heurística en la resolución de problemas o de tareas puede plantearse así: se examinan los procesos mentales y el complejo engranaje de estrategias que se utilizan en el proceso de resolución. Partiendo de lo anterior, para realizar un análisis situacional de dicho proceso, el método más adecuado sería comenzar describiendo los procesos preestratégicos, es decir, hacer un mapa de los pasos a efectuar durante la solución de la situación problema. Más adelante se retoma la referencia a la estructura de control ejecutivo, entendido como la huella mental interna que representa el modo habitual que el sujeto tiene de construir la situación de un problema concreto (representación) y el procedimiento para afrontarlo. Así para esta autora, la solución de tareas puede asemejarse a un heurístico, aplicable en la etapa infantil.

Continúa la autora planteando que las estructuras de control ejecutivo, que deben considerarse para la solución de la tarea, comprenden como mínimo tres aspectos:

- a) Una representación de la situación problema (de la tarea), es decir, una representación de las condiciones en las cuales el plan es adecuado.
- b) Una representación de los objetivos más comunes en dicha situación, desarrollo del plan.
- c) Representación de las estrategias empleadas, dicho de otro modo, de los pasos mentales que desarrollan para ir de la situación problema a la meta, de la forma más eficaz posible.

Záiz (2008) propone la solución de tareas como una estrategia aplicable en la etapa infantil. En este sentido, Panizza (2003) destaca una investigación realizada con niños, en la cual se observan estos mientras explicaban una tarea o la resolución de problemas, se encontró que esta actividad promovía la comprensión y el cambio conceptual. Esta última autora presenta el caso de estudiantes de segundo grado que describían y explicaban a otros niños, las estrategias aritméticas que habían utilizado o construido cuando daban solución a problemas aritméticos.

Por su parte, cuando observaba a los estudiantes en edad universitaria resolver situaciones matemáticas, Schoenfeld (1987) les preguntaba periódicamente lo que estaban haciendo, por qué lo estaban haciendo, y si eso les ayudaba en algo. Él encontró que el uso de auto-explicación resultó en un mejor control durante la resolución de problemas, y produjo mejores resultados. Para Schoenfeld (1987) una diferencia significativa entre matemáticos expertos y novatos, entre los estudiantes de alto y bajo desempeño, está en el uso de habilidades metacognitivas en la

resolución de problemas. Mientras que los novatos tienden a leer el problema y luego a usar prueba y error como métodos para resolverlo, los expertos tienden a dedicar mucho tiempo a analizar el problema, a planificar y a la verificación de los resultados de la estrategia elegida.

Por lo anterior, Schoenfeld (1985 citado en Chavarría y Alfaro, 2006) considera insuficientes las estrategias planteadas por Polya (1965), y establece la existencia de cuatro aspectos más que intervienen en el proceso de resolución de problemas: los recursos, las heurísticas, el control (estrategias metacognitivas) y el sistema de creencias. Chavarría y Alfaro (2006), consideran que los recursos referidos al conocimiento matemático, considerados por Schoenfeld (1985) y que son previos para resolver el problema matemático, son las estrategias heurísticas, las cuales ayudan en el abordaje de un problema, mientras que en el control se involucran conductas de interés para la solución tales como: planificación, seleccionar metas y submetas acordes con la realidad del problema y monitoreo constante durante el proceso de resolución. Por último, en el sistema de creencias se considera el conjunto de ideas o percepciones que los estudiantes poseen acerca de la matemática y su enseñanza.

Para Chavarría y Alfaro (2005), los planteamientos de Polya (1965) y Schoenfeld (1987) sugieren estrategias que no se pueden desligar a la hora de resolver las situaciones problema; consideran los primeros que se deben tener presentes los componentes de la estrategia heurística antes de aplicarlas a la solución de

situaciones problema, en cuanto a que cada una de éstas brinda posibilidades que pueden ser aprovechadas al momento de resolver las distintas situaciones.

Si bien el aporte de Polya (1965) y Schoenfeld (1987) es de orden metodológico, García, Concepción, e Ibarra (2010) consideran que la habilidad para resolver problemas requiere del uso de todas las habilidades del pensamiento. Según estos últimos, la solución de problemas es el punto de transición entre los niveles inferencial y crítico de las destrezas del pensamiento que ayudan a aprender y a reflexionar en forma individual.

De acuerdo con lo anterior, la solución de problemas aporta elementos de orden ejecutivo cuando se utilizan los heurísticos, pero además vincula el despliegue de habilidades y procesos de orden cognitivo que, bajo el esquema propuesto por Schoenfeld (1987), adquiere orientación metacognitiva en tanto requiere planificación, regulación y verificación.

#### **4. Metacognición en Matemáticas**

Cuando se trata de explicar el desarrollo de estrategias matemáticas, la investigación según Rico (1997), Lampert (1986), Steffe, Cobb y Glaserfeld Von, (1988) ha tendido a centrarse en el desarrollo y organización del conocimiento conceptual . si bien es importante considerar la calidad del conocimiento conceptual para explicar el rendimiento en matemáticas, el conocimiento matemático y las habilidades metacognitivas juegan un papel importante en la determinación de

cómo y con qué rapidez aprenderán los estudiantes. En este sentido, se ha encontrado que la capacidad de los individuos para evaluar el estado de su conocimiento soporta el surgimiento de un conocimiento más avanzado conceptualmente (Kuhn, 2002).

Afirma Kuhn (2002) que un número significativo de estudios como los de (Borkowski, 1992; Carr y Biddlecomb, 1998; De Corte, Verschaffel, y Op't Eynde, 2000; Schoenfeld, 1983) ha vinculado el conocimiento metacognitivo a una mejor resolución de problemas y al rendimiento en matemáticas. Por ejemplo, cuando los alumnos que están en edad escolar son más capaces de explicar por qué y cuándo deben utilizar estrategias aritméticas.

Así mismo, en el trabajo adelantado por Clavijo y Hernández (2012), se evidencia que cuando el niño comprende la consigna en la solución de tareas lógico matemáticas, por ejemplo el parqueadero, disminuyen la cantidad de intentos para sacar los carros de ese lugar. Lo mismo sucede cuando el niño en la prueba Servientrega hace corresponder un elemento con su función o cuando en la prueba la torre de Hanói el niño busca trasladar los discos de un pilar a otro. Evidenciando en la solución de las tareas anteriores el monitoreo, atención y memoria constantemente, procesos que componen la metacognición, como se ha mencionado anteriormente.

Por su parte, Lucángeli, Cornoldi y Tellarini (1998) y Lucángeli y Cornoldi (1997) encontraron que los estudiantes que eran buenos en matemáticas fueron mejores en la predicción de los resultados, planificando con anticipación, haciendo

seguimiento y evaluación de su trabajo en el razonamiento aritmético y las tareas de resolución de problemas. En otras investigaciones, como la de Desoete y Roeyers (2006), se indica que los estudiantes que están en mejores condiciones para ajustar sus evaluaciones de rendimiento en matemáticas, y reflejarlas en el rendimiento real, deben tener mayor ventaja en esta área. De esta manera, el conocimiento de procedimientos metacognitivos también es diferente entre los estudiantes que son más flexibles en su resolución de problemas de matemáticas y los que usan procedimientos rutinarios inflexibles (Heirdsfield y Cooper, 2004).

Según Clavijo y Hernández (2012), los niños más pequeños tienden a desarrollar el conocimiento metacognitivo declarativo antes del conocimiento metacognitivo procedimental. En este sentido, Panizza (2003) encontró que en tercer y quinto grado los estudiantes tenían conocimiento metacognitivo declarativo sobre las estrategias matemáticas utilizadas para contar o resolver problemas que implicaban contar, ya que lograban dar cuenta de ellas mientras solucionaban el problema o después de ello. La dificultad aparece cuando no analizan rutinariamente información sobre los problemas, monitorean el progreso en la solución o evalúan los resultados obtenidos, es decir, el conocimiento procedimental no aparece o lo hace con irregularidad.

Para el caso de los niños de mayor edad, el conocimiento metacognitivo declarativo y procedimental ya ha surgido y ambos están correlacionados, es decir los niños/niñas proceden utilizando los principios y reglas de la matemática y dan cuenta de los procedimientos utilizados. Perrenet y Wolters (1994), por ejemplo, encuentran que el conocimiento metacognitivo declarativo de los estudiantes de

grado octavo se correlaciona con el uso de procedimientos metacognitivos para la comprobación y corrección de las soluciones en el problema como es el de resolver ecuaciones lineales. Así mismo, Solaz y San José, (2008), corroboran lo anterior asegurando que la resolución de problemas en matemáticas es el resultado de la interacción de conocimiento metacognitivo declarativo, procedimental y conocimiento conceptual matemático.

## **5. Solución de problemas y metacognición**

En el intento de establecer una clara relación entre la solución de problemas y la metacognición, Gascón (2010) asegura que parte de las dificultades encontradas obedecen a que en primer lugar no se pretendían investigar los mecanismos psicológicos del aprendizaje de los métodos de resolución de problemas, pues para la corriente francesa de la década de 1980, cuyo sustento era el método Heurístico, el interés particular era la subdivisión de la tarea. En consecuencia, se definía problema, clase de problemas, y método de resolución sin hacer ninguna referencia a los estados mentales del sujeto que resuelve la tarea.

En segundo lugar, para el método Heurístico, la principal preocupación era el método de solución empleado y no la resolución de problemas como estrategia que posibilitara la adquisición o movilización de sistemas cognitivos.

Y en tercer lugar, en el diseño Heurístico, se introducía la noción de alumno hipotético con el objetivo de idealizar la actividad de resolución de problemas y

liberarla, provisionalmente, de las variables contextuales y cognitivas que distorsionan la estructura formal de los métodos de resolución.

Como aporte a la propuesta de diseño heurístico en la solución de problemas Rodríguez, Bosch y Gascón (2008 citados por Gascón, 2010), afirman que la dificultad del papel de la metacognición en la resolución de problemas de matemáticas se ha abordado utilizando una reformulación del planteamiento inicial de Polya, la cual consiste en reinterpretar los “hechos didácticos”, lo cual está en la base del Problema de Polya, abordado por el movimiento clásico del Problem Solving.

Los hechos didácticos que están en la base del problema Polya para Gascón (2010) son, entre otros:

- a. Aquello que en el diseño didáctico se considera como dificultades cognitivas o metacognitivas de los estudiantes puede ser representado mejor como organizaciones de orden didáctico o como organizaciones matemáticas originadas durante la enseñanza.
- b. La planeación de estrategias para resolver problemas matemáticos no rutinarios, requiere situar el problema matemático en un contexto determinado que sea familiar para quien intenta resolverlo.
- c. La evaluación, regulación y control de las estrategias y conceptos matemáticos utilizados en la solución de problemas matemáticos sólo tienen

sentido cuando se relacionan con el origen del problema o cuando se relaciona con el contexto del cual ha emergido la situación.

d. Por último se considera que para incluir la regulación metacognitiva, cuando se resuelven problemas matemáticos, se debería superar la brecha existente entre lo considerado matemático y lo considerado como pedagógico en la escuela.

Como aporte con la búsqueda al cierre de brecha entre solución de problemas y la metacognición, la reinterpretación de los hechos considerados anteriormente, admite considerar la resolución de problemas como un acto titubeante, es decir que éste no se realiza paso a paso. Por ello, en el proceso de resolución Schoenfeld (1985 citado por García, 2007) ha señalado que tan importante como las heurísticas es el control del proceso, a través de decisiones ejecutivas. Tales disposiciones abordan qué hacer en un problema.

En este sentido, las decisiones ejecutivas determinan la eficiencia de los conocimientos y recursos de todo tipo puestos al servicio de la resolución del problema.

Al respecto, (Martí, 1995, p.17) propone las siguientes decisiones ejecutivas para analizar la efectividad en la solución de una situación problema, estas son:

- a) Predecir las limitaciones de procesamiento.
- b) Ser consciente de la cantidad de estrategias disponibles y de su utilidad en cada caso concreto.

- c) Identificar las características del problema
- d) Indagar por los recursos conceptuales y heurísticos que parecen adecuados para el problema.
- e) Planificar las estrategias adecuadas para la solución del problema
- f) Controlar y supervisar la eficacia de las estrategias en el momento de su aplicación
- g) Evaluar el proceso de resolución a medida que evoluciona.
- h) Revisar o abandonar planes cuando su evaluación indica que hay que hacerlo.

Como complemento a lo anterior, Zais (2008), ofrece una ruta metodológica en la vía de la solución de tareas, la cual cuenta con un diseño metodológico sustentado en la perspectiva de las decisiones ejecutivas, para acercarse a la solución de problemas y por qué no, acceder a la cognición encubierta con la intención de determinar cuáles procesos metacognitivos aparecen cuando el niño se enfrenta a una situación retadora. La solución de tareas se convierte en una estrategia propicia para el despliegue de las estrategias metacognitivas en tanto propuesta heurística que permite la planificación, el monitoreo y la evaluación de la solución de la tarea y el desempeño del sujeto que interviene en ella. Se presenta aquí una estrecha relación entre la perspectiva de las decisiones ejecutivas y la solución de tareas, la cual desde la tradición del procesamiento de la información se convierte en una orientación heurística.

En este sentido, según Martí (1995), se postula que cualquier actividad cognitiva para que sea ejecutada correctamente exige un sistema de control que

planifique, regule y evalúe. Aunque la descripción precisa de cada uno de los procesos que acompañan esta función reguladora varían según los autores, existe una cierta unanimidad para designar los tres tipos de procesos que acompañan la función reguladora, ellos son: procesos de tipo anticipativo, procesos on-line y otros que suponen la verificación y evaluación de lo producido. Lo anterior, muestra qué en la vía de solución de problemas, las decisiones ejecutivas, muestran que caminos tomar y también qué caminos no tomar. Estas decisiones en el sentido de los heurísticos, proporcionan una alternativa para acercarse a la metacognición, en la vía de la solución de tareas, tal como se enunció anteriormente, vía que permite además la regulación, el control y la evaluación de la ruta seguida en la solución de un problema.

En este sentido, considera García (2007), que para realizar un buen proceso en la solución de problemas matemáticos debe tenerse en cuenta: flexibilidad para considerar alternativas y ejecutar procedimientos, capacidad de anticipar las consecuencias de una acción, evaluación de la solución y la capacidad para realizar un proceso oscilante en la solución de la tarea. Es decir, que la actividad de resolución de problemas matemáticos es ante todo una actividad que posibilita el despliegue de procesos cognitivos y metacognitivos de distinto orden, hecho que permite establecer una relación clara entre la solución de problemas matemáticos y la metacognición.

Barroso y Rodríguez (2007) y Figueroa (2006) después de realizar un rastreo de los modelos heurísticos, plantean como método heurístico de solución de problemas, el conformado por los siguientes componentes: Familiarizarse con el

problema, Buscar una estrategia, Llevar adelante la estrategia, Revisar el proceso y sacar consecuencias de él. Se plantea de nuevo una clara relación entre la heurística como estrategia de solución de problemas y de este último con la metacognición.

Si bien se presenta ya de forma clara la relación entre la solución de problemas y la metacognición a través de la heurística, perspectiva que reposa en la tradición del procesamiento de la información, cabe rescatar que Martí (1995) no logra dar una visión suficientemente clara de los niveles de funcionamiento cognitivo, al mismo tiempo que no consigue aportar una visión integradora de los cambios metacognitivos a lo largo del desarrollo.

### **Conclusiones**

El sentido inicial de este artículo era establecer la relación que existía entre la solución de problemas matemáticos y la metacognición. La revisión teórica permite establecer dos grandes conclusiones: la primera implica que en la solución de problemas se establece claramente una relación con la metacognición y la asociación con procesos cognitivos. La segunda se orienta a la conciencia de los procesos que facilitan el aprendizaje de contenidos conceptuales.

Con respecto a la primera conclusión se puede afirmar que si bien para resolver un ejercicio, los sujetos aplican un procedimiento rutinario que los lleva a la respuesta, para resolver un problema se hace una pausa, se reflexiona y se pueden ejecutar pasos que no habían ensayado antes para dar la respuesta. Para confirmar lo anterior, Dueñas y Mora (2006) aseguran que cuando se resuelven problemas

matemáticos se despliegan una serie de procesos cognitivos que subyacen a su aparición. En su conjunto, forman lo que se concibe como “soporte cognitivo requerido” para la resolución de tareas matemáticas, estos procesos son: Atención, Memoria, Percepción selectiva, Discriminación, Clasificación, Organización, Generalización (abstracción de relaciones), Representación. En este sentido, la solución de problemas realiza una demanda de procesos cognitivos y metacognitivos.

Respecto a esto último Clavijo y Hernández (2012) destacan la importancia que tienen procesos cognitivos como: la atención, reversibilidad, comprensión de la consigna, organización de un plan, anticipación, razonamiento inductivo los cuales son procesos de pensamiento que se relaciona con la planificación como estrategia metacognitiva en la resolución de problemas lógico matemáticos.

Así mismo, Villalobos (2008), considera que trabajar las matemáticas como un todo no fragmentado y valorar su utilidad dentro y fuera de la escuela, promueve la aplicación de procedimientos genéricos (observar, manipular, experimentar, relacionar y usar diferentes lenguajes) y procedimientos conceptuales específicos de resolución de problemas a favor del aprendizaje (técnicas de cálculo, de medidas y de representación geométrica).

Añade Valero (2008), la solución de problemas permite entre otros la conciencia del propio aprendizaje, la planificación de las estrategias que se van a

utilizar para aprender, el pensamiento crítico, el aprendizaje autodirigido, las habilidades de evaluación y autoevaluación.

Por otro lado se encontró que como método para acceder a la cognición encubierta (Otálora, 2010; Záiz , et al, 2010) proponen una herramienta metodológica de trabajo para la observación de los procesos cognitivos, desde el análisis de tareas. Este método reposa en el análisis de tarea propuesto por Rodrigo (1982). Dicho análisis servirá para la intervención educativa en lo relacionado con ayudar a los sujetos a adquirir y a desarrollar competencias relacionadas con la resolución de tareas.

Los autores Záiz et al (2010), proponen dos subprocesos básicos para la resolución de un problema, utilizando el método solución de tareas en etapa infantil, denominados comprensión y búsqueda. Por una parte, la comprensión del problema exige a las personas la identificación de una red de relaciones en el planteamiento del estado inicial haciendo uso de su conocimiento previo, y el razonamiento sobre estas relaciones, el cual lleva a la ampliación de la red creando nuevo conocimiento. Por otra parte, el proceso de búsqueda lleva a la generación de estrategias que se manifiestan en procedimientos dirigidos a alcanzar el estado meta. Desde esta perspectiva, la resolución de problemas implica a los niños hacer uso de su conocimiento previo para establecer relaciones sobre su realidad, enriquecer esta red de relaciones y articular sus recursos mentales y emocionales en estrategias

que permitan alcanzar la respuesta buscada de manera efectiva respuesta correcta y eficiente con el menor gasto de recursos.

Es decir, que el análisis de tareas desde la tradición del procesamiento de la información se convierte en una estrategia heurística que permite abordar, el diseño, solución y análisis de la solución en tareas lógico- matemáticas.

En el aspecto relacionado con la solución de tareas y el despliegue de procesos metacognitivos mientras los niños y niñas desarrollan las actividades , se encontró que existen teorías que señalan que los niños no desarrollan habilidades metacognitivas hasta los 8–10 años (Zaiz, 2010; Veenman y Beishuizen, 2004; Veeman y Spaans, 2005). Por su lado Zaiz (2010) afirma que otros autores como Blöte, Resing, Mazer y Van Noort (1999) encuentran estrategias metacognitivas en niños de cuatro años, subrayando que el problema radica en la transferencia de las estrategias a situaciones nuevas. Las discrepancias en los hallazgos se deben a las limitaciones en la evaluación de las habilidades de metacognición y de planificación, ya que se relacionan con el desarrollo de las habilidades de lenguaje y de memoria de trabajo. (Veenman y Spaans, 2005; Whitebread, Coltman, Pasternak, Sangster, Grau, Bingham, Almeqdad, y Demetriou, (2009)).

## **REFERENCIAS**

- Alfaro, C. (2006) Las ideas de Polya en la resolución de problemas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 1, (1) ,1-13.
- Aninat, P. (2004). Matemática en el aula: los que nos hace falta por hacer. *Revista de Educación .Ministerio de Educación de Chile*, 313.
- Borkowski, J. (1992). Metacognitive theory: A framework for teaching literacy, writing, and math skills. *Journal of learning Disabilities*. 25, 253-257.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control and self- regulation and other mysterious mechanism. En F.E. Weinerty R. H.Kluwe(Eds). *Metacognition, motivation and understanding*, (62-116). Hissdale, NJ: Erlbaum.
- Bosch, M., Fonseca, C. y Gascón, J. (2004). Incompletitud de las Organizaciones Matemáticas Locales en las instituciones escolares, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 24/2; 205-250.
- Blöte, A., Resing, W., Mazer, P, & Van Noort, D. (1999). Young children's organitalstrategies on a same-different task: A microgenetic study and training study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 21-43.
- Calderón, D. (2005), *Dimensión cognitiva y comunicativa de la argumentación en matemáticas*. Tesis doctoral, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Carr, M., & Biddlecomb, B. (1998). Metacognition in mathematics from a constructivist perspective. In D. J. Hacker, J. Dunloksy, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice*. (pp. 69-91).
- Castro, E. (2008). *Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España*. En Luengo, Ricardo; Gómez, Bernardo; Camacho, Matías; Blanco, Lorenzo (Eds.), *Investigación en educación matemática XII* (pp. 113-140). Badajoz: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Charles, R., & Lester, F. (1984). An evaluation of a process-oriented instructional program in mathematical problem solving in grades 5 and 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15, 15-34.
- Chavarría, J., y Alfaro, C. (2005). Resolución de problemas según Polya y Schoenfeld. Ponencia presentada en el cuarto congreso internacional sobre

la enseñanza de la matemática asistida por computadora (CIEMAC), San José, Costa Rica.

- Chiu, M., Chow, B., & McBride-Chang, C. (2007). Universals and specifics in learning strategies: Explaining adolescent mathematics, science, and reading achievement across 34 countries. *Learning and individual differences*, 17, 344-365.
- Clavijo, O., y Hernández, J. (2012). Procesos cognitivos asociados a la planificación (metacognición) que realizan los niños y niñas entre cinco y siete años de edad para solucionar problemas lógico-matemáticos. Tesis de maestría no publicada. Universidad de Manizales. CINDE-Manizales.
- Curotto, M. 2010. La Metacognición en el aprendizaje de la Matemática. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*. 2, (2) ,91-91.
- De Corte, E., Verschaffel, L., y Op't Eynde, P. (2000). Self-regulation: A characteristic and a goal of mathematics education. In M. Boekaerts, P. R. Pin-trich, y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 687-726). San Diego, CA: Academic Press.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Metacognitive macroevaluations in mathematical problem solving. *Learning and Instruction*, 16, 12-25.
- Dueñas, J., y Mora, J. (2006). Algunas aportaciones del análisis de tarea al estudio del desarrollo cognitivo. El caso del aprendizaje de la matemática en el bachillerato. *Revista de Educación y Desarrollo*, 5,47-54.
- Flavell, J. (1981). Cognitive Monitoring. En W.P. Dickson (Ed), *Children's oral communication skills* (35-60). Nueva York: Academic Press.
- Flavell, J. (1971). First's discussants comments: What is memory development the development? *Human development*. 14, 272-278.
- Figuroa, E. (2006). Estrategias en la resolución de problemas matemáticos. *Educare*. 10, 1 – 10.
- Gallego, G. (2007). Niños y niñas solucionadores de problemas matemáticos. *Magisterio: educación y pedagogía*, 39, 38-46.

- García, J. (2007). Intuición, innovación y resolución de problemas en Leonard Euler. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 10, 5-12.
- García, M., Concepción, M, y Ibarra, A. (2010) ¿Cómo saborear las matemáticas? Ponencia presentada en Congreso Iberoamericano de Educación, metas 2021, Buenos Aires, Argentina.
- García, J.A. (2007) La Didáctica de las Matemáticas: una visión general. Tomado de (<http://nti.educa.rcanaria.es/rtee/rtee.htm>). Marzo 24 de 2011.
- Gascón, J. (2010). Del Problem Solving a los Recorridos de Estudio e Investigación. Crónica del viaje colectivo de una comunidad científica. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 22,9-36.
- Gascón, J. (2002). El problema de la Educación Matemática y la doble ruptura de la Didáctica de las Matemáticas, *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 5/3; 673-698.
- Heirdsfield, A., y Cooper, T. (2004). Factors affecting the process of proficient mental addition and subtraction: Case studies of flexible and inflexible computers. *Journal of Mathematical Behavior*, 23, 443-463.
- Juidías, J., y Rodríguez. I. (2007). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de educación*, 342,257-286.
- Kluwe,R.(1987). Executive decisions and regulation of problem solving behavior. En F.E. Weinerty R. H.( Eds) *Metacognition, motivation and understanding*.(31-64).Hillsdale,Nj:Erlbaum.
- Kuhn, D. (2002). A multi-component system that constructs knowledge: Insights from microgenetic study. In N. Granott & J. Parziale (Eds.), *Micro development: Transition process in development and learning* (pp. 109-130). New York: Cambridge University Press.
- Ladino, Y y Tovar, J. (2005). Evaluación de las estrategias metacognitivas para la comprensión de textos científicos. *Revista enseñanza de las ciencias*, Número extra,1-6.
- Lampert, M. (1986). Knowing, doing and teaching multiplication. *Cognition and Instruction*, 3, 305-342.

- Lawson, M. (1984). Being executive about metacognition. En J.R. Kirby (Ed), *Cognitive strategies and educational performance*. (89-109). Orlando, FL: Academic Press.
- Lucangeli, D., y Cornoldi, C. (1997). Mathematics and metacognition: What is the nature of the relationship?. *Mathematical Cognition*, 3, 121-139.
- Lucangeli, D., Cornoldi, C., & Tellarini, M. (1998). Metacognition and learning disabilities in mathematics. In T. E. Scruggs & M. A. Mastropieri (Eds.), *Advances in learning and behavioral disabilities* (Vol. 12, pp. 219-244). Greenwich, CT: JAI Press.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*. 72, 9-32.
- Ministerio de Educación Nacional. Estándares curriculares de Matemáticas. 2007. Bogotá <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-116042.html>.
- Ministerio de Educación Nacional. Lineamientos curriculares de Matemáticas. 1998. Bogotá. <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-89869.html>.
- Normandeau, S. (1992). Development des strategies cognitives et des habilités d'autocontrôle les chez les enfants de 8 a 14 ans. *Revue Canadienne de Psychologie*, 46, (1), 117-137.
- Ordóñez, O. (2003). *Procesos psicológicos básicos*. En S. Ochoa y O. Ordóñez Morales (Comps.), Revisión del Estado del Arte del conocimiento en Psicología. Publicado como Documento de trabajo. Publicaciones de la Pontificia Universidad Javeriana. Cali.
- O'Sullivan, J., & Pressley, M. (1984). Completeness of instruction and strategy transfer. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 275-288.
- Otálora. (2010). Diseño de espacios educativos significativos para el desarrollo de competencias en la infancia. *CS*, 5, 71-96.
- Panizza, M. (2003). *Enseñar matemáticas en el nivel inicial y el primer ciclo de la EGB*. Colección cuestiones de educación N°41. Buenos Aires. Ed Paidós.
- Polya. G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Ed. Trillas.

- Perrenet, J., y Wolters, M. A. (1994). The art of checking: A case study of students' erroneous checking behavior in introductory algebra. *Journal of Mathematical Behavior*, 13, 335-358.
- Rico, L. (1997). *Los organizadores del currículo de matemáticas*. En Rico, L.; Castro, E.; Castro, E.; Coriat, M.; Marín, A.; Puig, L.; Sierra, M.; Socas, M. M. (Eds.), *La educación matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 39-59). Madrid: ice - Horsori.
- Rodrigo, J. (1982). Las posibilidades del análisis de tarea como técnica para el estudio de los procesos mentales. *Revista Infancia ya aprendizaje*, 19-20, 159- 175.
- Rodríguez, E. (2005). *Metacognición, resolución de problemas y enseñanza de las matemáticas. Una propuesta integradora desde el enfoque antropológico*. Memoria presentada para optar al grado de doctor. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Ruesga, M. (2003). *Educación del razonamiento lógico matemático en educación infantil*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. España
- Sandia, L.(2004). Metacognición en niños: una posibilidad a partir de la Teoría Vygotskiana. *Acción pedagógica*. 13(2), 128-135.
- Schoenfeld, A. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 7, 329-363.
- Schoenfeld, A. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Solaz, J., y Sanjosé, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 147-162.
- Steffe, L., Cobb, P., & Von Glaserfeld, E. (1988). *Construction of arithmetical meanings and strategies*. New York: Springer-Verlag.

- Tesouro, M. (2005). La metacognición en la escuela: la importancia de enseñar a pensar. *Educar*. Universitat de Girona. Departament de Pedagogia, 35, 135-144.
- Trigo, M. (2008). La Resolución de Problemas Matemáticos: Avances y Perspectivas en la Construcción de una Agenda de Investigación y Práctica. Memorias del seminario Resolución de Problemas: 30 años después del XII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Valero, M. (2008). Aprendizaje basado en problemas. Servicio de Innovación Educativa. Universidad Politécnica de Madrid.
- Veenman, M., & Beishuizen, j. j. (2004). Intellectual and metacognitive skills of novices' while studying texts under conditions of text difficulty and time constraint. *Learning and Instruction*, 14, 621–640.
- Veenman, M., & Spaans, M. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and Individual differences*, 15, 159–197.
- Villalobos, X. (2008). Resolución de Problemas Matemáticos: Un Cambio Epistemológico con Resultados Metodológicos. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 6, (3).36-58.
- Whitebread, D., Coltman, P., Pasternak, D., Sangster, C., Grau, V., Bingham, S., Almeqdad, Q. & Demetriou, D. (2009). The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. *Metacognitive Learning*, 4, 63–85.
- Záiz, M., y Alonso, P. (2008). "Análisis de tareas como estrategia cognitiva de evaluación". En M. C.
- Záiz, M., Flores, V y Román, J.M. (2010). Metacognición y competencia de "aprender a aprender" en Educación Infantil: Una propuesta para facilitar la inclusión. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13, (4), 123-130.



**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO**  
**CONVENIO UNIVERSIDAD DE MANIZALES Y CINDE**

**ARTÍCULO INDIVIDUAL**

UNA REFLEXIÓN TEÓRICA SOBRE LA PLANIFICACIÓN EN EL CAMPO DE LA  
COGNICIÓN

**JUDITH ESPERANZA HERNANDEZ PEÑA**

SABANETA  
2012

# **UNA REFLEXIÓN TEÓRICA SOBRE LA PLANIFICACIÓN EN EL CAMPO DE LA COGNICIÓN**

**JUDITH ESPERANZA HERNANDEZ PEÑA**

## **RESUMEN**

El presente artículo hace una revisión teórica sobre las distintas posturas que existen en relación con la planificación cognitiva y con el pensamiento lógico matemático, teniendo como enfoque principal en cada uno de ellos, las estrategias cognitivas y metacognitivas que se utilizan en situaciones de aprendizaje. Durante la revisión documental se pudo observar el predominio de artículos sobre la planificación cognitiva en relación con el desarrollo de habilidades para enfrentar problemas; mientras que el pensamiento lógico matemático asociado a la planificación arrojó poca información y menos estudios referidos a las estrategias que tiene una persona para enfrentarse y resolver una situación problema.

Palabras clave: pensamiento matemático, planificación, cognición.

## **ABSTRACT**

This article reviews the different theoretical positions that exist in relation to cognitive planning with mathematical logical thinking, with the main focus in each of them, the cognitive and metacognitive strategies used in learning situations. During the document review it was observed the predominance of articles on cognitive planning in relation to the development of coping skills, while the logical mathematical thinking associated with the planning yielded little information and fewer studies concerning the strategies that a person to confront and resolve a problem.

Key Words: mathematical thinking, planning, cognition.

## **PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO**

El pensamiento constituye una actividad mental muy importante del hombre, que le permite utilizar símbolos y conceptos en situaciones de aprendizaje, es decir, pensar se refiere a la capacidad de entender, explicar y ordenar las cosas del mundo que nos rodea; por lo tanto se encuentra presente en casi todo lo que el hombre realiza permitiéndole así un mejoramiento en las condiciones de vida. El pensamiento parte de un problema, plantea hipótesis, hace transferencias, generalizaciones, rupturas, entre otros, para construir poco a poco, conceptos y, a través de esto, poder edificar sus propias estructuras intelectuales.

Partiendo de lo anterior, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, se debe enfatizar la activación de los procesos cognitivos y de las estrategias generales a emplear en el desarrollo del razonamiento; procurar más la invención, la exploración y el descubrimiento; así como la acción concreta antes de la formalización de un concepto. Frente a esto, Spodek (1998) llamó la atención sobre la necesidad de entender mejor el rol de las teorías implícitas de los maestros en la práctica docente, las cuales se desarrollan a partir de su experiencia personal basada en el conocimiento práctico. De acuerdo a esto, se considera que en la formación de los maestros, se debe insistir sobre la necesidad de conocer cómo los niños construyen el pensamiento lógico-matemático, y sobre esta base generar espacios para que éstos experimenten sus hipótesis curriculares en los contextos naturales.

El desarrollo de rutinas sistemáticas por parte del maestro, origina que el niño interprete que éstas tienen valor en él mismo (sé sumar, sé leer) independientemente de su uso. En razón de ello, (Brissiaud 1993, p. 14), sostiene que "... el mal endémico que sufre la enseñanza de la matemática en la escuela elemental es muy conocido: los niños saben calcular más o menos, pero no saben resolver problemas". Esto se evidencia en la mecánica de las "planas" de sumas y restas, con la finalidad de adiestrar al niño para producir una respuesta estereotipada.

A su vez en el desarrollo de habilidades del pensamiento, el papel del educador es esencial debido a que debe ayudar al estudiante a ir transformando sus estructuras cognitivas. Para ello, el docente debe adquirir diversas estrategias metodológicas que supongan un cambio de actitud hacia la enseñanza, donde los estudiantes reflexionen y elaboren sus propios procesos del pensamiento. En este sentido, Díaz y Hernández (2002) y Sarmiento (1999), indicaron que un tipo de aprendizaje bien elaborado se puede fomentar por medio de las siguientes estrategias:

- a. enseñando habilidades del pensamiento como estrategias a las que se puede tener acceso,
- b. facilitando que el discente sea consciente de sus objetivos y decisiones estratégicas y
- c. enseñando tanto el dominio de los procesos implicados en una habilidad como el conocimiento de cuándo y porqué usar esa habilidad.

A este respecto, para Hernández y Sancho (1993) la finalidad de aprender estrategias de aprendizaje es facilitar la automatización de una serie de pautas que pueden ser aplicadas a otras situaciones, cuando las circunstancias de resolución de problemas, planificación de un trabajo, organización de la información lo requieran. Es fundamental entonces, generar estrategias que mejoren las habilidades del pensamiento, partiendo de lo que el estudiante es capaz de hacer y avanzar gradualmente hacia habilidades de orden superior.

(Baroody, et al.1987) analizan la importancia de establecer una conexión entre la base del conocimiento informal y la instrucción formal en el aula de matemáticas. Los niños necesitan la oportunidad para desarrollar conexiones entre las matemáticas simbólicas y el enunciado de los problemas. La educación primaria debe construirse sobre la idea de que todos los niños pueden desarrollar el aprendizaje matemático de una forma significativa, y la escuela debe tomar la responsabilidad de apoyar ese proceso; es decir, los programas de matemáticas

deben proporcionar el apoyo y el recurso para que todos los niños reciban una enseñanza de calidad y se sientan seguros y competentes en su aprendizaje.

## **PLANIFICACIÓN COGNITIVA**

La planificación cognitiva puede analizarse desde el punto de vista del profesor o desde la actividad de aprendizaje de los niños. Para los profesores planificar implica la necesidad de organizar de manera coherente lo que se quiere lograr a nivel de aprendizaje en una persona. Partiendo de los cambios evolutivos en relación con la forma en que se resuelve un problema, estos, estarán directamente relacionados con el desarrollo de distintos procesos y estrategias de aprendizaje. La manera de aprender de un estudiante exige un cambio en la manera de enseñar y evaluar del profesor: debe aumentar y diversificar las ayudas que proporciona a los estudiantes para facilitar antes, más y mejores aprendizajes, (Román 2004a, 2004c; 2007a).

Desde el punto de vista de la planificación cognitiva en el aprendiz, es fundamental hacer referencia a la cognición como aquel concepto que constituye el campo de avanzada de la Psicología dentro de las ciencias humanas, y su estatus obedece tanto a la coherencia de sus modelos explicativos como a la rigurosidad de las estrategias metodológicas y experimentales en que se apoya. Para Puente, Poggioli y Navarro (1989), y Carretero (1996) el sujeto de la ciencia cognitiva en general, y de la Psicología cognitiva en particular, es un sujeto que conoce, comprende y piensa su relación con el mundo, que responde con base en procesos previos de selección, análisis, organización, almacenamiento y recuperación de información, con lo cual su conducta no es nunca al azar, ni por ensayo y error, sino más bien una actividad basada en el establecimiento de relaciones medio fin, que opera en función de una intencionalidad clara y un objetivo preciso.

Igualmente, Flower y Hayes (1981), quienes habían iniciado su investigación sobre los procesos cognitivos en la década de los 70, hacia principios de la década de los 80 ya habían refinado su modelo cognitivo sobre los procesos de escritura. Expusieron que en el proceso de escritura intervienen varios procesos:

planificación, transcripción del texto y revisión, y que estos procesos no se dan en un orden específico. La planificación le da al escritor la representación de la tarea y una idea general del texto; la transcripción le permite transformar el plan en palabras escritas, y la revisión, comparar el producto escrito con el que tenía planeado escribir; este proceso también le permite introducir cambios para mejorar el texto, cuando, a través de la comparación, identifica divergencias entre el texto producido y el plan inicial.

Desde esta perspectiva, es preciso hacer énfasis en estos dos conceptos (planificación y cognición), porque permiten comprender como ambos se encargan de organizar y utilizar la información para aplicar diferentes estrategias de aprendizaje.

Por su parte, la planificación se relaciona con la metacognición. El interés se centra en el hecho de que el niño se forma una representación por adelantado a la acción, “La planificación consciente implica que el individuo es consciente de sus procesos cognitivos y tiene capacidad para regularlos. En este sentido, la metacognición es un requisito previo para la planificación”. (Das y Cols, 1998, p. 47). De acuerdo con lo anterior, la metacognición es fundamental para la planificación, dado que en una situación problema se deben anticipar, controlar y monitorear la serie de acciones intermedias que permiten alcanzar el objetivo, es decir utilizar determinadas estrategias de aprendizaje. La metacognición, según (Muir-Broadus y Bjorklund, 1990; Palmer y Goetz, 1988; Pressley, Wood y Woloshyn, 1990; Siegler 1990), puede incidir en la modificabilidad cognitiva es decir en la forma en la que el sujeto adapta su actividad cognitiva a las demandas de la tarea, a las condiciones del ambiente en el que debe desarrollarla; a la situación personal e histórica del propio sujeto; y al empleo adecuado de las estrategias con las cuales puede afrontar el problema, Barrero (1993). En la medida que el niño se hace más consciente, es decir tiene más claros los contenidos respecto a lo que conoce y a cómo conoce, puede establecer parámetros comunes de actuación, e incluso llegar a evaluarlos sobre los resultados de sus compañeros y es esta

comparación la que le sirve como elemento de validación de su propia actividad cognitiva, Kruger y Dunning (1999).

En relación con lo anterior, (Córdova, 2006, pp. 84 - 85) argumenta que “lo metacognitivo está referido a un enfoque holista de la conciencia en cuanto al saber qué, al saber cómo, correlativamente es posible identificar dos dominios desde los que opera lo metacognitivo: el conocimiento metacognitivo y la experiencia metacognitiva. En este sentido, el primer dominio, el del conocimiento metacognitivo, se refiere al conocimiento que los sujetos tienen sobre la cognición, materializado en tres dimensiones:

- a. Conocimientos relativos a personas, es decir, conocimientos que implican características cognitivas de las personas. Tener conciencia de la habilidad que uno, como individuo, tiene sobre el dominio de procesos para abordar tareas particulares es un tipo de conocimiento metacognitivo intraindividual. Desde la perspectiva social, ser consciente de las habilidades de una persona, en relación con las habilidades de otra, en la resolución de ciertas tareas, se constituye en un tipo de conocimiento metacognitivo interindividual.
- b. Instrucciones y conocimientos relativos a la exigencia de las tareas, las cuales suministran información sobre los aspectos que interesan o que más fácilmente se aprenden cuando se asume una tarea cualquiera.
- c. Conocimientos relativos a estrategias empleadas para resolver tareas determinadas. Aquí, el individuo desarrolla estrategias que le permiten ser más productivo y eficaz frente a una determinada situación de aprendizaje.

El segundo dominio, el de las experiencias metacognitivas, hace referencia a las sensaciones de conocimiento que experimenta conscientemente un sujeto que está llevando a cabo un proceso cognitivo: conocer sobre la complejidad del problema que se aborda; distinguir una ruta y sus diferencias con otras saber qué tan cerca o tal lejos se está de tener éxito. La madurez del individuo permite que esta dimensión se enriquezca con el paso de los años y con la necesidad permanente de estar involucrado en situaciones de metaaprendizaje, existiendo la posibilidad de revertir este tipo de experiencias de nuevo al campo interindividual.

De otra manera, dos procesos fundamentales en la resolución de problemas son el acceso a la información relacionada con la solución y la capacidad de reconocer su relevancia una vez ésta ha sido activada. Estos procesos son especialmente cruciales en la resolución de problemas de insight, los cuales requieren interpretaciones inusuales o el acceso a conocimiento aparentemente distante, Lockhart y Blackburn (1993). Los procesos de selección, toma de conciencia y evaluación forman también parte de la lista de funciones que suelen atribuirse a las estrategias metacognitivas, (Brown 1987; Flavell 1987; Jacobs y Paris 1987; Martí 1995; Mateos 1999).

Cabe enfatizar que una persona metacognitivamente hábil activa diferentes estrategias que le permiten planificar (antes), controlar (durante) y evaluar (después) su acción, Flavell (1979). De este modo, mediante el uso de estas estrategias, el sujeto es capaz de conducirse de modo reflexivo hacia el logro exitoso de una tarea de aprendizaje determinada. Igualmente, el uso habitual de las estrategias metacognitivas permite que los sujetos valoren qué tanto se aproximan, o no, a los propósitos u objetivos y la identificación de las posibles acciones de mejora de sus resultados. Ahora bien, aunque metacognición y capacidad para resolver problemas aparecen estrechamente relacionados, Delclos y Harrington (1991), especialmente cuando los problemas están abiertos o mal definidos, (Shin, Jonassen y McGee 2003), el papel de las estrategias metacognitivas en la resolución de problemas de insight no está del todo clara, Metcalfe y Wiebe, (1987).

De igual modo, las estrategias cognitivas, en términos de (Weinstein, Husman y Dierking 2000), incluyen pensamientos o comportamientos que ayuden a adquirir información e integrarla al conocimiento ya existente, así como recuperar la información disponible. En cuanto a las estrategias metacognitivas, (Pintrich et al. 1991) sugieren que habría tres procesos generales: la planificación, el control y la regulación.

Planear las actividades contribuye en la activación de aspectos relevantes del conocimiento previo que permiten organizar y comprender más fácilmente el material.

Controlar las actividades implica evaluar la atención y cuestionarse durante la lectura, en tanto que la regulación de las actividades refiere al continuo ajuste de las acciones cognitivas que se realizan en función del control previo. Todo ello, probablemente, redunde en beneficios para el aprendizaje.

Al respecto, Case (1989) demostró que la capacidad de los niños para resolver problemas estaba directamente relacionada con la carga de memoria que exigía cada tarea determinada. Para Brown y DeLoache (1992) la planificación en la resolución dependía del conocimiento del sujeto sobre la tarea a resolver o ejecutar y por supuesto de su capacidad cognitiva para saber qué estrategias son adecuadas y la efectividad de las mismas, Thornton, (1998). En este sentido, se señala los siguientes puntos a tener en cuenta en los procesos de evaluación en resolución de tareas:

- a. Análisis de las destrezas generales en resolución de problemas: El niño debe de encontrar sentido a la información disponible en cada paso del proceso de resolución y utilizarla para generar una nueva comprensión de la tarea o de una nueva estrategia, lo que en términos de Bruner (1974) desarrollaría procesos cognitivos inferenciales básicos, Thornton (1998).
- b. Herramientas conceptuales para resolver problemas: El éxito en los procesos de resolución dependen en muchas ocasiones más de la

información que el sujeto posee y de las estrategias sugeridas que de los procesos cognitivos implicados en la tarea, todo ello lleva a la necesidad de analizar con mucho cuidado cómo se presentan las tareas a los alumnos y qué información a priori tienen sobre las posibilidades de resolución de las mismas. La adquisición del conocimiento sobre una tarea concreta lleva al alumno a la adquisición de algo más que estrategias nuevas de resolución, facilita la creación de nuevos tipos de herramientas para la resolución de dichas tareas.

- c. La utilización de destrezas en tareas: Haciendo referencia al concepto de metacognición, Flavell (1993), es decir a la capacidad de reflexión o análisis que el sujeto hace sobre su conocimiento y/o sobre el funcionamiento de sus propios procesos mentales. Se ha demostrado que la adquisición de dicho conocimiento metacognitivo implica el desarrollo de destrezas eficaces en la resolución de tareas o de problemas. Directamente relacionado con este aspecto está la capacidad del sujeto para desarrollar analogías desde el conocimiento de situaciones suficientes en las que se aprenda la lógica para el desarrollo de destrezas.
- d. La planificación en los procesos de resolución: El cómo nos enfrentamos a la resolución de una tarea depende del conocimiento que tenemos a cerca de la misma además de la capacidad que el sujeto tiene de planificación de los procesos de resolución.

Si se retoma todo lo dicho hasta este punto, es posible afirmar que la planificación cognitiva en relación con la solución de un problema, comienza a desarrollarse a temprana edad, mientras se generen nuevas posibilidades para enfrentar el conocimiento. La concepción de herramientas cognitivas que se desarrollan espontáneamente en el niño entre los 2 y 5 años, soporta una concepción del niño en positivo, constructor de conocimiento, Puche- Navarro, (2000). La LOE (Ley Orgánica de Educación) también señala que en los primeros años de la escolaridad (segundo ciclo de Educación Infantil: niños y niñas de tres a cinco años) es

importante facilitar el desarrollo de la autonomía tanto en el aprender ser uno mismo (desarrollo del self) como en el aprender a hacer. Este tipo de aprendizajes se llevan a cabo en la interacción de los sujetos con el medio. Dicha interacción facilita el desarrollo de estrategias de enseñar a pensar y a hacer. La evolución de dichas estrategias se plasma en los procesos de toma de decisiones y de resolución de problemas.

Este procedimiento para la solución de problemas puede entenderse entonces como habilidades cognitivas que hacen posible que una persona las utilice para aprender en una situación dada. En este sentido, Kirby (1984), expresa que las habilidades son rutinas cognitivas que se utilizan para llevar a cabo tareas específicas para el manejo o uso de una cosa. Las habilidades metacognitivas son las operaciones mentales que enseñan al alumno a controlar su propio aprendizaje, a darse cuenta de cómo aprende, cuando y qué. Por otro lado las estrategias son un posible conjunto ordenado de acciones, que tienden a la consecución de un objetivo. Según Kirby son medios de selección, combinación o planificación de las habilidades cognitivas ante una situación dada. También pueden ser definidas como el camino para la consecución de una destreza.

Aquí interesa señalar, que lo anterior también hace referencia a unos procesos cognitivos que permiten optimizar desde la percepción, atención y memoria, ciertas funciones o representaciones en torno a una situación de aprendizaje. Por proceso cognitivo se entiende aquella actividad cerebral encargada de transformar, transportar, reducir, coordinar, recuperar o utilizar una “representación mental” del mundo, Neisser (1981).

El SGP (Sistema Generalizado de Preferencias) establece concretamente tres componentes que configuran el marco general para la solución de problemas:

1. El espacio del problema: es el campo donde se representan todos los elementos del problema, divididos a su vez en estado inicial, estados intermedios y estado inicial o meta. El paso de un estado

a otro, dentro del espacio, implica una operación o transformación (lógica, matemática, gramatical); la formulación del problema debe acoplarse al espacio del problema y a un método.

2. El método utilizado: combina una serie de medios para lograr un fin, o por lo menos para intentar lograr un fin. Los medios utilizados por un sistema de solucionador de problemas son determinados por la misma naturaleza interna del sistema. Los fines se originan a partir de la formulación de metas y submetas. La meta o solución del problema puede representarse explícitamente como una estructura simbólica o puede estar implícita en la propia estructura del método. Sin embargo, debe haber algo en la estructura del método que permita la interpretación, en el sentido en que los lógicos usan este término. Simon (1974) enfatiza, en la comprensión del método, la construcción de la representación del problema como el proceso de comprensión de las instrucciones en donde se genera dos subprocesos: el de interpretación lingüística de las instrucciones y, de manera sucesiva, el subproceso de la construcción espacial del problema.
  
3. El medio ambiente de la tarea y el Sistema de Procesamiento de Información (SPI) (Information Processing Systems (IPS): son componentes esenciales en la solución de problemas. El SPI es un sistema que consta de una memoria que contiene estructuras simbólicas, procesador, efectores y receptores. Una memoria es un componente del SPI capaz de almacenar y retener estructuras simbólicas. Según Newell y Simon (1972), las actividades de resolución de problemas operan como un SIP y funcionan en un proceso secuencial, en donde la estructura simbólica (perteneciente a la memoria) es la base en la que operan las entradas y salidas de información que requiere la tarea o problema. Los símbolos y relaciones son los patrones que

configuran la estructura simbólica, la cual codifica el programa de procesamiento de la información.

En este sentido, se visualiza la necesidad de desarrollar en los estudiantes la función psicológica superior de solución de problemas mediante procesos de pensamiento productivo, de estrategias cognitivas en juegos matemáticos y de construcción de nuevas coordinaciones cognitivas en la resolución de conflictos sobre hechos y conceptos sociales, así como el desarrollo del pensamiento para enfocarlo en la consecución de determinada meta.

Las pruebas clásicas de inteligencia que suelen basarse en la noción de un factor general, evalúan diferentes habilidades cognitivas verbales y no verbales, predominantemente de naturaleza lógico-matemática. Estos instrumentos permiten identificar niveles variables de desempeño cognitivo, de acuerdo a diferentes habilidades como por ejemplo, comprensión verbal, memoria de largo y corto plazo, formación y discriminación conceptual, concentración, atención, razonamiento, organización y procesamiento perceptual, velocidad de procesamiento, impulsividad y planificación, Sattler (2001).

Cabe señalar que un sujeto metacognitivamente hábil activa diferentes estrategias que le permiten planificar (antes), controlar (durante) y evaluar (después) su acción (Flavell, 1979). En este sentido, Simon (1980) considera que el pensamiento se manifiesta patente en un amplio dominio de tareas que involucran recordar, aprender, resolver problemas, inducir reglas, definir conceptos, percibir y reconocer estímulos, comprender, entre otros. El acto de pensar depende además de una variedad de actitudes y valores, denominadas por Beyer (1987) disposiciones, que pueden ser de dos tipos, hacia el pensar y hacia los procesos del pensamiento.

En 1989, González de Celis describe el proceso reflexivo que experimenta el investigador como un proceso de razonamiento lógico base del método científico, denominándolo Modelo PRL. Éste resulta de la interrelación de cuatro de las cinco inteligencias que esta autora postula como innatas en el individuo, las inteligencias cognitiva, afectiva, operacional y reflexiva, dirigido el proceso por la quinta

inteligencia, la superior, espiritual o esencial. Todas estas inteligencias están anatómicamente estructuradas en el sistema nervioso central y periférico, constituyendo un sistema fisiológico de las inteligencias, (González de Celis 1999).

En este apartado, cabría mencionar también como los profesores pueden ser un gran apoyo en el adecuado uso de la inteligencia en relación con el desarrollo de habilidades cognitivas, orientando a los estudiantes en estrategias específicas y demostrando cuándo y cómo usar dichas estrategias. Por ejemplo, Los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de la escritura necesitan llegar a ser aprendices estratégicos, utilizando estrategias útiles en una determinada situación y usándolas efectivamente. (Graham, Harris y Larsen 2001) señalan que la instrucción que reciben los niños con dificultades en el aprendizaje de la escritura suele ser inadecuada; se enfoca casi exclusivamente en la enseñanza de habilidades de niveles inferiores (como patrones psicomotores y deletreo) y se dedica poco tiempo a la enseñanza de estrategias y habilidades de escritura de niveles superiores o controlados, suponiendo que estas habilidades pueden llegar a dominarse mediante métodos de aprendizaje informales o incidentales. De la misma forma, se puede afirmar que los alumnos con dificultades de aprendizaje no desarrollan procesos cognitivos ni adoptan estrategias adecuadas para responder a las exigencias de la escritura, Graham, Harris, MacArthur y Schwartz (1991). Es decir, no son capaces de coordinar los diversos procesos y habilidades requeridos para la composición.

Por consiguiente, (Piaget, Sinclair y Bang 1980) concluyeron que los aspectos que caracterizan “cómo aprenden los niños” se pueden analizar en dos afirmaciones que, de manera un tanto extrema, representan modos de definir el aprendizaje infantil:

“Los niños sólo aprenden haciendo” Detrás de esta afirmación suele considerarse al aprendizaje como resultado de la actividad, y a ésta, a partir de la exteriorización de acciones por parte del niño. Así, el docente propone contextos estimulantes y contempla las actividades de exploración.

“Los niños sólo aprenden escuchando” Aquí se supone a un niño capaz de aprender conceptos implicados en este campo si se utilizan palabras adecuadas. Así el acento se pone en la transmisión verbal y se espera que el niño del mismo modo que adopta las palabras, automáticamente adopte sus significados.

Actualmente aceptamos que no toda actividad observable del niño tiene su correlato en la construcción de nuevos conocimientos y además sabemos bien que pueden aprenderse palabras sin comprender absolutamente nada de su significado. De todas maneras, estas afirmaciones no ponen en duda, que es imprescindible que el niño actúe sobre los objetos y las personas en el proceso de construcción de conocimientos y además que el lenguaje constituye una poderosa herramienta para la construcción y transmisión de significados sobre la realidad. Lo importante, entonces, es reconocer que las actividades que el niño emprenda deberán tener un sentido de búsqueda, provocadas por una necesidad, Claparede (1973), en cuyo proceso el niño pueda atribuir significados a su acción y pueda modificarlos. Además, en estos procesos “es adecuado explicarle al niño las cosas que los adultos sabemos, mientras no se suponga que las aprenderá igual que nosotros. Nadie puede prever el destino de la información en el pensamiento de otro; ¿Por qué negarla entonces al niño?”, Benlloch (1991). Puche (2000), en su libro Formación de herramientas científicas en el niño pequeño mantiene las posibilidades de acceder al conocimiento y al desarrollo de la intelección para el niño y el adolescente, así como a la utilización del conocimiento científico acumulado en la sociedad.

De la misma forma, se tendría que hacer hincapié en el modo de valuar, debido a que dependiendo de la forma en que se genere, también posibilita o no herramientas viables en el aprendizaje, desde la planificación como una manera de acceder al conocimiento. Un procedimiento de evaluación puede definirse como la forma especificada de tareas y/o actividades a realizar por profesor y estudiante para conocer y alorar el nivel competencial del estudiante. Por lo tanto, se trata de una explicitación de la lógica del proceso evaluativo a seguir, donde se deberá

recoger las tareas de evaluación a realizar por los estudiantes, los criterios de evaluación, la modalidad (si procede) de esas tareas, los resultados o productos esperados de las tareas de evaluación y los métodos, técnicas e instrumentos, (Ibarra, Rodríguez y Gómez 2008).

Martín Gordillo (1994) expone que la evaluación es vista de modo diferente por los tres sectores que directamente tienen influencia en el proceso de enseñanza/ aprendizaje.

El primer sector, el alumnado, percibe la evaluación como una actividad que produce miedo porque el resultado obtenido los va a condenar, o esperanza porque los resultados obtenidos los premiarán. El segundo sector, los padres, tienen ante la evaluación la misma actitud que el alumnado, esperan que los profesores evalúen a sus hijos con objetividad y justicia. El tercer sector, los profesores, un grupo de ellos percibe la evaluación como una actividad desagradable porque puede llegar afectar la relación con sus estudiantes.

Otro grupo piensa que la evaluación es una herramienta para demostrar la autoridad. Estos puntos de vista que están dentro del enfoque tradicional de la evaluación hace que se pierdan las dimensiones de la evaluación, es decir, qué, cómo, quién, con qué, cuándo y para qué evaluar, además de la coherencia con las finalidades de la política de formación, adecuación a las necesidades de la comunidad y a los principios psicopedagógicos. Según estas directrices, la evaluación debe percibirse como una actividad más del aula, que puede contribuir con el proceso de enseñanza/ aprendizaje. Con la evaluación, el alumnado reflexiona sobre sus avances y dificultades. También da una orientación, señala donde está el obstáculo, lo cual permite dar una orientación precisa al educando para que supere esa dificultad. Si se tiene esta concepción de la evaluación se hace necesario un cambio de mentalidad, es decir, dejar atrás la excesiva importancia de evaluar sólo el producto final y pasar a evaluar también el proceso de producción, en este caso, el proceso de producción de textos escritos. (Cassany, Luna y Sanz, 2001, p. 292) consideran que al evaluar la composición escrita es fundamental tomar en cuenta tanto el proceso como el producto.

Por otra parte, diferentes estudios con niños prescolares, (Puche, 2001, 2003; Colinvaux y Dibar 2001); ofrecen datos que permiten considerar que desde la primera infancia los niños hacen uso de herramientas cognitivas como la formulación de hipótesis, la experimentación y la planificación, entre otras; evidenciadas gracias al uso de situaciones de resolución de problemas. En los procesos de resolución de problemas, la autorregulación se convierte en el proceso que permite al individuo ajustar sus planes y procedimientos, de tal forma que anticipa y prevee, gracias a un proceso consiente y deliberado, que le permite identificar los errores, ajustar y mejorar sus planes para lograr conseguir el objetivo de la situación problema.

En este sentido, la autorregulación cognitiva se refiere al uso de procesos de control necesarios para completar de manera exitosa una tarea, tales como la planificación de tareas, el monitoreo del éxito o fracaso de las acciones, el estar consciente de las metas de la tarea y el coordinar estrategias para alcanzar estas metas , Baker y Brown (1984).

De igual importancia, Meichenbaum y Goodman (1971), han desarrollado trabajos de “entrenamiento en autoinstrucciones” para que el niño sea capaz de regular su propia conducta para actuar de la forma más eficaz posible en las diferentes situaciones. Consiste en enseñar a los niños a emplear respuestas mediadoras que ejemplifiquen una “estrategia general”, para controlar la conducta en diferentes circunstancias. El adiestramiento autoinstruccional se divide en los siguientes pasos:

1. Modelado cognitivo: un adulto realiza la tarea mientras se habla a sí mismo en voz alta.
2. Guía externa-manifiesta: el niño realiza la misma tarea bajo la dirección de las instrucciones del modelo
3. Autoguía manifiesta: el niño realiza la tarea mientras se da instrucciones a sí mismo (en voz alta)

4. Autoguía manifiesta atenuada: el niño repite subvocalmente las instrucciones mientras avanza en la tarea

5. Autoinstrucción encubierta: el niño realiza la tarea mientras guía su actuación de forma encubierta.

De este modo, lo que se pretende es conocer aspectos relevantes del desarrollo cognitivo de los niños que permitan comprender la manera como se acercan a los objetos de conocimiento y las vías de su significación.

Karmiloff Smith (1992) utiliza una concepción de cambio para explicar la forma como se presenta el desarrollo cognitivo, entendiendo éste como un proceso demodularización progresivo de dominio específico. De acuerdo con esta concepción, la mente explota internamente la información que ya tiene almacenada (innata y adquirida) mediante el proceso de redescibir sus representaciones. La redescipción se presenta como un proceso que es pertinente dentro de un modelo de fases recurrentes en el que los cambios se presentan en momentos distintos en cada microdominio. La información acerca del dominio es extraída de la representación que se está usando y se retoma para una representación más sofisticada, de allí que se plantee que la redescipción implica formación de representaciones nuevas basadas en la actividad con una representación. El cambio, según este modelo, se presenta gracias a la redescipción de conocimiento, al cambio en los diferentes formatos que puede asumir un conocimiento, dado por el paso de un conocimiento que se encuentra en un formato implícito, encapsulado y por tanto inaccesible por el sistema y que en el proceso de redescipción se convierte en un conocimiento explícito y accesible que puede ser manipulado, conectado con el conocimiento previo, e incluso puede ser verbalizado. Este proceso se presenta en fases recurrentes sin que las fases estén ligadas a la edad y en las que la secuencialidad no resulta indispensable, por el contrario, pueden ocurrir saltos y presentarse movimientos ascendentes o descendentes.

Karmiloff-Smith (1984), en una tarea que identifica una secuencia en el proceso de solución de niños de cuatro y siete años de edad que buscan armar un circuito de

ferro carril. La secuencia va de una solución física, es decir, basada en la fuerza, para luego pasar a la consideración por elementos, y por último, lograr la consideración global de la tarea. De acuerdo con la autora, esta secuencia parece representar un mecanismo de adquisición general que subyace al aprendizaje para solucionar una variedad de problemas diferentes. Estos resultados coinciden con lo identificado por Puche y Ordoñez (2003) en sus estudios en tareas que privilegian la herramienta cognitiva de la experimentación con un dispositivo denominado “la catapulta”.

## **CONCLUSIONES**

El aprender a pensar de manera analítica, crítica, creativa y además ser consciente de ello, aplicando diversas habilidades cognitivas y de planificación, es una habilidad que se va adquiriendo y que es posible perfeccionar con el apoyo de estrategias y de la práctica constante.

La planificación en la solución de problemas en los niños está marcada por la flexibilidad y el oportunismo desde edades tempranas. El desarrollo de la solución de problemas puede ser descrito en términos de cambios en las estrategias de solución que los niños retoman, los recursos (conocimiento, herramientas representativas) que tienen disponibles, la posibilidad de los niños para planear y manejar los proceso de solución y el contexto social en el que el problema ocurre, (Deloache, Miller y Pierroutsakos 1998).

El conocimiento y uso adecuado de estrategias de solución de problemas, a través de la aplicación de modelos que articulen estrategias cognitivas y metacognitivas y el contexto, permite que el estudiante desarrolle la competencia de resolver problemas. En este sentido, El manejo de estrategias metacognitivas caracterizada por la toma de conciencia mental de las estrategias necesarias utilizadas al resolver un problema, para planear, monitorear, regular o controlar el proceso mental de sí mismo, hace parte fundamental en el proceso de resolución de problemas.

Cada una de las diferentes estrategias cognitivas, como lo plantea Flavell (1984) se refiere a las acciones cognitivas (atención, ensayo, elaboración, recuperación) que en el sujeto actúan para la consecución efectiva del objetivo propuesto. Una estrategia cognitiva es aquella designada simplemente a llevar al individuo a conseguir algún objetivo o sub-objetivo cognitivo; por tanto, cada paso, cada una de las estrategias cognitivas propuestas aporta a la consecución efectiva de la resolución de un problema en matemática, y fuera de ellas, dando cabida a la trasposición del conocimiento de las diferentes estrategias cognitivas, para resolver problemas fuera del contexto matemático.

De igual manera, para Ferrer (2000) la habilidad para resolver problemas matemáticos se refiere a la construcción y dominio, por el estudiante, de los modos de actuar y métodos de solución de problemas utilizando los conceptos, teoremas y procedimientos que la matemática brinda, en calidad de instrumentos, conjuntamente con las estrategias de trabajo heurístico para la sistematización de esos instrumentos en una o varias veces de solución, permitiendo de esta manera la transferencia de conocimiento.

En síntesis, el estado actual de la planificación está enmarcado en las siguientes posturas:

- La planificación entendida como un proceso que requiere pensar en el futuro, organizar y ordenar las acciones sobre la base de la información disponible fue estudiada en niños por Karmiloff-Smith (1994). En sus investigaciones encontró que los niños empiezan a hacer planes sencillos antes de cumplir un año de edad. A medida que crecen, sus planes se vuelven más elaborados y complejos, lo que les permite resolver problemas continuamente (por ejemplo, alcanzar una caja de galletas, lograr salir de su cuna, descubrir cómo ponerse un zapato).
- Para Záiz, et al (2010), la adquisición del control inhibitorio es necesaria antes de desarrollar la planificación. Dicho control es esencial en la toma de decisiones previa a la realización de cualquier tarea. La ausencia del mismo explica muchos de los fracasos que los niños más pequeños (3-4 años)

manifiestan en la ejecución de determinadas tareas. Éstos tienden a elegir los ítems de respuesta que les son más atractivos, aunque no sean los más adecuados para generar una resolución efectiva. En el proceso de solución, la anticipación aparece como un paso previo para el desarrollo de los procesos de planificación.

- La planificación como proceso de la metacognición ha sido estudiada partiendo del supuesto conceptual de una organización jerárquica de las actividades metacognitivas. Es decir, se asume que las habilidades metacognitivas más avanzadas como la evaluación del aprendizaje, la selección de estrategias apropiadas de aprendizaje o la planificación de futuras actividades para el aprendizaje no pueden ocurrir sin el monitoreo (detección y corrección de errores o información faltante) que los procesos cognitivos facilitan. Los procesos cognitivos más relacionados son la comprensión, la memoria de trabajo y la atención, puesto que la información necesaria para la resolución de problemas necesita estar disponible hasta la finalización del mismo (Herrera y Ramírez, 2007).
- La planificación se evidencia con acciones para conseguir un fin y la detección y corrección de errores aparecen durante el proceso de solución de problemas (Rojas, 2006). Además para Restrepo (2007), la planificación pone en marcha procesos cognitivos múltiples que se manifiestan en estrategias de selección de metas, elección, ejecución y supervisión.
- Según Rojas (2006), la planificación se clasifica en cuatro perspectivas: La perspectiva del procesamiento de la información asume la planificación como método de solución de problemas. Por su parte Newell & Simon (1972, citado por Rojas, 2006), proponen que la solución de problemas consiste en la búsqueda en un espacio problema, es decir, conformar una representación clara de la tarea a resolver. El espacio que proponen consta de un estado inicial, un estado objetivo y una serie de operaciones secuenciales que van logrando establecer la solución y el alcance de la meta.
- Kaller, Benjamin, Spreer, Mader & Unterrainer (2008) afirman que los procesos asociados a la planificación cognitiva en la solución de problemas

requiere de mayor investigación empírica que permita identificar la interdependencia de la metacognición y la planificación con otros procesos cognitivos. De esta manera las dificultades de los niños para planificar no solo se remiten al proceso mismo, sino que posiblemente existan otros procesos implicados en los resultados.

- La planificación se relaciona con la metacognición en la medida que el interés se centra en el hecho de que el niño establece una representación por adelantado a la acción. Para Rojas (2006) *“La planificación implica que el individuo es consciente de sus procesos cognitivos y tiene capacidad para regularlos. En este sentido, la metacognición es un requisito previo para la planificación”*.

## REFERENCIAS

- Baker, L y Brown, A. L. (1984). *Metacognitive skills and reading*, In P. David Pearson (Ed.), *Handbook of reading research*. New York: Longman.
- Brissiaud, R. (1993). El aprendizaje del cálculo. Más allá de Piaget y de la teoría de conjuntos. *Madrid: Visor*
- Baroody, A., Standifer, D., Kuoba, V., y Franklin, K. (1987). *Educación de las matemáticas antes del kinder*. Recuperado el 10 de octubre de 2012 en <http://falcon/mu.edu/ramsely/math.htm>.
- Barrero, N. (1994). *Programa "OMECOL" (Orientación Metacognitiva de la Comprensión Lectora). Adaptación para alumnos de segunda etapa de E.G.B. y evaluación de ganancias*. Tesis doctoral. U.N.E.D., Madrid.
- Benlloc, M. (1991). *Ciencias en el parvulario*, editorial Piados.
- Beyer, B. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. Weinert y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and 65-116*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brown, R., y DeLoache, J. S. (1992). Skills, Plans and self-regulation. En *Children's Thinking: What Develops?*. SIEGLER (ed).
- Bruner, R. (1974). *Beyond the Information Given*, Londres: Allen Unwin. [Trad.cast.: Más allá de la información dada. En Bruner, J.S: *Desarrollo cognitivo y educación* (selección de Jesús Palacios), Madrid: Morata, 1995, 2ª ed., p. 25-44]. Bruner, R. (1974).
- Cassany, D., Luna, M., y Sanz, G. (2001). *Enseñar lengua ensayos y documentos*. Barcelona: Graó.
- Case, R. (1989). *El desarrollo intelectual: del nacimiento a la edad madura*. Barcelona: Paidós.
- Carretero, M. (1996). *Introducción a la psicología cognitiva*. Buenos Aires. Aique.

- Claparéde, E. (1973). *A Escola sob Medida* – Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura. 3 edição.
- Córdova, S. (2006). Educación en matemática y procesos metacognitivos en el aprendizaje. *Revista del Centro de Investigación*. Universidad la Salle, Distrito Federal, México, (26), 81-91.
- Das, J. P., Kar, B., y Parrila, R. K. (1998). *Planificación cognitiva. Bases psicológicas de la conducta inteligente*. Barcelona: Paidós.
- Delclos, V. R., y Harrington, C. (1991). Effects of strategy monitoring and proactive instruction on children's problem solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83, 35-42.
- DeLoache, J. S., Miller, K. F., y Pierroutsakos, S. L. (1998). Reasoning and problem solving. En D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language* (5th ed., pp. 801-850). New York: Wiley.
- Díaz, F; y Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: *Una interpretación constructivista (2a ed.)*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Ferrer, M. (2000). La resolución de problemas en la estructuración de un sistema de habilidades matemáticas en la escuela media cubana. Tesis Doctoral. Santiago de Cuba.
- Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive development inquiry. *American Psychologist*, 34 (10), 906-911.
- Flavell, J. (1984). El desarrollo cognitivo. Madrid: Visor (traducción de la primera impresión inglesa).
- Flavell, J. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. Weinert y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J. (1993). El desarrollo cognitivo. Madrid: Visor.
- Flower, L., y Hayes, J. R. (1981). A Cognitive Process Theory of Writing. *College Composition and Communication*, 32, 365-387.
- González, S. L. (1989). El proceso de razonamiento lógico (PRL). Ensayo. Mérida, Venezuela.

- González, S. L. (1999). El sistema fisiológico de las inteligencias (SFI). Ensayo. Mérida, Venezuela.
- Graham, S., Harris, K., MacArthur, C; y Schwartz, S. (1991). Writing and writing instruction for students with learning disabilities: Review of a research program. *Learning Disabilities Quarterly*, 14, 89-114.
- Graham, S., Harris, K; y Larsen, L. (2001). Prevention and Intervention of Writing Difficulties for Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 16,(2), 74-89.
- Hernández, F., y Sancho, J. (1993). Para enseñar no basta con saber la asignatura. Barcelona, España: Paidós Ibérica, S. A.
- Herrera, F., y Ramírez, M. (2007). *Cognición y metacognición*. Granada: Universidad de Granada.
- Ibarra S, M.S., Rodríguez, G, ., y Gómez Ruiz, M.A. (2008). Luces y sombras de LAMS en la evaluación del aprendizaje universitario. Actas de la Conferencia Iberoamericana LAMS 2008. Cádiz: LAMS Foundation, 81-90.
- Jacobs, J. E., y Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychology*, 22, 255-278.
- Kaller, C.P., Benjamin, R., Spreer, J., Mader, I; y Unterrainer, J.M. (2008). Thinking around the corner: The development of planning abilities. *Brain and Cognition*, 67, 360–370.
- Karmiloff-Smith, A. (1984) Children 's problem solving. En A. Lamb, A. L. Brown, y B. Rogoff (eds.). *Advances in Developmental Psychologie*, 53: 113-126. Madrid: Alianza.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press. Trad. cast. de Gómez, J.C. y Núñez, M. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*. Madrid: Alianza.

- Kruger, J., y Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self assessments. *Journal of personality and social psychology*, (77), 1121-1134.
- Lockhart, R. S., y Craik, F. I. M. (1990). Levels of processing: A retrospective commentary on a framework for memory research. *Canadian Journal of Psychology*, 44, 87-112.
- Martí, E. (1995) Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto, *Infancia y Aprendizaje*, 72, 9-32.
- Martín, G. M. (1994). Evaluar el aprendizaje, evaluar la enseñanza. Signos. *Teoría y práctica de la educación*. Nº 13.
- Mateos, M. (1999). Metacognición en expertos y novatos. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico* (Cap. 6, pp. 123-129). Madrid: Santillana.
- Meichenbaum, D.H., y Goodman, J. (1971). Training impulsive children to talk to themselves: A means of developing self-control. *Journal of Abnormal Psychology*, 77, 115-126.
- Metcalfe, J., y Wiebe, D. (1987). Intuition in insight and non-insight problem solving. *Memory and Cognition*, 15, 238-246.
- Muir-Broadbent, J.E; y Bjorklund, D.F. (1990). Developmental and individual differences in children's memory strategies: the role of knowledge. En W. Schneider & F.E. Weinert (eds.) *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance*. Springer –Verlag, New York.
- Neisser, U. (1981). *Procesos cognitivos y realidad*. Marova. Madrid. España
- Newell, A., y Simon, H.A. (1972) *Human problem-solving*. Englewood Cliffs, N. J: Prentice-Hall.
- Palmer, D., y Goetz, E.T. (1988). Selection and use of study strategies: The role of the student's beliefs about self and strategies. En C.E. Weinstein, E.T. Goetz & P.A. Alexander (eds.). *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation*. Academic Press, New York.
- Piaget, J., Sinclair, H., y Bang, V. (1980). *Epistemología y psicología de la identidad*. Buenos Aires: Paidós.

- Pressley, M., Wood, E, y Woloshyn, V. (1990). Elaborative interrogation and facilitation of fact learning: Why having a knowledge base is one thing and using it is another. En W. Schneider & F. E. Weinert (eds.). *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance*. Springer-Verlag, New York.
- Pintrich, P.R., Smith, D.A., García, T; y McKeachie, W.J. (1991) A Manual for the Use of the Motivational Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Ann-Arbor, MI:NCRIPTAL, The *University of Michigan*.
- Puche, R. (2000). Formación de herramientas cognitivas científicas en el niño pequeño. Cali: Arango Editores.
- Puche, R., Colinvaux, D., y Dibar, D. (2001). El niño que piensa. Un modelo de formación de maestros. Cali: Artes Gráficas del Valle editores-impresores Ltda.
- Puche, R. (2003). El niño que piensa y vuelve a pensar. Cali: Artes Gráficas del Valle editores impresores Ltda.
- Puche, R., y Ordóñez, O. (2003). Pensar, experimentar y volver a pensar: Un estudio sobre el niño que experimenta con catapultas. En R. Puche, El niño que piensa y vuelve a pensar (pp. 109-148). Cali: Artes Gráficas del Valle editores-impresores Ltda.
- Puente, A., Peggiol, L., y Navarro, A. (1989). *Psicología cognoscitiva. Desarrollo y perspectivas*. Caracas: McGraw-Hill.
- Restrepo, F. (2007). "Habilidades investigativas en niños y niñas de 5 a 7 años en las instituciones oficiales y privadas de la ciudad de Manizales. Tesis doctoral. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Rojas, T. (2006). La planificación en la primera infancia. *Acta Colombiana de Psicología*, 9, (2), 101-114.
- Román, J. M. (2004a). Estrategia de «lectura significativa de textos» para universitarios. En A. Villa et al. (Eds.), *Pedagogía universitaria: hacia un espacio de aprendizaje compartido* (pp. 121-141). Bilbao: Mensajero- ICE Universidad de Deusto.

- Román, J. M. (2004b). Self-regulated learning procedure for university students: the «meaningful ext-reading strategy». *Electronic Journal of Educational Psychology*, 3, 1-20.
- Román, J. M. (2007). Métodos de enseñanza centrados en el aprendizaje del alumno. En L.González y S. Souto (Eds.), *Educación en Fisioterapia: convergencia, renovación y calidad* (pp.73-94). La Coruña: Servicio Publicaciones Universidad.
- Sarmiento, M. (1999). *Cómo aprender a enseñar y cómo enseñar a aprender: Psicología educativa y del aprendizaje*. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Sattler, J.M. (2001). *Assessment of children: Cognitive applications* (4<sup>th</sup> ed.). San Diego, CA.
- Shin, N., Jonassen, D. H., y McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 , (1), 6-33.
- Siegler, R.S. (1989). Mechanism of cognitive development. *Annual Review of Psychology*. (40). 353-397.
- Simon, H.A. (1974). How big is a chunk. *Science*, (183), 482-488.
- Simon, H. A. (1980) Problem solving and education. En: D. T. Tuma y F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Spodek, B. (1988). The implicit theories of early childhood teachers. *Early Child Development and Care*. 38,13-22.
- Thorton, S. (1998). *La resolución infantil de problemas*. Madrid: Morata.
- Weinstein, C., Husman, D., y Dierking, D.(2000) Self-Regulation interventions with a focus on learning strategies. In M. Boekaerts, P. Pintrich and M. Zeidner (Eds.) *Handbook of Self- Regulation*. San Diego: Academic Press.
- Záiz, M., Carbonero, M., y Valle, L. (2010). *Análisis del procesamiento en tareas tradicionalmente cognitivas y de teoría de la mente en niños de 4 y 5 años*. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.