

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN LA SOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS DE TRANSFORMACIÓN, SOBRE LOS NIVELES DE  
EJECUCIÓN EN LA RESOLUCIÓN DE LA TAREA “TORRE DE HANOI”**

**LUIS FERNANDO MELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2.003**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN LA SOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS DE TRANSFORMACIÓN, SOBRE LOS NIVELES DE  
EJECUCION EN LA RESOLUCION DE LA TAREA “TORRE DE HANOI”**

**LUIS FERNANDO MELO**

**TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL  
TITULO DE PSICÓLOGO**

**ASESORA**

**Dra. CARMEN EUGENIA CARVAJAL**

**Psicóloga**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2.003**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

Asesora:

CARMEN EUGENIA CARVAJAL

---

Jurado A

---

Jurado B

San Juan de Pasto, \_\_\_\_\_

### AGRADECIMIENTOS

*Un agradecimiento muy especial a las directivas del Colegio Nacional "José Artemio Mendoza Carvajal", y a los estudiantes que participaron activamente en este proceso, sin los cuales, la investigación no hubiera sido posible.*

*A mis padres y hermanos por su lucha y sacrificio.*

*A mi madre por creer siempre en mi, por brindarme un apoyo sin condiciones, su dedicación y trabajo.*

*A Sonia Betancourth y Gabriela Hernández por sus aportes en la investigación.*

*A Carmen Eugenia Carvajal, por su tiempo y asesoría.*

*A Jesús Muñoz, gran amigo y colega por su compañía y apoyo en los buenos y malos momentos.*

*A Rodrigo, por su amistad y colaboración.*

*A las familias Muñoz Delgado y Delgado Castro, por su amistad y apoyo desinteresados.*

*Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en este proceso.*

**DEDICATORIA.**

*A las almas de mi hermano y mi tío, Ramiro y Pedro,  
por su cariño y ejemplo, en vida.*

*A mi madre, Rosario,  
por su dedicación y tiempo para sus hijos.*

*A mis hermanos: Gerzun, Wiillifredo y Orley,  
por su cariño.*

*A mis sobrinos, Alejandro y Kevin,  
por su ternura.*

*A Geovanny y Jesús,  
por su amistad.*

Luis Fernando Melo

**TABLA DE CONTENIDO**

Resumen	2
Abstract	3
INTRODUCCIÓN	4
TITULO	5
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
JUSTIFICACIÓN	9
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	12
Teoría del Procesamiento de la Información en Solución de Problemas	15
Limitaciones en la Solución de Problemas	20
Ejecución de Novatos Vs. Expertos	21
Clasificaciones propuestas en la solución de problemas	22
Torre de Hanoi	23
La Leyenda de la “Torre de Hanoi”	26
¿Qué es la “Torre de Hanoi”?	27
Solución a la “Torre de Hanoi” (cinco anillos)	27
Procesos involucrados en la solución de La “Torre de Hanoi”	29
Contrastación	29

Simultaneidad	29
Reversibilidad	30
Métodos en la Solución de Problemas	31
Procesos de Planeación	32
Método de Búsqueda Ciega	32
Fases en la Resolución de Problemas	34
Preparación	34
Producción	34
Enjuiciamiento	35
Componentes del Programa	35
Percepción	35
Memoria	37
Atención e Imaginería	39
La Atención: Procesos Automáticos y	
Procesos Controlados	39
Imágenes Mentales	40
Procedimientos Heurísticos	41
Diferencias Individuales	43
Fundamentación teórica del programa de intervención	43
Estrategia Metodológica	47
DISEÑO METODOLÓGICO	49
Tipo de diseño	49
Modelo del diseño	49
POBLACIÓN Y MUESTRA	50

Características de la Población	50
VARIABLES	51
Variable independiente	51
Variable dependiente	51
Operacionalización de las variables	51
Datos de estandarización de la “Torre de Hanoi”	50
Normalización de la prueba, para el tiempo de ejecución en la “Torre de Hanoi”	52
Normalización de la prueba, para el número de movimientos en la “Torre de Hanoi”	53
Hipótesis	54
Hipótesis de trabajo	54
Hipótesis empírica	54
Hipótesis estadísticas	54
Hipótesis nula	54
RESULTADOS	55
Comparación de datos en la pre prueba	55
Comparación de datos en la post prueba	57
Comparación de resultados entre pre prueba y post prueba del grupo control	60
Comparación de resultados entre pre prueba y post prueba del grupo experimental	62
Discusión	65
Recomendaciones	68

Referencias

71

ANEXOS

73

**ANEXOS**

Anexo A	74
Anexo B	79
Anexo C	113
Anexo D	116
Anexo E	119
Anexo F	130

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1	81
Figura 2	82
Figura 3	85
Figura 4	90
Figura 5	91
Figura 6	92
Figura 7	93
Figura 8	94
Figura 9	95
Figura 10	96
Figura 11	97
Figura 12	100
Figura 13	105

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1: Características de la población	50
Tabla 2: Datos de estandarización de la “Torre de Hanoi”	52
Tabla 3: Niveles de ejecución según el tiempo, teniendo en cuenta el grupo control y grupo experimental en la pre – prueba	55
Tabla 4: Niveles de ejecución según el número de movimientos, teniendo en cuenta el grupo control y grupo experimental en la pre – prueba	56
Tabla 5: Niveles de ejecución según el tiempo, teniendo en cuenta el grupo control y grupo experimental en la post – prueba	58
Tabla 6: Niveles de ejecución según el número de movimientos, teniendo en cuenta el grupo control y grupo experimental en la post – prueba	58
Tabla 7: Niveles de ejecución según el tiempo, teniendo en cuenta la evaluación pre y post del grupo control	60
Tabla 8: Niveles de ejecución según el número de movimientos, teniendo e cuenta la evaluación pre y post del grupo control	61
Tabla 9: Niveles de ejecución según el tiempo, teniendo en cuenta la evaluación pre y post del experimental	62
Tabla 10: Niveles de ejecución según el número de movimientos,	

teniendo en cuenta la evaluación pre y post del grupo experimental	63
Tabla 11: Niveles de ejecución en la realización de la tarea “Torre de Hanoi”. TEST	117
Tabla 12: Niveles de ejecución en la realización de la tarea “Torre de Hanoi”. RETEST	118
Tabla 13: Comparación de datos TEST – RETEST	125
Tabla 14: Evaluación pre – intervención grupo experimental	131
Tabla 15: Evaluación pre – intervención grupo control	132
Tabla 14: Evaluación post – intervención grupo experimental	133
Tabla 14: Evaluación post – intervención grupo control	134

## **GLOSARIO**

**Algoritmo:** Procedimiento utilizado en la resolución de problemas, revisa todas las alternativas de solución.

**Capacidad:** Posibilidad de interactuar efectivamente, en situaciones planteadas como problemáticas.

**Estrategia:** Modo de proceder que conduce a una meta, representado mediante planes de acción.

**Habilidad:** Nivel de calidad en un tipo de desempeño.

**Heurístico:** Método más corto en la solución de problemas, que reduce el espacio de búsqueda.

**Operador:** Acción de control utilizada en la solución de un problema.

**Potencial:** Dispositivo intelectual, conformado por habilidades e intereses, constituido sobre bases naturales y desarrollado y enriquecido por elementos externos.

## **Resumen**

Dentro de la presente investigación se determinó el efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “torre de Hanoi”. Para ello se diseñó y aplicó un programa basado en el entrenamiento y estimulación de procesos cognitivos; el programa abarcó los temas de percepción, memoria e imaginación, brindando además estrategias para la solución de problemas de transformación, empleando el método de búsqueda ciega y procesos de planeación para la resolución de problemas, se desarrolló en un periodo de tres semanas durante ocho sesiones de una hora. Los parámetros de evaluación, se establecieron al determinar los niveles de ejecución presentados en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”. La investigación es de tipo cuasi – experimental, con grupos predeterminados, la selección del grupo experimental y grupo control se realizó al azar, estableciendo el grado 8-3 y 8-2 como grupo experimental y control respectivamente. El programa mostró su efectividad, en el análisis de las diferencias encontradas en los resultados.

**Abstract**

Inside the present investigation you determine the effect of a program of training in the solution of transformation problems, on the execution levels in the resolution of the task "Tower of Hanoi". For it was designed it and it applied a program based on the training and stimulation of processes cognitives; the program embrased the topics of perception, memory and imagery, also offering strategies for the solution of transformation problems, using the method of blind search and planing processes for the resolution of problems, it was developed in a period of three weeks during eight sessions of one hour. The evaluation parameters, settled down when determining the execution levels presented in the resolution of the task "Tower of Hanoi". The investigation is of type quasi – experimental, with predetermined groups, the selection of the experimental group and group control one carries out at random, establishing the degree 8-3 and 8-2 respectively as experimental group and control. The program showed its effectiveness, in the analysis of the differences found in the results.

### **Efectos de un Programa de Entrenamiento en Solución de Problemas**

Frente a las limitaciones de carácter individual con respecto a la solución de problemas, debido a la capacidad cognitiva poco desarrollada, y el uso del ensayo y error como estrategia de solución, la presente investigación surge como respuesta a esta problemática, a través del diseño y aplicación de un programa de entrenamiento que estimula, incrementa la eficiencia y optimiza los procesos cognitivos, que corresponden al nivel de las operaciones formales.

Respecto a esta situación, Karplus, (1979); Lawson y Renner, (1974); Renner y Stafford, (1972), (citados por Nickerson y Cols. 1990), en sus investigaciones llegan a la conclusión de que: “muchos estudiantes de bachillerato superior son incapaces de resolver eficazmente problemas que exigen un pensamiento abstracto” (p. 21).

Tanto las habilidades del pensamiento, como los procesos internos pueden desarrollarse mediante entrenamiento, además todos los individuos tienen la capacidad de identificar y optimizar sus potencialidades a cualquier edad. El programa desarrollado y el diseño metodológico, en el que se utilizó un grupo experimental y un grupo control, fueron empleados para demostrar este aspecto. Para tal fin, se utilizó la “Torre de Hanoi”, como instrumento de evaluación, determinando las diferencias en los niveles de ejecución presentados, teniendo en cuenta como variables: El número de movimientos y tiempo de ejecución.

## **TITULO**

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TRANSFORMACION, SOBRE LOS NIVELES DE EJECUCION EN LA RESOLUCION DE LA TAREA "TORRE DE HANOI"

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea "Torre de Hanoi"?

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Diferentes investigaciones acerca del desarrollo cognitivo muestran que en general, las personas no obtienen un adecuado aprovechamiento de sus potencialidades cognitivas. Así lo demuestran los estudios realizados por Gray, (1979); Renner y McKinnon, (1971); Tomlinson y Keasey, (1972), (citados por Nickerson, Perkins y Smith, 1990), quienes en sus investigaciones, llevadas a cabo mediante la aplicación de tests, encontraron que un gran porcentaje de estudiantes de los dos primeros años de universidad, no funcionaban en el nivel de pensamiento formal. Karplus, (1979); Lawson y Renner, (1974); Renner y Stafford, (1972), (citados por Nickerson y Cols. 1990), en sus investigaciones llegan a la conclusión de que: "muchos estudiantes de bachillerato superior son incapaces de resolver eficazmente problemas que exigen un pensamiento abstracto" (p. 21).

Los procesos internos desempeñan un papel relevante en el desarrollo de actividades practicas y en la solución de problemas, cualquiera que sea su nivel de complejidad. La solución de problemas demanda del individuo, el uso

de estrategias y habilidades complejas que conlleven de manera eficiente a una solución óptima.

El hecho de no funcionar en un nivel de operaciones abstractas, en la solución de tareas complejas, conlleva a la utilización de estrategias poco adecuadas, que no favorecen la consecución del objetivo o meta planteada por un problema particular.

Es como sí a pesar de las innovaciones tecnológicas aplicadas en la educación y que se utilizan en la vida cotidiana, la capacidad cognitiva del ser humano sigue aún poco desarrollada.

El uso intencional y sistemático de estrategias, tales como buscar, seleccionar y evaluar información, aplicada a la resolución de problemas y a la toma de decisiones, constituye una vía para el desarrollo más pleno de las habilidades cognitivas. Respecto a este punto, Gómez en su página de Internet: "El Aprendizaje Basado En Metas: Una teoría del aprendizaje para transformar la práctica educativa", cita a Marzano (1997), quien propone la enseñanza de habilidades a las cuales llama conocimiento procesal, y a Shanck (1995), quien tiene la misma propuesta, pero les llama guiones. Gómez considera que las habilidades del pensamiento son muy importantes en la realización de actividades prácticas, ya que implican el empleo de estrategias complejas que en esencia, son combinaciones de habilidades organizadas.

Los problemas de transformación, debido a su estructura y complejidad, demandan el uso de procesos y habilidades de nivel elevado. La "Torre de Hanoi", como una muestra representativa de esta categoría de problemas, exige de la puesta en acción de procesos internos, habilidades y estrategias

que deben ser aplicadas de manera diferencial para la consecución de la meta o solución del problema.

La investigación parte de que los procesos cognitivos característicos de esta etapa del desarrollo, están presentes en el individuo, pero con un nivel de eficiencia limitado lo cual reduce su espacio de acción, esto, debido a la falta de estimulación y ejercicio de los mismos.

Ante esta situación y aprovechando los avances de la psicología cognitiva, es necesaria la creación de un programa que contribuya a estimular los procesos internos y el desarrollo de estas habilidades, optimizando la eficiencia en la resolución de problemas de transformación, y logrando “posiblemente” transferirse hacia otros contextos o clases de problemas. Pasando así del mero ejercicio teórico a la puesta en práctica de lo que se ha propuesto como solución.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar qué efecto tiene un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”.

### Objetivos Específicos

Establecer los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi” del Grupo Control y Grupo Experimental, teniendo en cuenta el número de movimientos y el tiempo de ejecución en la **pre prueba**.

Determinar si existen diferencias significativas entre el Grupo Control y Grupo Experimental, en los resultados de la **pre prueba**, teniendo en cuenta el número de movimientos y el tiempo de ejecución.

Aplicar el programa de entrenamiento en la resolución de problemas de transformación, a los sujetos del Grupo Experimental.

Establecer los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi” del Grupo Control y Grupo Experimental, teniendo en cuenta el número de movimientos y el tiempo de ejecución en la **post prueba**.

Determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la **post prueba** entre el Grupo Control y Grupo Experimental, teniendo en cuenta el número de movimientos y el tiempo de ejecución.

Analizar si existen diferencias significativas al comparar los resultados entre **pre prueba y post prueba**, del Grupo Control y Grupo Experimental, teniendo en cuenta el número de movimientos y el tiempo de ejecución.

## **JUSTIFICACIÓN**

Existen motivos para afirmar, que las habilidades del pensamiento son en la actualidad más decisivas que en épocas anteriores. Mejía (1996), afirma respecto a este asunto que: “hoy en día, las complejidades de las relaciones sociales transformadas por los grandes desarrollos científicos y tecnológicos, exigen que se ofrezca una educación en la vida para la vida” (p. presentación). El mundo se ha hecho cada vez más complejo y con él las necesidades que presenta, hacer frente a estos retos requiere no solo de conocimientos, sino también de una habilidad para aplicarlos con eficiencia. Las habilidades del pensamiento necesarias para enfrentar estos retos pueden ser mejoradas mediante entrenamiento y no existen investigaciones que aporten pruebas concluyentes para suponer que esas habilidades surjan de manera automática o como resultado del desarrollo. Es importante tener en cuenta además que el nivel de desarrollo cognitivo de un individuo representa una limitación muy importante en el momento de asimilar y procesar la información.

Además, según Naverson (1980) (citado por Nickerson y Cols. 1990), algunas personas pueden funcionar en un nivel de operaciones formales en la realización de ciertas tareas y en un nivel de operaciones concretas en otras, esto debido a variables como motivación, auto confianza, familiaridad con la ejecución de la tarea y también a un condicionamiento social.

Nickerson y Cols. (1990), manifiestan que las investigaciones realizadas por autores como Karplus, (1979); Lawson y Renner, (1974); y Stafford, (1972), hacen un llamamiento hacia la enseñanza de las habilidades del pensamiento, ya que en estos estudios han llegado a la conclusión de que los estudiantes de

bachillerato no son capaces de solucionar problemas que exigen un nivel de pensamiento abstracto; igualmente: Gray, 1979; Renner y McKinnon, (1971); Tomlinson Keasey, (1972), (citados por Nickerson y Cols. 1990), encontraron que un porcentaje superior al 50% de estudiantes de los primeros años de universidad no funcionan en un nivel de pensamiento formal.

De acuerdo con Casillas (1995), todos los sujetos tienen posibilidades reales de identificar y desarrollar su potencial cognitivo a cualquier edad, lo único que se requiere es modificar los espacios y estimular su desarrollo. Además, según él, está demostrado que la mayoría de las personas no logran un adecuado aprovechamiento de sus potencialidades cognitivas.

En consecuencia, dada la urgencia contemporánea se hace necesario realizar investigación acerca de la eficacia de los programas de entrenamiento como una perspectiva en un desarrollo personal con calidad humana. Pero no es suficiente la comprobación o llegar a resultados altamente satisfactorios en la investigación, si no que se requiere como una toma de decisiones para implementar estos programas de entrenamiento en las diferentes instituciones educativas.

El programa permite optimizar las operaciones cognoscitivas de nivel más elevado correspondientes, de acuerdo con Piaget (1994), al periodo de las operaciones formales; facilitando la solución de problemas, la comprensión de procesos, la toma de decisiones y haciendo del aprendizaje algo agradable.

La solución de problemas debe constituir un tema de gran interés para la comunidad de psicólogos dedicados a la investigación cognitiva. Los resultados de los estudios en este campo, son de gran utilidad para los psicólogos

educativos y las comunidades educativas, puesto que las demandas de la sociedad actual, exigen preparar a las futuras generaciones en el desarrollo de nuevas capacidades y habilidades del pensamiento.

El programa, brinda estrategias en la generación de procesos cognitivos, estas estrategias pueden ser aplicadas tanto a nivel de instituciones educativas, incorporándolo como una herramienta pedagógica de los educadores. Y a nivel clínico como una herramienta de intervención para los psicólogos.

## **SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Para iniciar, es necesario establecer un concepto acerca de lo que es un problema, realizando la revisión de definiciones propuestas por algunos autores a cerca de ¿qué es un problema?.

La siguiente definición propone que: “En esencia, podemos decir que existe un problema siempre que la situación actual es diferente de una situación o meta deseada” (Bransford y Stein, 1993, p 4.). Desde este punto de vista, situaciones como ir al trabajo o satisfacer el hambre, las cuales constituyen aspectos de la vida cotidiana, no implican un problema en si, ya que por la rutina subyace un aprendizaje previo de los procedimiento necesarios de abordaje o satisfacción.

Como complemento a lo anterior, Good y Brophy (1995) afirman que un problema puede existir para un individuo cuando este percibe la necesidad de lograr alguna meta u objetivo, pero no sabe de momento cómo lograrlo.

Bourne, Ekstrand y Dominowski (1986) proponen ciertos parámetros para determinar la existencia de un problema afirmando que existe un “problema” siempre que: a) una persona está tratando de lograr una meta, o de cambiar su circunstancia presente por alguna situación específica diferente; b) sus primeros intentos fracasan en lograr su finalidad y c) son posibles dos o más formas de acción alternativa, se podría agregar que existen los problemas debido a la limitada capacidad de los seres humanos para utilizar la información disponible y considerar simultáneamente todas las posibilidades de acción (p. 23).

La definición brindada por Bourne y Cols. (1986) incluye, en primera instancia, un fenómeno el cual debe ser modificado o transformado; en segunda

instancia, la conducta manifestada en exploración de diferentes alternativas para la solución; y por último, las limitaciones presentes en el sujeto como ser humano.

La concepción que se asume dentro de la investigación, considera que existe un problema cuando: está presente una situación inicial la cual es considerada por el individuo como problemática y desea transformarla en una situación diferente, esta se convierte en el objetivo o meta del problema; están implícitos en él o involucra ciertas operaciones de control u operadores, que contribuyen a reducir o ampliar el espacio de estados del problema; el proceso de solución es guiado por reglas, que no son más que cualquier movimiento o ejecución válido; las reglas y operadores pueden ser aplicados a todos los estados para ir pasando de un estado a otro, dentro del espacio de estados hasta llegar al estado final o meta. Se asume esta posición, ya que se ajusta a los problemas de transformación.

Bourne y Cols. (1986) definen la solución de problemas como un proceso que implica, por una parte, la formulación o definición del fenómeno o problema, por otra, una selección de diferentes alternativas de respuesta orientadas hacia un objetivo, que sería la solución del problema. El problema será resuelto cuando en la ejecución de las diferentes alternativas se encuentre la adecuada.

De Vega (1994) afirma que la expresión, resolución de problemas al ser considerada en un sentido muy restringido, debe entenderse como aquellas tareas que exigen procesos de razonamiento relativamente complejos y no simples tareas de asociación, resaltando así el papel de los procesos internos

como la percepción, la memoria, aprendizaje, motivación y la estructuración de los esquemas, todos estos interactuando entre sí.

Para efectos de esta investigación, se adoptó la definición planteada por Ausubel, Novak y Hanesian (1983), cuando afirman que: “la resolución de problemas se refiere a cualquier actividad, en que tanto la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática presente son reorganizados para alcanzar un objetivo predeterminado” (p. 486).

Partiendo del supuesto de que la solución de problemas exige un proceso de interacción constante de los diferentes procesos internos, por lo cual estos deben ser estimulados a través del desarrollo de ejercicios prácticos, los cuales se brindan y desarrollan dentro del programa. Además se tiene en cuenta que todas las personas están en la capacidad de aprender a resolver problemas mediante un entrenamiento; ya que el ser humano y su capacidad, hacen posible que a partir de un potencial inicial, y a través de su ejercitación, lo lleve a desempeños cuantitativa y cualitativamente diferentes.

La importancia del entrenamiento es sostenida por Crutchfield (1969), (citado por Nickerson y Cols. 1990), quien afirma que: “las habilidades del pensamiento de alto nivel se pueden mejorar mediante entrenamiento” y además asegura que “no hay ninguna prueba concluyente para suponer que esas habilidades surjan automáticamente como resultado del desarrollo o la maduración” (P 79). De este modo, dan a entender cómo dentro del proceso de resolución de problemas está implícita la creatividad, en cuanto exige

originalidad, transformaciones novedosas y generación de nuevos principios integradores.

En el desarrollo de habilidades, existe siempre un punto de partida, el logro gradual de niveles de mayor competencia es una característica de las habilidades. La investigación no pretende establecer que el desarrollo de una habilidad sea estático o lineal; considera su evolución como un proceso dinámico, el cual podría ser representado simbólicamente como una espiral; una habilidad no se desarrolla a través de una serie de etapas sucesivas; cada sujeto vive el proceso de desarrollo en circunstancias únicas que suponen avances y retrocesos, hasta alcanzar niveles de competencias deseados.

Ausubel y Cols. (1983) afirman, que tanto el aprendizaje significativo por descubrimiento como el aprendizaje significativo por recepción, se encuentran en una constante interrelación dentro de las diferentes fases o estados de la resolución de un problema. Resaltan todo un proceso de reorganización tanto del aspecto cognitivo (representado por la experiencia previa y la situación actual), como de los componentes de la situación problema. Toda esta reorganización cognitiva y perceptual, estaría orientada hacia la solución del problema.

### **Teoría del Procesamiento de la Información en Solución de Problemas**

Es muy interesante, todo el proceso histórico de evaluación conceptual que llevó al conductismo a establecerse como el paradigma dominante desde los años treinta hasta finales de los años cincuenta, cuando inicia la crisis del conductismo. Esto debido a la consolidación de la psicología del procesamiento de la información como parte de la psicología cognitiva, y su objeto de estudio

constituido por los procesos internos del individuo, los cuales no tenían aceptación dentro de las teorías conductuales.

De Torres, Mejías y Milán (1999), afirman que: “el objetivo de la psicología del Procesamiento de la Información es el descubrimiento de la estructura y procesos internos del sistema, que son los responsables del modo en que el sistema se comporta. El establecimiento de las relaciones funcionales entre situaciones y conductas observables es el medio principal de que se dispone para ello” (p. 4).

Puente, Paggioli y Navarro (1995), consideran que la teoría del procesamiento de la información surge cuando los supuestos del conductismo comienzan a decaer, siendo así que a mediados de los años 50 aparece un nuevo modelo el cual acepta los procesos mentales o procesos internos como un objeto legítimo de estudio científico. La teoría del procesamiento de información enfatiza en los procesos internos como agentes del comportamiento. Entendiendo como procesos internos, la forma en que el sujeto codifica, almacena, recupera y combina la información disponible para lograr una respuesta adecuada a las exigencias del medio. Es importante tener en cuenta dentro de esta teoría los estilos cognoscitivos, que se refieren a cómo el individuo procesa la información proporcionada por el medio, es decir cómo este individuo da sentido y comprende la información disponible. Así mismo, son de gran importancia los esquemas cognoscitivos como componentes esenciales dentro de la estructura cognoscitiva.

Sigel y Coop (1974), (citados por Good y Brophy 1995), proponen unas dimensiones del estilo cognoscitivo en las cuales incluyen: 1) Atención a

características globales contra detalles finos de los estímulos, 2) Clasificación de los estímulos en unas cuantas categorías grandes contra muchas categorías pequeñas, 3) Tendencia a clasificar los asuntos con base en características observables tales como las semejanzas en función, tiempo o espacio contra posesión común de algún atributo abstracto, 4) Conducta de solución de problemas rápida e impulsiva contra una lenta y esmerada, 5) Pensamiento intuitivo e inductivo contra pensamiento lógico y deductivo y 6) Tendencia a imponer su estructura propia sobre la que se percibe contra permitir que las percepciones sean estructuradas por características del estímulo focal, las características del contexto en que están inmersas y otras fuentes externas.

Good y Brophy (1995) expresan, por qué se los denomina estilos cognoscitivos en lugar de capacidades cognoscitivas, haciendo notar cómo en los seis puntos mencionados anteriormente, se enfatiza en las características cognoscitivas y conductuales de las personas al procesar la información y dar solución a los problemas y no se centran en la eficiencia de la ejecución. Es importante tener en cuenta que al poseer los estilos cognoscitivos un carácter idiosincrásico, constituyen una ventaja y a la vez una desventaja para el sujeto: ventaja porque al predominar en él cierto estilo cognoscitivo, podrá ejecutar ciertas tareas de manera más eficiente; sin embargo, su ejecución en otro tipo de actividades o tareas en las cuales sea indispensable un estilo cognoscitivo diferente será deficiente.

La teoría del procesamiento de la información como parte de la psicología cognitiva, enfoca su estudio hacia el descubrimiento de la estructura y funcionamiento de los procesos internos, y en el caso particular de esta

investigación contribuye en el entendimiento de ese sistema activo y dinámico que cambia constantemente, referido a las habilidades y disposiciones del pensamiento, aprovechando los avances alcanzados dentro de diferentes investigaciones en el área cognitiva, los cuales contribuyen en el entendimiento de la naturaleza, la aplicación y modificabilidad de los diferentes procesos.

Investigaciones realizadas con respecto a la solución de problemas, en grupo, se han aportado los siguientes datos: en algunas, el rendimiento inicial en solución de problemas puede ser superior en grupos pequeños, que el rendimiento de un solo individuo; en otras investigaciones, en cambio, el individuo tiene mejor rendimiento que el grupo.

Klausmeier y Goodwin (1977), manifiestan que: “existe la posibilidad de que los miembros de un grupo rindan mejor y con más consistencia después de haber tenido más experiencia en el trabajo conjunto y de haber recibido instrucciones” (p. 285). Dumcan (1959), (citado por Klausmeier y Goodwin 1977) hace énfasis en el hecho de que el mejor individuo sobrepasa los promedios de los grupos.

A través de diferentes investigaciones, se han generado gran cantidad de conocimientos, acerca de la estructura de nuestro sistema cognitivo y sus relaciones funcionales.

Leahey y Harris (1998) afirman, en cuanto al tema de resolución de problemas, que: “ha sido estudiado en las diversas tradiciones de la psicología. La tradición conductista estudió la resolución de problemas desde la perspectiva de dividirlos en procesos más sencillos de respuesta de aprendizaje a estímulos y conseguir incrementar la solución. Por último la tradición del

procesamiento de información influida por la informática ha dominado la investigación reciente, que ha sido especialmente activa desde que Newell y Simon, lanzaron su libro *Human Problem Solving* (1972), el cual marcó época” (p. 241).

Ausubel y Cols (1983), refiriéndose al entrenamiento de solución en solución de problemas consideran que lo más conveniente sería enseñarle a los sujetos los principios generales surgidos del análisis teórico del proceso de pensamiento. Entre las indicaciones generales incluyen las siguientes: Formular y delimitar el problema antes de tratar de resolverlo, evitar la concentración de la atención en un solo aspecto del problema, ir más allá de lo obvio, percatarse de la posibilidad de que ocurran fijación funcional y transferencia negativa y tratar entonces de evitarlas, abandonar las guías infructuosas y explorar otras posibilidades, poner en duda la confiabilidad y representatividad de los datos, hacer implícitas las suposiciones de cualquier conjunto de premisas, distinguir con claridad entre datos e inferencias, emplear la información proveniente de las hipótesis descartadas, aceptar con prudencia las conclusiones que concuerden mejor con las propias opiniones (p. 499).

Es de tener en cuenta que el éxito de estos principios sugeridos, puede ser muy limitado, debido a la generalidad de sus proposiciones y a no tener en cuenta otras variables importantes como el conocimiento previo o la familiaridad del individuo con el material suministrado, es decir, su grado de conocimiento en determinada área problemática

De Vega (1994), manifiesta que dentro del sistema de procesamiento de información juegan un papel muy importante la memoria a corto plazo (MCP),

con su capacidad limitada y velocidad de procesamiento también limitada, la eficiencia de esta memoria se incrementa cuando se dispone de una memoria externa; la memoria a largo plazo (MLP), la cual almacena una gran cantidad de información relevante para la resolución de problemas; las características estructurales del problema, los cuales permitirán al individuo establecer un estado inicial o sea la identificación, formulación y definición del problema, facilitando el establecimiento de una meta, podrá así también considerar las restricciones presentes dentro del proceso de solución y la representación cognitiva que el sujeto realiza de toda esta estructura. Considera además, que los procesos internos juegan un papel muy importante en la solución de problemas, procesos como la percepción, la memoria y la atención.

### **Limitaciones en la Solución de Problemas**

Aprender a aprender, significa e implica también la actitud de desaprender, esto es, la habilidad para “mantener a raya”, por muy difícil que sea, nuestros modelos mentales usados a través de tantos años y que en ocasiones pueden convertirse en formas obsesivas de hacer las cosas; esto, con el fin de que los nuevos aprendizajes arriben a nuestra mente en un clima receptivo, capaz de omitir a esos antiguos dictadores. Estos esquemas predeterminados, relacionados a situaciones, actividades, etc. y almacenados en la memoria, prestan un toque original a cada proceso y personalizan los resultados del funcionamiento cognitivo, a la vez que se convierten en un limitante. Uno de los bloqueos conceptuales más habituales es el falso hecho admitido, en el que damos por sentado más de lo que específicamente expresa el enunciado, lo cual reduce y en algunas ocasiones cierra el camino a la

solución. Otro de los obstáculos manifestados dentro de la resolución de problemas es el denominado persistencia de la disposición, la cual consiste en la tendencia a utilizar un método familiar, incluso cuando existen otra gran variedad y los cuales son muy eficaces. Se tiene también la fijeza funcional que es la tendencia a pensar que los objetos se usan sólo de una manera limitada. Como limitaciones dentro de los estilos personales encontramos, la incapacidad para utilizar la información conocida debida a una mala organización y a una inadecuada representación del problema utilizando en muchas ocasiones únicamente la representación mental. Otra dificultad encontrada consiste en que los estudiantes buscan la solución del problema en un espacio demasiado reducido, colocando limites innecesarios.

### **Ejecución de Novatos vs. Expertos**

Los investigadores han empleado dos métodos muy diferentes para identificar aquellas estrategias solucionadoras eficaces que funcionan. Uno se ha centrado en estudiar la actuación de los expertos; el otro ha intentado dar a los ordenadores la capacidad de resolver problemas. Mediante el uso del primer procedimiento se ha determinado que la ejecución de los expertos en la resolución de problemas, se diferencia en forma significativa de la ejecución de los novatos, ya que muestran un desempeño eficaz y cualitativamente diferente.

Schoenfeld (1980), (citado por Nickerson y Cols. 1990), señala como resultado de su investigación en la actuación de expertos, que estos enfocan los problemas de una manera completamente diferente a los novatos, empleando estrategias que determinan una ejecución completamente diferente (p. 90).

Se ha encontrado que los expertos tienen un desempeño generalmente mas eficaz que los novatos, en la solución de gran parte de problemas, aun cuando estos se hallen fuera de su área de conocimiento específico. Esta afirmación es apoyada también por Schoenfeld (1980), (citado por Nickerson y Cols. 1990), quien sostiene que la “calidad y el éxito” dependen en gran medida de la presencia de una conducta eficaz en el manejo de los problemas.

Los expertos realizan revisiones periódicas del proceso ejecutivo implícito en la solución, monitoreando constantemente el proceso, asumiendo de esta manera dos roles en el proceso de solución, a saber: de actor, trabajando sobre la solución del problema y observador critico mientras vigila y supervisa el proceso, fijando objetivos y evaluando de manera critica su propio desempeño.

Los estudios, en cuanto a la ejecución de los expertos constituyen un valioso aporte para esta investigación, ya que desempeña un papel fundamental en la identificación de las estrategias utilizadas en la solución de problemas.

### **Clasificaciones Propuestas en Solución de Problemas**

De Vega (1994) manifiesta que existe una clasificación muy sencilla, esta clasificación se fundamenta en que todos los problemas difieren en su grado de estructura. Por un lado, se encuentran los problemas bien estructurados los cuales presentan un objetivo definido con claridad, así como toda la información necesaria para solucionarlo generalmente utilizando los algoritmos apropiados. Por el otro, están los problemas mal estructurados los cuales son más difíciles de definir, se conoce que existe el problema, pero no existe la información

necesaria para solucionarlo, de manera general se resuelven utilizando procedimientos heurísticos.

De Vega (1994), considera que “no existe hoy por hoy una verdadera taxonomía de problemas” (p. 499).

En el desarrollo de esta investigación, se trabajó específicamente sobre los problemas de transformación, la cual constituye una de las tres categorías propuestas por Greeno, (1978), (citado por De Vega 1994).

Esta clase de problemas consta de una situación inicial, una meta y un conjunto de operaciones que conducen a la transformación del estado inicial en la meta deseada, normalmente se establecen ciertas reglas dentro del proceso las cuales son específicas para cada problema. Dentro del programa se entrena a los estudiantes en procesos de planeación y el método de búsqueda ciega, como estrategias útiles en la resolución de esta clase de problemas.

La investigación realizada se centró en determinar la incidencia del programa de entrenamiento, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “torre de Hanoi”. Ya que esta constituye un problema representativo dentro de esta categoría y además ha sido utilizada en diferentes estudios de laboratorio.

### **Torre de Hanoi**

Olivares en su página de Internet “Con applet de JAVA”, afirma que la “Torre de Hanoi” es un problema inventado por el matemático Francés Edouard Lucas en 1883, es clásico y conocido por los estudiantes de computación,

puesto que aparece en virtualmente todos los textos sobre algoritmos y estructuras de datos.

Leahey y Harris (1998) y De Vega (1994), concuerdan al manifestar que la “Torre de Hanoi”, es un problema ampliamente estudiado, describiéndolo como un problema que consiste en una pila de discos (entre tres y seis), de diferente tamaño, ubicados de forma piramidal en una base **A**, la cual constituye el estado inicial de la tarea; el estado meta consiste en ubicar los discos en la misma disposición piramidal en la base **C**, empleando una base **B**, para realizar los movimientos intermedios.

De Vega (1994), afirma que el problema tiene varias ventajas para el investigador y que por ello es utilizado con gran frecuencia. Una de las ventajas consiste en que con cinco o seis discos, demanda del uso de estrategias de nivel elevado, no sólo en niños, sino también en adultos; otra ventaja es que el cambio de estrategias y el desplazamiento de discos por ensayo y error queda plasmado en la ejecución de sus movimientos.

Bourne y Cols (1986), en cuanto al estudio de la solución de problemas, sugieren dos interrogantes muy importantes, las cuales tienen su origen dentro de la investigación. Estos interrogantes son: “¿Cómo resuelve la gente este problema?” “¿Que variables afectan la dificultad de este problema?”. Estas preguntas constituyen diferentes indicadores de la clase de solución.

En el proceso de la solución de problemas es importante obtener la mayor información directa posible, utilizando las diferentes elecciones, ya sea que estas se den por ensayo y error o por la utilización de estrategias de nivel elevado. La conducta verbal es también relevante para que el experimentador

pueda inferir el proceso de solución. Por ello, obtener información acerca de la razón de las diferentes elecciones por medio de la conducta verbal, constituye una condición esencial para que el experimentador pueda inferir el proceso de solución.

Un estudio con la “Torre de Hanoi” en donde se empleo la técnica de verbalización de cada acción ejecutada, pidiendo la “Razón” de cada movimiento, lo realizaron Gagne y Smith (1.962), (citados por Bourne y Cols. 1986), el método utilizado, como se menciona anteriormente, consistió en pedir a los sujetos verbalizar la razón de cada uno de sus movimientos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a los sujetos que se les pidió verbalizar la razón de sus movimientos realizaron un menor número de movimientos, pero su tiempo de ejecución fue mayor. Posteriormente en un problema de transferencia disminuyeron tanto el número de movimientos como el tiempo de ejecución, logrando además descubrir algunos principios generales para la realización de los movimientos.

Bourne y Cols. (1986), en cuanto al tema de la solución de la “Torre de Hanoi” sostienen que es un proceso muy difícil y que puede ser medido en términos del número de movimientos realizados y el tiempo empleado en la ejecución.

La investigación se centra en la ejecución de la “Torre de Hanoi”, porque ésta constituye un problema representativo de los empleados para estudiar la solución de problemas en el laboratorio. Se supone además, que posee propiedades comunes a los problemas que se presentan fuera del laboratorio. Propiedades en común en cuanto a la exigencia de procesos cognitivos

complejos. Además los planteamientos que funcionan bien en un contexto, *probablemente* sirvan de algo en el otro.

### **La Leyenda de la “ Torre de Hanoi”**

Alejandro, en su página de Internet “La leyenda de la torre de Hanoi” , describe la leyenda así: En una ciudad Vetusta los monjes de un templo tenían que mover una pila de 64 discos de un lugar a otro. Los discos eran frágiles; solamente era posible mover un disco a la vez, y no se podía colocar un disco más grande sobre uno más pequeño. Además, había solamente una parte del templo suficientemente sagrada para meter una pila de discos, como estación intermedia.

Con la ayuda de esta tercera parte sagrada del templo, los monjes empezaron a mover los discos desde la pila original hacia la pila nueva, siempre manteniendo las pilas con los discos más grandes hacia abajo, y los más pequeños hacia arriba.

Se dice que antes de que los monjes pudieran hacer la jugada final y rehacer la pila nueva en el nuevo lugar, el templo se convertiría en polvo y se terminaría el mundo.

¿Es verdad esta leyenda?

Para responder, hay que adivinar cuánto tiempo se necesitaría para que los monjes pudieran terminar su trabajo. Esto se aprende jugando con una colección reducida de discos y tres bases en que se puede colocar los discos. El juego ayuda a encontrar el mínimo número de jugadas necesarias para mover todos los discos.

Luego si se logra encontrar el número mínimo de jugadas requeridas para los números diferentes de discos, se emplea este dato para pronosticar los días necesarios para mover 64 discos.

### **¿ Que es la “Torre de Hanoi”?**

La torre de Hanoi consiste en una pila de cinco discos de madera, con un orificio en su parte central, destinado para ser incrustado en la base número uno. Consta de tres bases: La primera base en madera con un palillo central (en donde se encuentran los discos inicialmente), la segunda y la tercera base al igual que la primera en madera y con un palillo central destinado para insertar los discos, las bases están rotuladas con los números dos y tres.

El objetivo del juego es trasladar los discos de la base número uno a la base número tres, en el menor número de jugadas posibles.

### **Solución a la “Torre de Hanoi” (cinco anillos)**

Rueda en su pagina de Internet “Una solución optima para las “Torres de Hanoi”” realiza una descripción de las reglas y los movimientos necesarios para la solución de la “Torre de Hanoi”.

Los movimientos son los siguientes:

Movimiento número uno: De la base uno a la tres.

Movimiento número dos: De la base uno a la dos.

Movimiento número tres: De la base tres a la dos.

Movimiento número cuatro: De la base uno a la tres.

Movimiento número cinco: De la base dos a la uno.

Movimiento número seis: De la base dos a la tres.

Movimiento número siete: De la base uno a la tres.

Movimiento número ocho: De la base uno a la dos.  
Movimiento número nueve: De la base tres a la dos.  
Movimiento número diez: De la base tres a la uno.  
Movimiento número once: De la base dos a la uno.  
Movimiento número doce: De la base tres a la dos.  
Movimiento número trece: De la base uno a la tres.  
Movimiento número catorce: De la base uno a la dos.  
Movimiento número quince: De la base tres a la dos.  
Movimiento número dieciséis: De la base uno a la tres.  
Movimiento número diecisiete: De la base dos a la uno.  
Movimiento número dieciocho: De la base dos a la tres.  
Movimiento número diecinueve: De la base uno a la tres.  
Movimiento número veinte: De la base dos a la uno.  
Movimiento número veintiuno: De la base tres a la dos.  
Movimiento número veintidós: De la base tres a la uno.  
Movimiento número veintitrés: De la base dos a la uno.  
Movimiento número veinticuatro: De la base dos a la tres.  
Movimiento número veinticinco: De la base uno a la tres.  
Movimiento número veintiséis: De la base uno a la dos.  
Movimiento número veintisiete: De la base tres a la dos.  
Movimiento número veintiocho: De la base uno a la tres.  
Movimiento número veintinueve: De la base dos a la uno.  
Movimiento número treinta: De la base dos a la tres.  
Movimiento número treinta y uno: De la base uno a la tres

## **Procesos Involucrados en la Solución de la “Torre de Hanoi”**

### **Contrastación**

Piaget (1994), considera que el proceso de contrastación, involucra operaciones de seriación y el establecimiento de relaciones de igualdad por medio de la comparación.

En la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, este proceso reduce el esfuerzo cognitivo, ya que permite recuperar la información recogida en los movimientos realizados anteriormente y sus respuestas de contrastación frente a estos. Al determinar los movimientos errados y considerarlos en los próximos desplazamientos, permite al sujeto disminuir el número de movimientos al descartar los movimientos errados.

### **Simultaneidad**

De acuerdo con Piaget (1994), el tiempo se construye por coordinación de operaciones, clasificando por el orden de las sucesiones de acontecimientos por una parte, y encajamiento de las duraciones concebidas como intervalos entre dichos acontecimientos por otra, de tal manera que ambos sistemas son coherentes por estar ligados uno a otro. De manera análoga opera el proceso de simultaneidad en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, organizando los acontecimientos o movimientos y encajando discriminadamente los acertados.

Este proceso considerara varias alternativas a la vez, determinando sus consecuencias. La comprobación simultanea consiste en utilizar la información para deducir en un mismo momento, que movimientos se confirman como acertados y cuales deben ser eliminados.

Este proceso implica el uso de representaciones mentales, en una forma dinámica, considerando de manera alternativa dos o mas movimientos, los cuales serán aceptados o descartados. Al igual que la contrastación permite reducir el número de movimientos necesarios para la consecución del objetivo o meta del problema.

### **Reversibilidad**

Piaget (1994), considera que el proceso de reversibilidad consiste en la posibilidad de invertir las operaciones, convirtiéndolas en móviles y reversibles. No es una forma estática, ni el simple paso en sentido único de un estado a otro (o incluso la asociación entre dos estados), es la movilidad y reversibilidad general de las operaciones lo que engendra las estructuras.

La puesta en acción de la reversibilidad determina una disminución del número de movimientos realizados al finalizar la tarea, ya que al hacer reversibles las acciones ejecutadas, permite dar una mirada hacia atrás determinando las consecuencias de movimientos anteriores..

El número de movimientos realizados determina como el sujeto hace uso de estos procesos. Entendiendo la operación de cada uno de estos (no de manera aislada, sino en constante interacción) como una acción cualquiera, en este caso: el desplazamiento cuya fuente es motriz, perceptiva, cognitiva y afectiva.

El tiempo total consumido en la ejecución de la tarea, constituye un indicador del nivel de eficiencia de estos procesos, en donde, a mayor eficiencia, menor será el tiempo de ejecución y al contrario a menor eficiencia, mayor tiempo de ejecución.

Estos aspectos son considerados pertinentes en la validación de la “torre de Hanoi” como instrumento de evaluación, realizada por medio de jueces. La validación se realizó con cuatro jueces, psicólogos con conocimiento de la “torre de Hanoi”. El promedio de las puntuaciones asignadas de 1 a 100, fue de 90, lo que determina un nivel de validez aceptable. Los formatos de validación entregados por los jueces se pueden revisar en el Anexo **A**.

### **Métodos en Solución de Problemas**

Dentro de la presente investigación y para efectos del diseño y aplicación del programa de entrenamiento, se tuvieron en cuenta los procesos básicos del pensamiento, lo que incluye: la percepción, memoria, trabajo en imaginación y estrategias en resolución de problemas, empleando el método de búsqueda ciega y procesos de planeación

El método algorítmico no se incluyó dentro del programa, ya que a pesar de constituir un método eficiente y conducir a una solución segura, considerando de manera sistemática todas las posibilidades con respecto a sus resultados, presenta algunas dificultades implícitas en su proceso.

Las dificultades encontradas en este método son las siguientes:

No todos los problemas se pueden solucionar por medio del método algorítmico.

El número de alternativas de solución disponibles constituyen una variable importante ya que un número elevado de estos, haría de este método un proceso muy lento. Bourne y Cols. (1986), ejemplifican este punto afirmando que: “Se ha estimado que hay  $10^{120}$  caminos diferentes a través de un tablero

de ajedrez, y menos de  $10^{16}$  microsegundos disponibles en un siglo para explorarlos” (p. 100).

### **Procesos de Planeación**

Bourne y Cols (1986), hacen referencia a los procesos de planeación como una técnica en donde se eliminan algunos detalles del problema, creando así un problema simplificado, la solución brindada a éste puede ser utilizada como guía o generalizarse para la solución del problema macro o problema original, el cual es más complejo en su estructura.

De Vega (1994), afirma que este tipo de procedimiento en el abordaje de problemas, permite al solucionador evitar, al menos de modo provisional algún evento o información que obstaculice la búsqueda, al exceder los límites de la memoria del sujeto.

A propósito de esta situación, es muy interesante observar cómo en la investigación científica se trabaja bajo estos parámetros, ya que en una investigación determinada el objetivo del estudio o problema estaría constituido por una versión estilizada del fenómeno dentro del laboratorio, luego se procedería a analizar los resultados para generalizarlos a situaciones más complejas.

### **Método de Búsqueda Ciega**

Leahey y Harris, (1998), describen dos procesos fundamentales en la resolución de problemas, los cuales son: la representación del problema y la búsqueda de la solución.

Dentro del proceso de representación es importante tener claro el **estado inicial**, el **estado meta** y el **operador** que define el problema. Al aplicar el operador al estado inicial se generaran nuevos estados del problema.

El proceso de búsqueda, sigue una vez se halla realizado una adecuada representación del problema, la solución implica la búsqueda de la vía más corta entre el estado inicial y el estado meta. Con problemas relativamente sencillos puede trabajarse con el método de **búsqueda exhaustiva**, el cual representa todos los estados posibles del problema, haciendo fácil el acceso a la vía más corta para la solución. Funciona al igual que los algoritmos, pues explora todas las alternativas de solución. Sin embargo en problemas con un nivel de complejidad más elevado, este procedimiento podría resultar muy demorado y debido a la capacidad de la memoria muy limitada, se perdería una gran cantidad de información. La forma más sencilla sería llevando a cabo una **búsqueda ciega**, está búsqueda ciega puede llevarse a cabo como **búsqueda en amplitud** o **búsqueda en profundidad**.

La búsqueda en amplitud computa todos los movimientos posibles desde una posición dada; luego todos los movimientos posibles desde cada una de las nuevas posiciones; luego todos los movimientos posibles desde el tercer conjunto de posiciones y así sucesivamente, constituyéndose en un método conservador.

La búsqueda en profundidad genera un solo movimiento, luego se mueve desde ese, luego desde ese otro, y así sucesivamente, tiene mayores posibilidades de encontrar súbitamente la solución, aunque podría explorar muchas avenidas ciegas antes de encontrar la solución. Para que el proceso

de solución sea óptimo debe existir previamente una representación completa del espacio del problema. La búsqueda puede mejorarse si constantemente se presenta una **función de evaluación** capaz de decidir cuál de los movimientos es el más prometedor.

### **Fases en la Resolución de Problemas**

De Vega (1994), afirma que normalmente en resolución de problemas se aceptan tres fases: Preparación, producción y enjuiciamiento.

#### **Preparación**

En esta fase se realiza un análisis y una interpretación de los datos encontrados en la estructura del problema; así mismo se realiza un análisis de las restricciones, posibles estados y operadores potencialmente funcionales en la solución y se identifican las diferentes alternativas que ofrezcan criterios objetivos en la solución. Como resultado de esta operación pueden surgir algunos subproblemas o bien un problema más sencillo. Dependiendo tanto de la complejidad en la estructura del problema como de la experiencia del solucionador, esta fase de preparación podría requerir un enorme esfuerzo y duración o caso contrario el esfuerzo sería mínimo y la duración muy corta.

#### **Producción**

En esta fase estarían involucrados los procesos de la MCP y MLP en los procesos de adquisición, almacenamiento, recuperación, exploración y transformación de la información disponible suministrada por el medio, es en esta fase en donde se aplican diferentes estrategias tanto de carácter general como específico.

### **Enjuiciamiento**

Una vez exploradas las diferentes alternativas y encontrada una solución ésta será evaluada, realizando un contraste con los criterios de evaluación. Estas fases ocurren en el orden señalado, y en muchas ocasiones son varios los ciclos por estas fases que se deben atravesar antes de llegar a la solución óptima del problema.

### **Componentes del Programa**

El programa que se ejecutó, incluye los siguientes temas: percepción, memoria, atención e imaginación en la resolución de problemas, incluyendo además procedimientos heurísticos como el proceso de planeación y el método de búsqueda ciega; ya que estos constituyen estrategias útiles en la resolución de problemas de transformación. Los contenidos y actividades desarrolladas (ver anexo **B**), actúan como disparadores en el despliegue y consolidación de las habilidades cognitivas.

### **Percepción**

De Torres y Cols. (1999), respecto a la percepción, afirman que supone el reconocimiento, identificación o categorización de cierto evento u objeto conocido, así el proceso perceptual consiste en decidir cual es la interpretación más adecuada para cada estímulo, involucrando mecanismos muy complejos. (p. 50). De Torres y Cols. (1999), distinguen dos tipos de procesamiento: un procesamiento de abajo a arriba, en donde la interpretación se realiza guiada por los datos y no existe la influencia de factores aprendidos ni contextuales, y un procesamiento de arriba abajo, el cual es guiado conceptualmente e influyen en él, la experiencia previa del sujeto. (p. 51).

El fenómeno de la percepción desborda el campo específico de las funciones sensoriales y sitúan al hombre en un contexto psicosocial.

Helmholtz, fue el primero que planteó en su forma moderna el problema de las relaciones entre las estructuras perceptivas y las estructuras operatorias, para Helmholtz, la percepción no constituía la síntesis o asociación de elementos aislados, sino que consiste en totalidades organizadas desde un comienzo bajo una forma de estructura de conjunto. Para Koehler, la inteligencia aparece cuando la percepción no se prolonga directamente en movimientos susceptibles de asegurar la conquista del objetivo; por ejemplo: un chimpancé en su jaula procura alcanzar una fruta situada mas allá del alcance de su mano, requiere de un elemento intermedio, cuyo empleo definirá la complicación propia de la acción inteligente. Si se pone un bastón a disposición del mono, pero en una posición cualquiera, aquel lo verá como un objeto indiferente, colocado paralelamente al brazo, será bruscamente perseguido como una prolongación de la mano. Neutro hasta el momento, el bastón recibirá una significación como consecuencia de su incorporación a su estructura de conjunto. El campo será posteriormente reestructurado y esa reestructuración inesperada será lo que caracteriza el acto de la inteligencia. El paso de una estructura de bajo nivel a una estructura de nivel elevado, constituye la esencia de la comprensión, simple continuación, pero mediata o indirecta de la percepción, determinante en procesos como la solución de problemas o tareas complejas. (“La inteligencia y la Percepción”, (No date)).

Las regulaciones perceptivas, debidas a las comparaciones y

transposiciones tienden hacia la reversibilidad, constituyendo uno de los soportes móviles que permitirán la iniciación del mecanismo operatorio.

### **Memoria**

El proceso cognitivo mediante el cual procesamos información, incorporándola a nuestro cerebro, codificándola, almacenándola y después recuperándola, se denomina memoria. La memoria es responsable de funciones muy diferentes.

En la vida cotidiana, la memoria es entendida como la destreza mental que nos permite recordar sucesos o informaciones pasadas. Dentro de la perspectiva del procesamiento de la información el término memoria se aplica a un conjunto de fenómenos más complejos, como son los procesos perceptivos, comprensión, expresión verbal, habilidades motrices, procesos atencionales y resolución de problemas. Todo proceso mental demanda en alguna medida de información previa adquirida de nuestra experiencia pasada.

De Vega (1994), postula tres dispositivos básicos como componentes de la estructura de la memoria los cuales son: la memoria sensorial, la memoria a corto plazo MCP, y la memoria a largo plazo MLP, distingue además cuatro procesos básicos a saber: la codificación, almacenamiento, retención y recuperación.

De Vega (1994), caracteriza la MCP, como un dispositivo que opera a partir de inputs procedentes tanto del mundo exterior como del propio sistema cognitivo, sugiriendo de este modo a la MCP como un sistema de control. La MCP actuaría entonces, como un mecanismo de retención de información y

como un sistema de control, el cual es analizado desde la perspectiva de la memoria operativa.

Las características fundamentales de la MCP son: su capacidad limitada (6 o 7 elementos), una persistencia temporal reducida que oscila entre los 15 y 30 segundos. Dentro del proceso de recuperación de la información, podrían existir dos posibilidades: una búsqueda en paralelo (simultanea), o una búsqueda serial (uno a uno).

De Vega (1994), manifiesta respecto a la MCP y su relación en la ejecución de tareas complejas, que la resolución de problemas, requiere ciertos procesos de control que utilizan ese espacio de trabajo limitado. La MCP se presenta como un sistema de control multifacético, centro de los procesos ejecutivos conscientes; concibiendo dicho almacén, no como un mero receptor pasivo de información, sino como un espacio de trabajo, donde se realizan todas las operaciones que constituyen el pensamiento.

De acuerdo con esto, la MCP aparece entonces involucrada en la formulación de planes, permite mantener en mente cada uno de los pasos y la secuencia adecuada, al mismo tiempo que se lleva a cabo el plan de acción, se evalúa, se revisa y corrige, selecciona y desarrolla estrategias adecuadas en situaciones inesperadas, así como monitoriza las conductas efectivas y adecuadas y si fuera necesario la capacidad de inhibir y modular la conducta dependiendo de las circunstancias. La MCP conlleva a acceder, monitorizar y manipular asociaciones en tiempo y espacio, así como su contexto semántico.

Como se manifestó anteriormente la memoria operativa o memoria de trabajo, hace referencia a un sistema muy complejo cuyo funcionamiento

operativo incluye la manipulación de la información sobre nuestra experiencia actual, es mucho mas importante que el almacenamiento se encuentra compuesta por un ejecutivo central, que es en realidad un sistema de control atencional encargado de seleccionar las estrategias para procesar la información de entrada, de tal manera que juega un papel muy importante en la solución de tareas complejas que exigen un optimo desempeño cognitivo. Debido a su capacidad de almacenamiento limitado y cuando se encuentra superada recurre a subsistemas tales como el bucle fonológico que opera sobre la información basada en el habla y a la agenda visoespacial que es la creación y manipulación de imágenes visuales.

### **Atención e Imaginación**

#### **La Atención: Procesos Automáticos y Procesos Controlados**

De Vega (1994), manifiesta que las demandas impuestas en el desarrollo o solución de ciertas tareas complejas, excede los límites de nuestra atención. Para contrarrestar esto el propio sistema cognitivo dispone de mecanismos para compensar estas limitaciones. Finalmente, algunas tareas, llegan a constituirse como procesos automáticos, los cuales son relativamente libres de procesos atencionales, se realizan sin consciencia ni intencionalidad del sujeto, son adquiridos como resultado de la experiencia, requiriendo inicialmente atención controlada, luego de adquirido es difícil de modificar, en situaciones de gran estrés o aurosal elevado, se presenta una disminución de los recursos atencionales y se realizan de manera eficaz los procesos automáticos. Los procesos controlados, o procesos conscientes consumen atención, son especialmente adecuados para enfrentarse a situaciones novedosas y

problemáticas, en donde no existen rutinas automáticas establecidas, el sujeto enfoca su atención a determinada tarea, toma decisiones determina estrategias y su intencionalidad, generan aprendizaje y almacenamiento de nueva información, intervienen en operaciones cognitivas de alto nivel, tales como repetición, recodificación, imágenes mentales, etc. En la resolución de determinada tarea pueden operar conjuntamente estos dos procesos.

### **Imágenes Mentales**

De Vega (1994), respecto a la imaginación afirma que actúa en paralelo con el sistema verbal, está especializada en el procesamiento de información concreta y preserva de modo analógico las propiedades espaciales y simétricas del estímulo (tamaño, forma, orientación, movimiento, etc.) (p. 220).

De Vega (1994), manifiesta que las imágenes mentales tienen un carácter dinámico, lo cual permite una modificación o transformación rápida. No favorecen únicamente el recuerdo, desempeñan un papel muy importante en el pensamiento de los individuos creativos. “Las imágenes son un formato representacional decisivo para algunos procesos de resolución de problemas. El carácter dinámico y flexible de las imágenes las hace un instrumento idóneo para generar modelos espaciales” (De Vega, 1994, p. 216).

Las imágenes mentales constituyen un formato representacional o un tipo de estructura de datos de nuestro sistema cognitivo.

Es importante recordar aquí que la MCP es una memoria ejecutiva u operativa cuya función excede la simple retención de información. Se trata de un espacio operativo en el que se seleccionan, organizan y ejecutan estrategias y heurísticos de resolución de problemas.

### **Procedimientos Heurísticos**

Nickerson y Cols. (1990), Manifiestan que la palabra “heurística” procede del griego *Heuriskin*, que significa “servir para descubrir”. Aparece esporádicamente en la bibliografía de la filosofía y la lógica, refiriéndose a la rama de estudio que trata de los métodos de razonamiento inductivo. El método heurístico constituye tan solo una buena apuesta, un procedimiento que ofrece una probabilidad razonable de solución.

De Vega (1994), manifiesta que: “fueron Newell y Simon los que introdujeron inicialmente el heurístico como constructo explicativo en la resolución de problemas” (p. 507).

Los procedimientos heurísticos al contrario de los algoritmos constituyen un método que permite un acceso más rápido a la solución, reduciendo de manera drástica las alternativas de solución disponibles, o los estados del espacio problema, por ello es una técnica muy valiosa en la solución de problemas cuya probabilidad de solución sea muy extensa.

Los heurísticos se pueden aplicar a una gama más amplia de problemas y lo conforman reglas empíricas generales y lineamientos procedimentales para el procesamiento de información y solución de problemas.

Existen heurísticos de uso específico y otros de uso general, dependiendo del problema que se desee solucionar. Por ejemplo: un procedimiento heurístico en el juego de ajedrez, consistiría en salvar la reina amenazada.

Cyert (1980), citado por Good y Brophy (1997), sugiere la siguiente heurística:

- Mantener en mente el panorama completo sin perder los detalles.
- Crear modelos para simplificar el problema usando palabras imágenes, símbolos o ecuaciones.
- Evitar comprometerse demasiado pronto con una sola hipótesis.
- Intentar cambiar la representación del problema si la presente no está funcionando.
- Usar la información generando cuestiones para planteárselas uno mismo.
- Estar dispuesto a cuestionar la credibilidad de sus premisas.
- Intentar trabajar hacia atrás a partir de las posibles soluciones.
- Seguir la pista de soluciones parciales que puedan llegar a combinarse al final.
- Usar analogías y metáforas.
- Hablar sobre el problema ( P .286).

El control de las diferentes acciones ejecutadas en la resolución de una tarea compleja, procede del modelo de procesamiento de la información. Este proceso de control implica la función de evaluación inteligente de las operaciones ejecutadas. Es decir, posee la capacidad de valorar las acciones a seguir y limitaciones con respecto a las demandas cognitivas de una tarea específica, la capacidad de evaluar y controlar el propio desempeño de esa tarea, y la capacidad de decidir si sigue adelante, se modifica la estrategia o se abandona. El conocimiento explícito de sus propias operaciones es necesario para cualquier sistema eficiente de resolución de problemas. Para ello es

esencialmente necesario ser consciente de su repertorio de su rutina heurística, planeando y organizando rutinas adecuadas para la resolución de problemas, monitoreando y supervisando la efectividad de las mismas, evaluando dinámicamente esas operaciones frente al éxito o fracaso.

### **Diferencias individuales**

Dentro de las diferencias individuales encontramos, como un aspecto importante, tener en cuenta diferentes variables a saber, la edad, el sexo, los estados motivacionales del individuo, así como el aspecto cultural ya que este es un factor determinante en la modulación de los procesos de pensamiento, moldeando así un sistema cognitivo.

En este sentido, constituye un interrogante muy importante el planteado por De Vega (1994), “Las categorías, esquemas y estrategias mentales son más numerosas y heterogéneas en un habitante de Madrid que en un indígena de Nueva Guinea. Pero ¿Supone diferencias substanciales en las capacidades de razonamiento y resolución de problemas?” (p.511), ya que de hecho existen invarianzas universales en el modo de pensar y razonar.

### **Fundamentación Teórica del Programa de Intervención**

La elaboración del programa apunta hacia la estimulación de procesos cognitivos, que contribuyan al desarrollo de estrategias, las cuales el estudiante debe adquirir, desarrollar e internalizar.

La adquisición, desarrollo y optimización de procesos cognitivos constituyen “los componentes que podrían ser considerados como átomos de los que se componen otras actividades más complejas” (Nickerson y Cols. p. 219).

Es importante tener en cuenta que el punto de partida no es exactamente el mismo para todos los individuos, esto significa que, a pesar de que el sujeto este dotado normalmente de una gran variedad de estrategias, existen en él lo que se podría denominar como “acentuaciones”, lo cual permite ejecutar unas tareas con mayor eficiencia que otras, así, sus desempeños serán mas óptimos en unas áreas que en otras. El desarrollo de estrategias esta determinado en gran manera por la experiencia previa del individuo en su relación con el medio, es así que un individuo con pocas experiencias de aprendizaje desarrollara estrategias deficientes.

Fleisman y Bartlett (1969), (citados por Klausmeier y Goodwin 1977), manifiestan como un atributo importante en el desarrollo de estrategias, que estas son producto del aprendizaje, necesitando de entrenamiento y práctica para su desarrollo.

Todos los individuos tienen la posibilidad de desarrollar sus potenciales a cualquier edad, a través del desarrollo y optimización de programas enfocados hacia la estimulación y desarrollo de habilidades. De acuerdo con Nickerson y Cols. (1990), “Las habilidades del pensamiento de alto nivel se pueden mejorar mediante entrenamiento y no hay ninguna prueba concluyente para suponer que esas habilidades surjan automáticamente como resultado del desarrollo o la maduración” (p 79).

Es importante tener en cuenta dentro de este proceso dinámico del desarrollo de estrategias, la posibilidad de la transferencia, en el sentido de que una habilidad no se desarrolla para el momento o para acciones particulares,

sino que debe desarrollarse como una respuesta aplicable a muchas situaciones.

El programa se orientó a incidir de manera directa en la estimulación de procesos cognitivos, que optimicen los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “torre de Hanoi”, enfatizando en el mejoramiento de los procesos cognitivos, que constituyen la base en el procesamiento de la información. A través de él, se permite al estudiante acceder a métodos y procedimientos que generan y desarrollan nuevas herramientas cognitivas, necesarias para la planificación adecuada en la resolución de problemas de transformación.

El potencial a desarrollar está presente en todos los individuos, a la espera de situaciones y experiencias que lo orientan hacia su fortalecimiento. En este sentido, los procesos cognitivos inherentes a la solución de problemas constituyen el punto de partida y la optimización de los niveles de ejecución en la resolución de problemas de transformación, la meta del programa.

De Torres y Cols. (1999), respecto al desarrollo de habilidades afirman: “Las habilidades perceptivo - motoras y cognitivas no se diferencian en ningún aspecto central sino en una cuestión de grado. Todas las habilidades se organizan a múltiples niveles dentro de una estructuración jerárquica”. (p. 154). Se encuentra aquí una diferenciación entre las habilidades, encontrándose dentro de los primeros niveles básicos de la jerarquía, las denominadas perceptivo –motoras o ejecutorias; y en los niveles superiores de la estructura jerárquica predominan aquellas de funcionamiento estratégico y decisorio, que contribuyen en los procesos de resolución de problemas.

¿Cómo se desarrolla la capacidad de pensar?.

Esta constituye una interrogante muy interesante, pero desde luego se debe dar la relevancia necesaria a los aspectos de la madurez biológica ya que el nivel de desarrollo del individuo le permitirá desarrollar ciertos patrones de conducta hasta lograr una ejecución cada vez de mayor eficiencia. Es así, como se puede diferenciar entre la conducta de un recién nacido el cual simplemente ejecuta unas cuantas conductas primitivas y la conducta de un adulto quien en actividades aun de tipo rutinario ejecuta un repertorio conductual que involucra competencias de nivel complejo, demostrando en ocasiones ejecuciones originales, eficientes y eficaces en la resolución de problemas. Aquí se determina un aspecto importante de las competencias, pues se encuentra que la base para este cambio psicológico está conformado por la historia previa del individuo en interacción con el medio y su aprendizaje; en donde la competencia desarrollada se va agregando a otra para constituir un repertorio conductual amplio.

Ahora bien, como toda conducta integrada dentro del repertorio comportamental de un individuo puede o no efectuarse. Frente a esta situación, Bourne y Cols. (1986), manifiestan que, “el conocimiento y las habilidades están representadas simbólicamente en la memoria, para hacer notar que en cualquier ocasión una persona, incluso un niño, no ocupa todos sus conocimientos y habilidades, sin embargo, “los tiene”, están como una reserva, para recurrir a ellos cuando las circunstancias lo requieran” (p. 27).

La aparente espontaneidad en el uso que una persona hace de estrategias de aprendizaje es, en realidad, el resultado de una interacción

compleja que incluye el conocimiento que tiene de las estrategias y el conocimiento de las estrategias de coordinación de alto nivel.

### **Estrategia Metodológica**

En el desarrollo del programa se estableció como recurso esencial la propia acción del individuo; por ello se considera que la mejor forma de propiciar la incorporación e internalización de los procesos de resolución de problemas, es el trabajo en taller con metodología constructivista debido a que:

Al poseer un enfoque constructivista le permite accionar directamente con los objetos de conocimiento.

Fomenta que el estudiante adquiera compromiso con la tarea al ser participe en el establecimiento de sus metas, reconociendo las limitaciones de sus propias acciones.

Permite que el estudiante se responsabilice de su propio proceso de aprendizaje.

Permite ejercitar los procesos cognitivos

El impacto que generará el programa en el desarrollo de habilidades de pensamiento en la resolución de problemas es muy amplio, ya que esta forma de trabajo:

Reconoce el potencial del estudiante y sus fortalezas.

Permite el enriquecimiento de la metodología de trabajo, focalizando más hacia el desarrollo de estrategias.

Fomenta la transferencia de conocimiento a contextos diferentes a los del aprendizaje.

La estrategia utilizada se dirige hacia el enriquecimiento de los potenciales de manera dinámica, aprovechando las posibilidades de desarrollo de todos los estudiantes. El verdadero punto de partida es el conocimiento previo de los estudiantes, a partir del cual se desarrollan los procesos de construcción del conocimiento. Se brinda una forma de trabajo participativa.

## DISEÑO METODOLÓGICO

### Tipo de Diseño

La investigación efectuada es de tipo cuasi experimental, con grupos predeterminados. El grado 8-2 participó como Grupo Control y no recibió tratamiento; el grado 8-3 participó como Grupo Experimental y fue objeto de intervención, es decir, se le aplicó el programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación.

Una vez analizados los resultados y determinada la efectividad del programa de entrenamiento, el Grupo Control fue objeto de intervención, dando cumplimiento a la norma ética de la investigación.

#### Modelo del diseño

$$\begin{array}{cccc}
 \text{Mr} = & \text{Yb} & \text{X} & \text{Ya} & \text{GE} \\
 \hline
 & \text{Yb} & \text{-X} & \text{Ya} & \text{GC}
 \end{array}$$

En donde:

Yb = Primera evaluación (pre-prueba), antes de la manipulación de X.

Ya = Segunda medición (Post-prueba)

X = manipulación de la variable independiente por medio de la aplicación del programa de entrenamiento en la solución de problemas

-X = La variable independiente no es manipulada.

GE= Grupo experimental.

GC= Grupo control.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está constituida por los estudiantes de octavo grado del Colegio Nacional “José Artemio Mendoza Carvajal” de la ciudad de San Juan de Pasto, ubicado en el barrio Corazón de Jesús. El marco de antecedentes de la institución se puede revisar en el Anexo C.

El trabajo se realizó con grupos predeterminados, estableciéndose al azar la participación del grado 8-3 como grupo experimental y el grado 8-2 como grupo control.

Las características de los sujetos participantes en la investigación, tanto del grupo experimental como del grupo control se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1**

### Características de la Población

	Grupo	G. experimental		G. control		Total
	Genero	M	F	M	F	
EDAD	12 – 14	17	5	6	16	44
	15 –17	2		3		5
	18 o más		1			1
	<b>Total</b>	19	6	9	16	50

Los estudiantes pertenecen a la comuna 8 (barrios Corazón de Jesús, la Esperanza, Cementerio, Pedagógico, Nueva Aranda y San Albano), cuyo estrato social es uno<sup>1</sup>.

1. PEI Institucional. Colegio Nacional “José Artemio Mendoza Carvajal”

## **VARIABLES**

### **Variable Independiente**

Programa de entrenamiento.

### **Variable dependiente**

Los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, determinados por medio del tiempo de ejecución y el número de movimientos.

### **Operacionalización de las Variables**

**V.I.** El programa de entrenamiento (Sistema de intervención o entrenamiento en solución de problemas de transformación).

Duración: Ocho horas.

**V.D.** Los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”.

Debido a que en las investigaciones revisadas no se encontraron estudios de estandarización de la “Torre de Hanoi”, se determinó la necesidad de aplicar una prueba piloto. La población objeto de la prueba, presenta características similares a la población final, considerando variables como la edad, coeficiente intelectual, grado de escolaridad y el estrato social.

La prueba piloto se aplicó en el Colegio Pedagógico de la ciudad de San Juan de Pasto, en donde se eligieron al azar 35 sujetos de los grados octavo, 18 de género masculino y 17 de género femenino, sus edades están comprendidas entre los 13 y 16 años. Los datos brutos, utilizados en la estandarización y establecimiento del nivel de confiabilidad – estabilidad, mediante el procedimiento de repetición de la misma prueba: test – retest, se presentan en el anexo **D**.

Los criterios de evaluación presentados a continuación, se establecieron mediante la normalización de los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba. La justificación y el proceso de construcción de la prueba se pueden revisar en el anexo E.

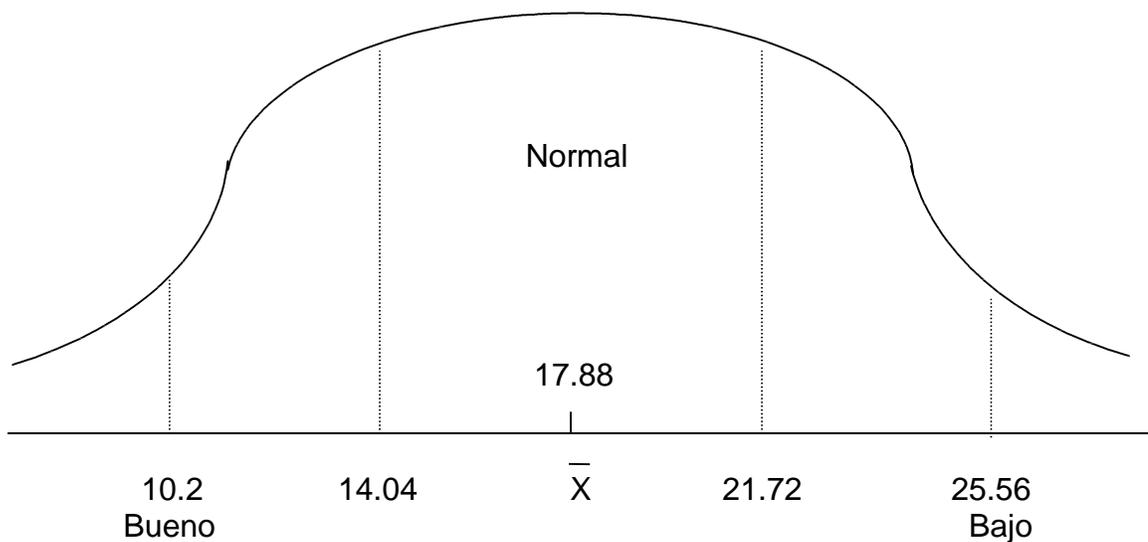
En la Tabla 2 se presentan los datos utilizados en la estandarización de los niveles de ejecución, tanto para el tiempo de ejecución como para el número de movimientos.

**Tabla 2**

**Datos de estandarización de la “Torre de Hanoi”**

	Tiempo de Ejecución	N. de movimientos
<b>SUMA</b>	625.73	2537
<b>PROMEDIO</b>	17.88	72.49
<b>VARIANZA</b>	14.71	125.55
<b>Desv. ESTANDAR</b>	3.84	11.2

**Normalización de la Prueba, para el Tiempo de Ejecución en la  
“Torre de Hanoi”**



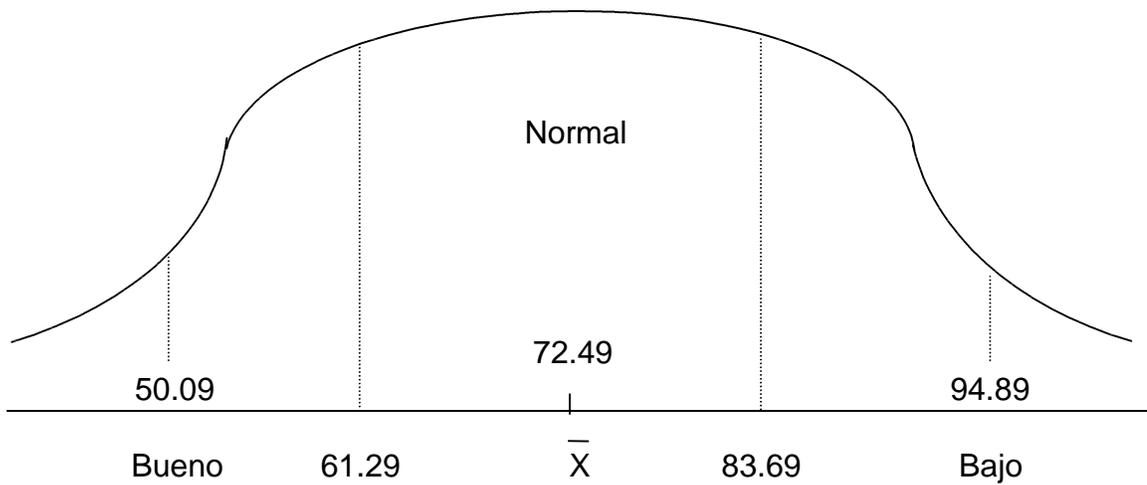
Clasificación del nivel de ejecución, según el tiempo de ejecución:

Menor o igual a 14.04: Buen nivel de ejecución. **BUENO.**

Entre 14.05 – 21.72: Nivel de ejecución normal. **NORMAL.**

Superior o igual a 21.73: Bajo nivel de ejecución. **BAJO.**

**Normalización de la Prueba, para el Numero de Movimientos en la  
“Torre de Hanoi”**



Clasificación del nivel de ejecución, según el número de movimientos:

Menor o igual a 61: Buen nivel de ejecución. **BUENO.**

Entre 62 – 83: Nivel de ejecución normal. **NORMAL.**

Superior o igual a 84: Bajo nivel de ejecución. **BAJO.**

## **Hipótesis**

### **Hipótesis de Trabajo**

Los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi” de los estudiantes sometidos al programa de entrenamiento, es significativamente inferior a los niveles de ejecución de los estudiantes a los que no se aplicó el programa.

### **Hipótesis Empíricas**

Los sujetos sometidos al programa de entrenamiento presentan un mejor nivel de ejecución en la resolución de la tarea “torre de Hanoi”, en relación a los estudiantes que no fueron sometidos al programa.

### **Hipótesis Estadísticas**

La prueba  $X^2$  demostrara que no existe diferencia significativa en la pre – prueba entre el grupo experimental y grupo control.

La prueba  $X^2$  demostrara que existe diferencia significativa en la post – prueba entre grupo experimental y grupo control.

La prueba  $X^2$  demostrara que no existe diferencia significativa entre la pre – prueba y la post – prueba del grupo control.

La prueba  $X^2$  demostrara que existe diferencia significativa entre la pre – prueba y la post – prueba del grupo experimental.

### **Hipótesis Nula**

Los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi” de los estudiantes sometidos al programa de entrenamiento, es igual a los niveles de ejecución de los estudiantes a los que no se aplicó el programa.

## RESULTADOS

Al aplicar la “Torre de Hanoi” como instrumento de evaluación a los grados 8-2 y 8-3 del Colegio Nacional “Jose Artemio Mendoza Carvajal”, los cuales participaron como grupo control y grupo experimental respectivamente, se tuvieron en cuenta como criterios para evaluar su desempeño, el tiempo de ejecución y el número de movimientos realizados en la solución de la tarea.

Los datos brutos obtenidos en la pre prueba y post prueba, del grupo control y grupo experimental se presentan en el anexo F.

En el análisis de datos, se tiene en cuenta las puntuaciones obtenidas por el grupo control y grupo experimental. Primero se realiza la comparación de los datos obtenidos en la pre prueba, posteriormente se comparan los datos de la post prueba y finalmente se establece una relación entre los datos de la pre prueba y la post prueba; teniendo presente en cada nivel de comparación el tiempo de ejecución y el número de movimientos como criterios de evaluación.

### Comparación de Datos en la Pre prueba

**Tabla 3**

#### **Niveles de Ejecución según el Tiempo, Teniendo en Cuenta el Grupo**

#### **Control y Grupo Experimental en la Pre Prueba**

Grupos	Grupo control		Grupo experimental	
	Nivel de ejecución			
Bueno	18	72%	14	56%
Normal	6	24%	10	40%
Bajo	1	4%	1	4%
Total	25	100%	25	100%

En la Tabla 3 se presentan las frecuencias encontradas y los porcentajes correspondientes de los niveles de ejecución según el tiempo, tanto del grupo experimental como del grupo control.

Al revisar la tabla se observa que los porcentajes más altos se ubican en un nivel de ejecución **BUENO**, encontrando un 72% para el grupo control y 56% para el grupo experimental, esto indica que sus tiempos de ejecución fueron inferiores a 14´ 04´´.

El 24% de la población del grupo control, se ubica en un nivel de ejecución **NORMAL**; puntaje que es inferior al presentado por el grupo experimental, en donde se ve que el 40% de la población se posesiona en este nivel, es decir que los tiempos empleados están comprendidos entre 14´ 05´´ y 21´72´´.

La población con un **BAJO** nivel de ejecución, o sea que su tiempo excede los 21´73´´, es mínima, encontrando que el 4% de la población del grupo experimental y el grupo control se encuentran en este nivel.

**Tabla 4**

**Niveles de Ejecución según el Número de Movimientos, Teniendo en cuenta el Grupo Control y el Grupo Experimental en la Pre prueba**

Grupos	Grupo control		Grupo experimental	
	Nivel de ejecución			
<b>Bueno</b>	6	24%	6	24%
<b>Normal</b>	13	52%	15	60%
<b>Bajo</b>	6	24%	4	16%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

La Tabla 4, muestra el nivel de ejecución de la población en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, teniendo en cuenta el número de movimientos realizados.

A diferencia del tiempo de ejecución, los datos en cuanto al número de movimientos son mas homogéneos, encontrando que tanto en el grupo control como en el grupo experimental, el 24% de la población se ubican en un nivel de ejecución **BUENO**, es decir que los movimientos realizados fueron 61 o menos. El 52% de la población del grupo control esta en un nivel de ejecución **NORMAL**, a diferencia del grupo experimental, en el cual se encuentra que el 60% de la población se ubica en este nivel. El 24% de la población del grupo control esta ubicada en un nivel de ejecución **BAJO**, a diferencia del 16% de la población del grupo experimental que se halla en este nivel, o sea que el número de movimientos realizados fue de 84 o más.

Al realizar la comparación de los datos mediante la aplicación de la chi cuadrada, se obtuvieron los siguientes resultados: Utilizando el  $gl = 2$ , se observa que se requiere un valor de 5.99 para una significancia con  $p .05$ .

Los valores obtenidos fueron: 1.5 para el tiempo de ejecución y 0.54 para el número de movimientos, lo cual indica que no existe diferencia en los datos obtenidos en la pre prueba del grupo experimental y del grupo control. De este modo se cumple con los objetivos número uno y número dos, aceptando además la hipótesis estadística número uno.

### **Comparación de Datos en la Post prueba**

**Tabla 5****Niveles de Ejecución según el Tiempo, Teniendo en Cuenta el Grupo****Control y Grupo Experimental en la Post prueba**

Grupos	Grupo control		Grupo experimental	
Nivel de ejecución				
<b>Bueno</b>	21	84%	25	100%
<b>Normal</b>	4	16%	0	0%
<b>Bajo</b>	0	0%	0	0%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

Los resultados presentados en la Tabla 5, corresponden a los datos obtenidos en la post prueba, relacionados con el criterio tiempo de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”.

En el grupo control el 84% de la población esta en un nivel de ejecución **BUENO**, y el 16% de la población restante se ubica en un nivel de ejecución **NORMAL**, es decir que los tiempos obtenidos fueron de 14’04’’ o mas.

El 100% de la población del grupo experimental se ubica en un nivel de ejecución **BUENO**, o sea que su tiempo de ejecución fue inferior a 14’04’’.

**Tabla 6****Niveles de Ejecución según el Número de Movimientos, Teniendo en****cuenta el Grupo Control y el Grupo Experimental en la Post prueba**

Grupos	Grupo control		Grupo experimental	
Nivel de ejecución				
<b>Bueno</b>	4	16%	24	96%
<b>Normal</b>	20	80%	1	4%
<b>Bajo</b>	1	4%	0	0%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

Los datos presentados en la Tabla 6, muestran el nivel de desempeño con relación al criterio, número de movimientos. Se encuentra que el 16% de la población del grupo control, presenta un nivel de ejecución **BUENO**, en el grupo experimental el 96% de la población se ubica en un Buen nivel de ejecución, lo que indica que el número de movimientos realizados fueron 61 o menos. El 80% de la población del grupo control presenta un nivel de ejecución **NORMAL**, y el 4% de la población restante del grupo experimental, se ubica en un nivel de ejecución **NORMAL**, lo cual indica que el número de movimientos realizados comprende entre 62 y 83 movimientos. El grupo control tiene el 4% de la población en un nivel de ejecución bajo, es decir que sus movimientos fueron 84 o mas, el grupo experimental no presenta porcentajes dentro de esta categoría.

Al realizar la comparación de los datos mediante la aplicación de la chi cuadrada, se obtuvieron los siguientes resultados: Utilizando el  $gl = 2$ , se observa que se requiere un valor de 5.99 para una significancia con  $p .05$ . Los valores obtenidos son: 4.34 para el tiempo de ejecución y 32.48 para el número de movimientos.

El valor obtenido para el tiempo de ejecución no revela significancia al nivel mostrado, sin embargo al revisar la tabla de valores críticos para la chi cuadrada, utilizando el  $gl = 2$ , se puede ver que el valor critico requerido para una significancia con  $p .20$ , es de 3.22. Como el valor obtenido es de 4.34, se considera la diferencia de los resultados a un nivel de significación con  $p .20$ . Sin embargo este nivel de significancia no permite realizar una generalización

de los resultados, ya que indica que existe el 20% de probabilidades de equivocarse, lo cual constituye un porcentaje muy elevado.

El valor obtenido para el número de movimientos supera el valor crítico de la tabla, mostrando diferencia significativa en los resultados.

De esta manera se da cumplimiento a los objetivos número cuatro y cinco; se acepta la hipótesis empírica en el sentido que mejora el número de movimientos en la ejecución; se acepta la hipótesis estadística número dos, igualmente en el sentido que disminuye el número de movimientos, pero no el tiempo de ejecución; se acepta la hipótesis de trabajo, ya que la variable número de movimientos presenta un nivel de significancia elevado, con un margen de error del 5%. En cuanto al tiempo de ejecución la hipótesis de trabajo no se acepta. La hipótesis nula se rechaza ya que el número de movimientos redujeron significativamente.

### **Comparación de Resultados entre Pre prueba y Post prueba del Grupo**

#### **Control**

#### **Tabla 7**

### **Niveles de Ejecución según el Tiempo, Teniendo en cuenta la Evaluación**

#### **Pre y Post del Grupo Control**

<b>Evaluación</b>	<b>Pre prueba</b>		<b>Post prueba</b>	
<b>Nivel de ejecución</b>				
<b>Bueno</b>	18	72%	21	84%
<b>Normal</b>	6	24%	4	16%
<b>Bajo</b>	1	4%	0	0%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

La Tabla 7 muestra la comparación de los resultados obtenidos en la evaluación pre intervención y post intervención del grupo control, se observa que en la evaluación previa el 72% de la población se ubica en un nivel de ejecución **BUENO**, porcentaje que se incrementa en la evaluación posterior, con el 84% de la población ubicada dentro de este nivel de ejecución. El 24% de la población presenta un nivel de ejecución **NORMAL** en la evaluación previa, en comparación con el 16% que se ubica dentro de este nivel de ejecución en la evaluación posterior. La población ubicada en el nivel de ejecución **BAJO** es de el 4% en la evaluación previa, porcentaje que se reduce al 0% en la evaluación posterior.

**Tabla 8**

**Niveles de Ejecución según el Número de Movimientos, Teniendo en cuenta la Evaluación Pre y Post del Grupo Control**

Evaluación	Pre prueba		Post prueba	
	Nivel de ejecución			
<b>Bueno</b>	6	24%	4	16%
<b>Normal</b>	13	52%	20	80%
<b>Bajo</b>	6	24%	1	4%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

Los resultados de la Tabla 8, presentan la comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación pre y post del grupo control teniendo en cuenta el número de movimientos. Se observa que el 24% de la población logra un nivel de ejecución **BUENO** en la evaluación previa, porcentaje que se reduce al 16% en la evaluación posterior. El 52% de la población presenta un

nivel de ejecución **NORMAL** en la primera evaluación, este porcentaje se incrementa en la segunda evaluación hasta el 80% de la población que se ubica dentro de este nivel. El 24% de la población se encuentra en un nivel de ejecución **BAJO** en la evaluación pre intervención, porcentaje que se reduce al 4% en la evaluación post intervención.

Al realizar la comparación de los datos mediante la aplicación de la chi cuadrada, se obtuvieron los siguientes resultados: Utilizando el  $gl = 2$ , se observa que se requiere un valor de 5.99 para una significancia con  $p .05$ . Los valores obtenidos son: 1.63 para el tiempo de ejecución y 5.44 para el número de movimientos. Los valores obtenidos, no superan el valor crítico de la tabla, lo cual indica que no existe diferencia en los resultados al nivel mostrado.

Los niveles de ejecución, se mantienen estables en las evaluaciones pre y post del grupo control, aceptando la hipótesis estadística número tres.

### **Comparación de Resultados entre Pre prueba y Post prueba del Grupo Experimental**

**Tabla 9**

#### **Niveles de Ejecución según el Tiempo, Teniendo en cuenta la Evaluación**

#### **Pre y Post del Grupo Experimental**

<b>Evaluación</b>	<b>Pre prueba</b>		<b>Post prueba</b>	
<b>Nivel de ejecución</b>				
<b>Bueno</b>	14	56%	25	100%
<b>Normal</b>	10	40%	0	0%
<b>Bajo</b>	1	4%	0	0%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

Los datos de la Tabla 9, muestran los niveles de ejecución del grupo experimental, en la evaluación pre y post. En la evaluación previa el 56% de la población presenta un nivel de ejecución **BUENO**, el 40% de la población presenta un nivel de ejecución **NORMAL** y el 4% se ubica en un nivel de ejecución **BAJO**.

En la evaluación posterior el 100% de la población se ubica en el nivel de ejecución **BUENO**, determinando la efectividad del programa de intervención. Logrando que la totalidad de la población reduzca su tiempo de ejecución.

**Tabla 10**

**Niveles de Ejecución según el Número de Movimientos, Teniendo en cuenta la Evaluación Pre y Post del Grupo Experimental**

Evaluación	Pre prueba		Post prueba	
	Nivel de ejecución			
<b>Bueno</b>	6	24%	24	96%
<b>Normal</b>	15	60%	1	4%
<b>Bajo</b>	4	16%	0	0%
<b>Total</b>	25	100%	25	100%

Comparando los resultados de la Tabla 10, que presenta los datos obtenidos en la evaluación pre y post del grupo experimental teniendo en cuenta el número de movimientos como criterio de evaluación, se observa que en la evaluación previa, el 24% de la población se encuentra en un nivel de ejecución **BUENO**, el 60% de la población presenta un nivel de ejecución **NORMAL** y el 16% un nivel de ejecución **BAJO**; determinando una importante

diferencia con los resultados de la evaluación posterior en donde el 96% se ubica en un Buen nivel de ejecución y el 4% en un nivel de ejecución normal.

Se puede aceptar la efectividad del programa de entrenamiento, ya que reduce la cantidad de movimientos necesarios para la solución de la torre de Hanoi. Únicamente el 4% de la población se encuentra en el nivel de ejecución **NORMAL**, el 96% de la población logro dar solución a la Torre de Hanoi, ejecutando 61 o menos movimientos.

Al comparar de los datos mediante la aplicación de la chi cuadrada, se obtuvieron los siguientes resultados: Utilizando el  $gl = 2$ , se observa que se requiere un valor de 5.99 para una significancia con  $p = .05$ . Los valores obtenidos son: 14.1 para el tiempo de ejecución y 27.04 para el número de movimientos. Los valores obtenidos, al superan el valor critico de la tabla, indican que existe diferencia en los resultados al nivel mostrado.

Al encontrar diferencia en las frecuencias observadas, se establece los niveles de ejecución, tanto el tiempo como el número de movimientos, mejoraron significativamente. De acuerdo con los resultados expuestos anteriormente, se da cumplimiento al objetivo número seis y se acepta la hipótesis estadística número cuatro.

## Discusión

El programa se orientó a las necesidades cognitivas del estudiante, aumentando simultáneamente la calidad y la eficiencia interna en la resolución de problemas de transformación.

El objetivo de la investigación era determinar el efecto del programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación sobre los niveles de ejecución en la “Torre de Hanoi”.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el programa incide sobre el número de movimientos realizados, ya que mediante la aplicación de la chi cuadrada se determinó su significancia con  $p .05$ , lo cual brinda el 95% de seguridad para poder generalizar los datos en esta población. En cuanto a el tiempo de ejecución se obtuvo un nivel de significancia con  $p .20$ , el cual no es aceptable para la generalización de los datos.

El programa demostró su efectividad reduciendo el número de movimientos en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, esto implica la puesta en acción de habilidades y estrategias cognitivas de nivel superior. La necesidad del despliegue y puesta en acción de estas habilidades, es sustentada por Ausubel y Cols. (1983) cuando afirma que la solución de un problema implica la reorganización de la representación cognoscitiva de la experiencia previa y de los componentes del problema, exigiendo la interacción constante de los procesos internos.

Los resultados no mostraron significancia sobre el tiempo de ejecución, y como esta variable constituye un indicador de la eficiencia de los procesos involucrados en la solución, se podría plantear de manera hipotética, que

debido a que el desarrollo de los procesos cognitivos por sus características, requieren de un lapso de tiempo más prolongado y práctica para lograr mayor eficiencia.

De Vega (1994) resalta el papel de los procesos internos en la solución de problemas, entendiendo como problema a toda tarea que exija procesos de razonamiento complejos. La “Torre de Hanoi”, debido a sus estructura, y los operadores que actúan en su solución, demanda la interacción constante y dinámica de diferentes procesos, dentro de la investigación se consideraron los siguientes: La contrastación de movimientos, en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, este proceso reduce el esfuerzo cognitivo, ya que permite recuperar información recogida en los movimientos realizados anteriormente y sus respuestas de contrastación frente a estos; la simultaneidad, que permite considerar varios movimientos alternativos a la vez, determinando las consecuencias de los mismos. La comprobación simultánea consiste en utilizar la información para deducir, en un mismo momento, qué movimientos se confirman como acertados y cuáles deben ser eliminados; y la reversibilidad que consiste en invertir las diferentes acciones ejecutadas.

El programa estimula cada proceso, logrando un despliegue que puede ir desde grados mínimos hasta grados cada vez más avanzados. Su evolución puede alcanzar diversos niveles en su tendencia hacia lo óptimo, la evidencia de su desarrollo es el logro de niveles de ejecución cada vez mejores, efecto que se alcanzó el programa de intervención sobre los niveles de ejecución y es respaldado con el análisis estadístico que muestra las diferencias encontradas en esta variable de ejecución, determinando un desempeño eficaz y

cuantitativamente diferente. Schoenfeld (1980), (citado por Nickerson y Cols. 1990), sostiene que la “calidad y el éxito” dependen en gran medida de la presencia de una conducta eficaz en el manejo de los problemas.

De acuerdo con los resultados se puede afirmar que las habilidades son educables, en el sentido de que es posible contribuir a su desarrollo de diversas maneras; teniendo en cuenta que: el conocimiento de los procesos a seguir, las técnicas para llevarlo a cabo y la comprensión del problema a resolver, concurren en el desarrollo de las habilidades. Este aspecto es apoyado por Crutchfield (1969), (citado por Nickerson y Cols. 1990), quien afirma que: “las habilidades del pensamiento de alto nivel se pueden mejorar mediante entrenamiento”

Se acepta la hipótesis de trabajo la cual manifiesta que los niveles, de ejecución del grupo experimental serán inferiores en la evaluación posterior, pero únicamente en el sentido que optimiza el desempeño en la variable número de movimientos que confirma la puesta en acción de los procesos involucrados, de esto se establece la posibilidad en el desarrollo de habilidades del pensamiento, mediante la práctica de procesos que el individuo logre adquirir, desarrollar e internalizar, lo cual es sustentado por Fleisman y Barlett (1969), citados por Klausmeier y Goodwin (1977), quienes manifiestan que un atributo importante en el desarrollo de estrategias del pensamiento, es que estas son producto del aprendizaje, por lo cual se necesita de entrenamiento y práctica para su desarrollo, aspectos que son integrados en el programa.

El proceso de solución en la “Torre de Hanoi” involucra la memoria a corto plazo, realizando la formulación de planes, manteniendo en mente cada

uno de los pasos y la secuencia adecuada, llevando a cabo el plan de acción, evaluando, revisando y corrigiendo. Monitoriza las conductas efectivas si es necesario inhibe y modula la conducta dependiendo de las circunstancias.

Es posible hablar de también de la transferencia de estas habilidades en el sentido de que una habilidad no se desarrolla para el momento, sino que se convierte en una cualidad, en una forma de respuesta aplicable a múltiples situaciones que comparten la misma naturaleza de allí que se hable de que las habilidades desarrolladas por un individuo configuran una forma peculiar de resolver problemas en áreas de actividad determinadas. Nickerson y Cols. (1990) respecto a este punto resaltan la representatividad de los problemas empleados para estudiar la solución de problemas en el laboratorio, la “Torre de Hanoi” constituye uno de estos, manifiestan: ““suponemos” que estos problemas tienen algunas propiedades en común con los que surgen fuera del laboratorio, y que los planteamientos que funcionan bien en un contexto es probable (el subrayado es mío) que sirvan también de algo en el otro”.

### **Recomendaciones**

Es importante el uso de estrategias dentro de la investigación, que permitan al investigador profundizar en el conocimiento de los procesos cognitivos implícitos en la resolución de la tarea “torre de Hanoi”. Estas estrategias podrían consistir, en una evaluación con autorregistros o el uso de verbalizaciones del individuo que contribuyan a determinar la razón de los movimientos realizados o las estrategias utilizadas en el proceso de resolución, como en el estudio realizado por Gagne y Smith (1962), los cuales son citados por Bourne y Cols. (1986), respecto del uso de verbalizaciones en la realización

de la tarea. Este aspecto es también sugerido por los jueces encargados de la validación de la prueba.

Otro aspecto sugerido es considerar la posibilidad de realizar un estudio posterior o seguimiento de los sujetos participantes en esta investigación, utilizando la “Torre de Hanoi”, como instrumento de evaluación, determinando los efectos a largo plazo del programa.

De igual forma se recomienda que investigaciones posteriores se enfoquen hacia el estudio de la transferencia del entrenamiento sobre otras categorías o clasificaciones del problema, como los problemas de inducción de estructuras o los problemas sociales, y porque no a la aplicación práctica en los problemas de la vida cotidiana.

Se considera como un aspecto relevante que el proyecto que inicia como una intervención que genera mejoras en el aula, pueda ampliarse de tal forma que se constituya en una visión institucional o en proyecto pedagógico enfocado hacia el desarrollo de habilidades cognitivas del estudiante.

Se sugiere además la realización de estudios sobre las influencias que podrían tener sobre la solución de problemas: el medio social, el medio familiar, y el pensamiento del estudiante, ya que los estudios se han restringido únicamente a los procesos del pensamiento (en algunos casos), ignorando las complejas conexiones que se dan entre las cogniciones manejadas por el estudiante (esquemas) y el proceso de resolución de problemas, como las diferentes creencias, las atribuciones.

Otra recomendación importante consiste en examinar los procesos del pensamiento referentes a la solución de problemas, desde una perspectiva

evolutiva, es decir la realización de un estudio longitudinal que inicie en los primeros años y avance preferiblemente hasta un segundo año de universidad.

### Referencias

Alejandre, S. (1997). La leyenda de la "Torre de Hanoi". (Online), Available: <http://w3.rialto.k12.ca.us/frisbie/mathair/hanoilegendspanish.html> (2002, Marzo 17).

Ausubel, D., Novak, J.; y Hanesian, H. (1983). Psicología educativa (2ª Ed.). Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

Bourne, L., Ekstrand, B. Y Dominowski, R. (1986). Psicología del pensamiento. México: Trillas.

Bransford, J. D., y Stein, B. S. (1993). Solución ideal de problemas (4ª Ed.) Guía para mejor pensar, aprender y crear. Barcelona: Labor, S.A.

Colegio Nacional José Artemio Mendoza Carvajal. PEI Institucional.

Casillas, M. A., (1995). El desarrollo de potenciales en la educación preescolar. Renclones, p. 17-21.

De Torres, J., Mejias, F. y Milán, E. (1999). Procesos psicológicos básicos. Madrid: McGraw Hill.

De Vega, M. (1994). Introducción a la psicología cognitiva. Madrid: Alianza. (Original publicado en 1984).

Gómez, L. (no date). El Aprendizaje Basado en Metas: Una teoría del aprendizaje para transformar la practica educativa (Online), Available: <http://www.quadernsdigitals.net/articles%5ceducar%5cnumero6%5caprendizaje.htm> (2002, marzo 20).

Good, T. y Brophy, J. (1995). Psicología educativa contemporanea. México: Mc Graw Hill.

"La inteligencia y la percepción". (Anónimo).

Klausmeier, H. y Goodwin, W. (1977). Psicología educativa: Habilidades humanas y aprendizaje. México: Harla S.A.

Leahey, T. y Harris R. (1998). Aprendizaje y cognición. (4° Ed.). Madrid: Prentice Hall.

MEJIA, M. (1996). Resolución número 2343 de junio 5 de 1996. Santafé de Bogota: Ministerio de Educación Nacional.

Nickerson, R., Perkins, D. Y Smith, E. (1990). Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual. Barcelona: Paidós.

Olivares, A. (No date). Con applet de java. (Online), Available: <http://dns.uls.cl/ej/java-2002/jdk-public/praxis/alumnos/A-olivares/torres.html> (2002, agosto 14).

Piaget, J. (1994). Seis estudios de psicología. Medellín: Drake.

Puente, A., Poggioli, L., y Navarro, A: (1995). Psicología cognoscitiva: Desarrollo y perspectivas. Caracas: McGraw-Hill.

Rueda, C. (No date). Una solución óptima para las "Torres de Hanoi". (Online), Available: <http://yupana.autonoma.edu.co/publicaciones/yupana/003/hanoi/hanoi.html> (2002, Junio 17).

Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, P. (1991). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

# ANEXOS

## **Anexo A**

En este anexo se incluyen los formatos de validación por jueces, con las respectivas puntuaciones asignadas.

Yo, **LUIS FERNANDO MELO**, estudiante de psicología, de la Universidad de Nariño, C.E. 94102168. Presento ante usted el siguiente trabajo con el objetivo de realizar una **validación por jueces** de la prueba "Torre de Hanoi", la cual será utilizada como instrumento de evaluación del trabajo de investigación titulado: **"Efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea "Torre de Hanoi"**, del cual soy responsable.

Ante esto solicito a usted su valiosa colaboración en este proceso, realizando la revisión, que conlleve hacia observaciones pertinentes.

Una vez realizada la revisión de los diferentes aspectos de la prueba solicito de la manera mas comedida, realizar una valoración cuantitativa, en una escala de 1 a 100, en el espacio asignado. Anexando posteriormente su nombre, cargo y observaciones respecto a la prueba, en los espacios determinados para tal fin.

Por su colaboración anticipo mis agradecimientos.

Valor asignado: (1 - 100) 90.

Observaciones: considero que la ejecución de los  
diversos movimientos en la Torre de Hanoi,  
contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas  
que pueden contribuir en la solución de problemas  
de transformación. El instrumento es pertinente  
con lo propuesto.

Margarita Claves C.

Nombre

Cargo: coordinadora SINAPSIS

Yo, **LUIS FERNANDO MELO**, estudiante de psicología, de la Universidad de Nariño, C.E. 94102168. Presento ante usted el siguiente trabajo con el objetivo de realizar una **validación por jueces** de la prueba "Torre de Hanoi", la cual será utilizada como instrumento de evaluación del trabajo de investigación titulado: **"Efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea "Torre de Hanoi"**, del cual soy responsable.

Ante esto solicito a usted su valiosa colaboración en este proceso, realizando la revisión, que conlleve hacia observaciones pertinentes.

Una vez realizada la revisión de los diferentes aspectos de la prueba solicito de la manera mas comedida, realizar una valoración cuantitativa, en una escala de 1 a 100, en el espacio asignado. Anexando posteriormente su nombre, cargo y observaciones respecto a la prueba, en los espacios determinados para tal fin.

Por su colaboración anticipo mis agradecimientos.

Valor asignado: (1 - 100) 90.

Observaciones: Se recomienda para futuras investigaciones el uso de las verbalizaciones del sujeto para mejor comprensión de los procesos implícitos.

Natalia Arces Delgado.

Nombre

Cargo: psicóloga.

Yo, **LUIS FERNANDO MELO**, estudiante de psicología, de la Universidad de Nariño, C.E. 94102168. Presento ante usted el siguiente trabajo con el objetivo de realizar una **validación por jueces** de la prueba "Torre de Hanoi", la cual será utilizada como instrumento de evaluación del trabajo de investigación titulado: **"Efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea "Torre de Hanoi"**, del cual soy responsable.

Ante esto solicito a usted su valiosa colaboración en este proceso, realizando la revisión, que conlleve hacia observaciones pertinentes.

Una vez realizada la revisión de los diferentes aspectos de la prueba solicito de la manera mas comedida, realizar una valoración cuantitativa, en una escala de 1 a 100, en el espacio asignado. Anexando posteriormente su nombre, cargo y observaciones respecto a la prueba, en los espacios determinados para tal fin.

Por su colaboración anticipo mis agradecimientos.

Valor asignado: (1 - 100) 90%

Observaciones: Determinar una estandarización con altos niveles de confiabilidad y validez en el caso de esta prueba es riesgosa no solo por el número de sujetos comprometidos <sup>en investigación que son pocos</sup> sino por la naturaleza del problema "torre de Hanoi" que posiblemente está muy limitada para las variables que se pretenden evaluar, por ello para evaluar procesos cognitivos la hoja de registro debería complementarse con las verbalizaciones de cada sujeto en el momento de la ejecución para posteriores investigaciones.

Nombre: [Firma]  
Cargo: Psicólogo

Yo, **LUIS FERNANDO MELO**, estudiante de psicología, de la Universidad de Nariño, C.E. 94102168. Presento ante usted el siguiente trabajo con el objetivo de realizar una **validación por jueces** de la prueba "Torre de Hanoi", la cual será utilizada como instrumento de evaluación del trabajo de investigación titulado: **"Efecto de un programa de entrenamiento en la solución de problemas de transformación, sobre los niveles de ejecución en la resolución de la tarea "Torre de Hanoi"**, del cual soy responsable.

Ante esto solicito a usted su valiosa colaboración en este proceso, realizando la revisión, que conlleve hacia observaciones pertinentes.

Una vez realizada la revisión de los diferentes aspectos de la prueba solicito de la manera mas comedida, realizar una valoración cuantitativa, en una escala de 1 a 100, en el espacio asignado. Anexando posteriormente su nombre, cargo y observaciones respecto a la prueba, en los espacios determinados para tal fin.

Por su colaboración anticipo mis agradecimientos.

Valor asignado: (1 - 100) 90.0

Observaciones: SERIA MUY INTERESANTE ANALIZAR  
LAS VERBALIZACIONES QUE HACEN LOS  
PARTICIPANTES, PARA UNA INVESTIGACION  
DE TIPO CUALITATIVO

MARCIO AYALA BASTIDAS

Nombre PSICOLO TI 30143 MS

Cargo: PSICOLOGO B. UNIVERSITARIO  
I. U. CESMIG

## Anexo B

### Actividades del Programa de Intervención

#### Sesión Previa a la intervención

##### Tema

Sensibilización y motivación de los estudiantes para su participación.

##### Objetivo

Establecimiento del rapport y motivación de los estudiantes.

##### Metodología

Taller

##### Actividades

Dinámica: "Me gusta".

Desarrollo:

- Sentados en circulo, cada uno dice en voz alta su nombre.
- Muestran con gestos, por turno, lo que a cada uno le gusta mas en su vida.
- El resto del grupo trata de interpretarlo, diciendo lo que entiende.
- Se puede hacer preguntas a quien se está presentando (las preguntas, también se hacen con gestos).
- Se pueden utilizar otras variantes como: "lo que menos me gusta", "lo que más deseo", "lo que pretendo de mí mismo" (si damos el nombre del juego, al cambiar la consigna, cambiamos el nombre).

**Reflexión.** El objetivo de este juego es darnos a conocer.

**Introducción.** En esta fase el entrenador comunica los puntos y objetivos inductivos del programa, con el fin de estimular la motivación de los

participantes al buscar despertar su interés por el conocimiento de los diferentes temas desarrollados.

Una vez cumplida la fase de introducción, el entrenador proporciona la información medular del programa: explicando ordenadamente el contenido, proporcionando ejemplos lo suficientemente claros para la mejor comprensión y estimulando a los participantes para que planteen sus dudas o realicen comentarios en relación con el contenido.

Es indispensable que el entrenador, utilice un lenguaje claro, preciso y de acuerdo con el nivel del grupo.

Recomendaciones: Se deben explicar los términos técnicos en forma adecuada, seleccionando la cantidad de información y los ejemplos a exponer, evitando además que la comunicación se de en un solo sentido.

### **Intervención Uno**

#### **Tema**

Exploro mis sentidos I.

#### **Metodología**

Taller.

#### **Actividades**

Ejercicio 1

De observar a describir.

Instrucción: Observe lo mejor que pueda el dibujo y escriba en frases muy cortas lo que observa. Escriba todo lo que pueda.

Figura 1

Observación 1

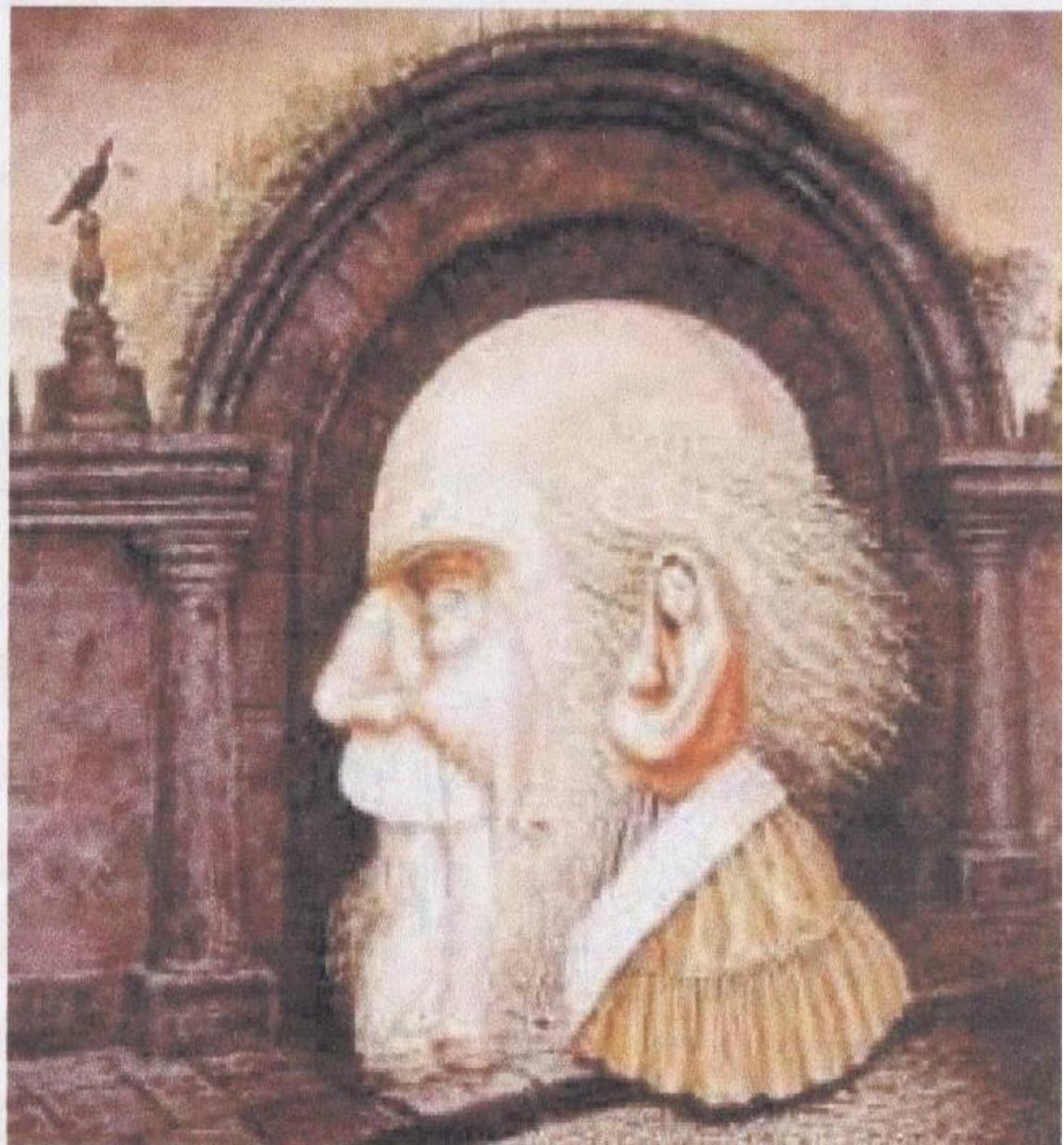
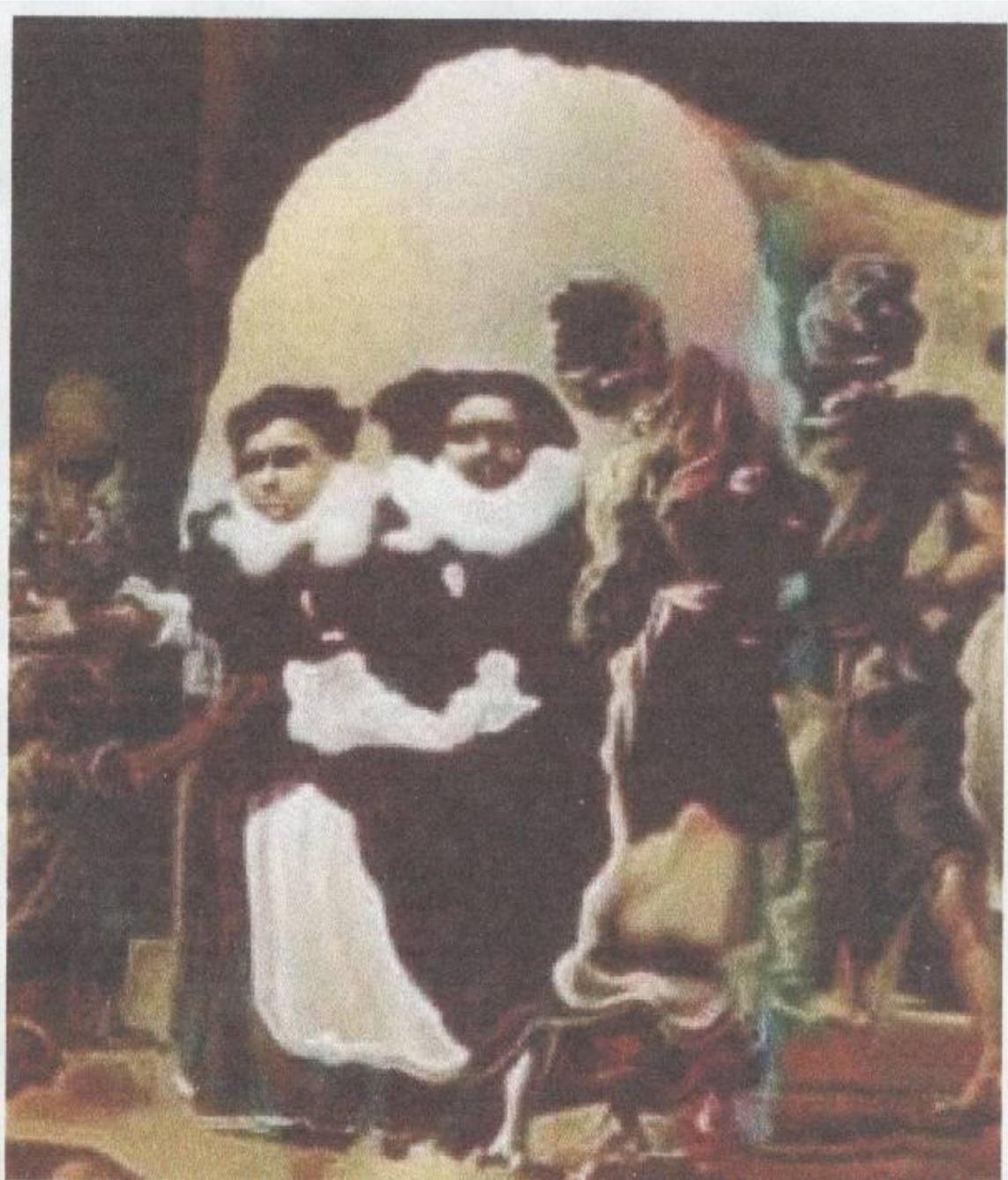


Figura alternativa:

Figura 2



Entrega de material bibliográfico.

**La observación.** La observación es una actividad que debe ejercitarse al máximo, todo cuanto nos rodea puede ser objeto de observación. Sin embargo existen muchas personas que pasarían por un bosque y aunque les guste mucho ese ambiente, no se percatarían de la igualdad o diversidad de la naturaleza, las diferentes relaciones que se establecen dentro de ese sistema, pasan de largo como cualquier persona que no ha ejercitado su capacidad de observación.

Todos los seres humanos observamos y para desarrollar esa capacidad debemos ejercitarla suficientemente.

Que debemos tener en cuenta para realizar una observación:

**Cuando observamos siempre debemos tener un propósito.** Así es que podemos ir al bosque a identificar su forma o para buscar un sitio seguro donde acampar, no son dos bosques distintos, ni una observación más verdadera que otra, simplemente son diferentes debido al propósito desde el que se originaron.

**La observación debe ir paso a paso.** Lo cual debe ser incorporado como un hábito para que se realice de manera espontánea. No confundamos el observar con el ver o mirar, ya que el observar puede involucrar todos nuestros sentidos.

**La observación constituye una identificación de las características de un objeto o de una situación.**

La identificación de esas características puede realizarse de forma **verbal o escrita.**

El entrenador pide comentarios del material, brinda retroalimentación e información complementaria acerca del texto.

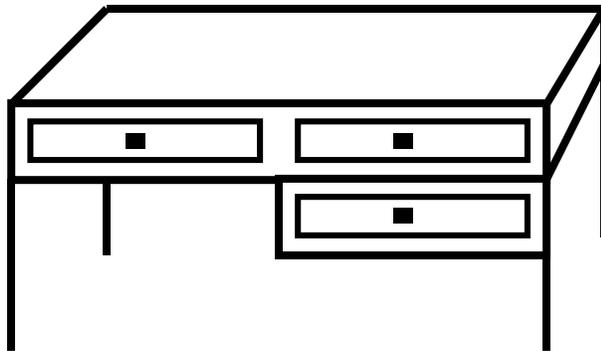
### Ejercicio 2

Vayamos de la palabra a la acción.

Identificar las características del escritorio con el propósito de comprarlo.

El entrenador dibuja un escritorio en la pizarra.

### Observación 2



Al finalizar el ejercicio el entrenador brinda la retroalimentación necesaria y ejemplos de características directas, características inferidas y suposiciones improbables que no caractericen al escritorio.

Enumeración de características directas:

- Es de madera.
- Tiene tres cajones.
- Tiene cuatro patas.
- Es rectangular

Característica inferida:

- Sirve para guardar documentos y apoyarse.

Suposición improbable:

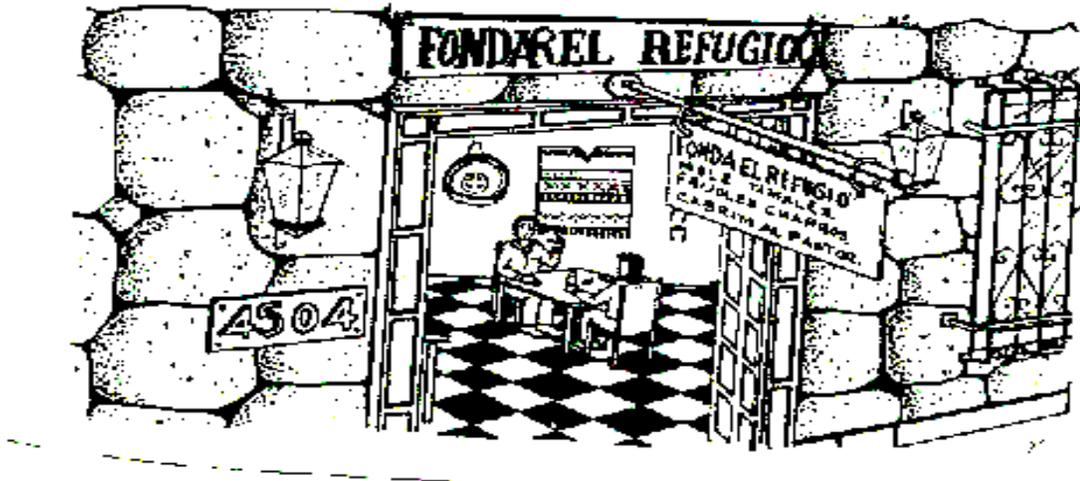
- Carlos comprara el escritorio.

Ejercicio 3

Fonda el refugio.

Figura 3

Observación 3



Clasificar de directas o indirectas las siguientes características marcando en la columna correspondiente.

CARACTERISTICAS	DIRECTA	INDIRECTA
Queda en la 45 – 05	_____	_____
Hay dos personas	_____	_____
En el restaurante sirven tamales	_____	_____
Hay dos faroles en la entrada	_____	_____
Las dos personas están hablando	_____	_____
El restaurante es Mexicano	_____	_____
El piso es de baldosa	_____	_____

Al finalizar se escoge con los estudiantes una canción para escuchar en la próxima sesión.

Se asigna una tarea para casa: realizar una descripción del colegio.

### **Intervención Dos**

#### **Tema**

Exploro mis sentidos II.

#### **Metodología**

Taller.

#### **Actividades**

El entrenador realiza su intervención, enfatizando sobre los puntos relevantes para los estudiantes, tratados en la sesión anterior.

Posteriormente se realizan las siguientes actividades:

##### Ejercicio 1

Se escucha la canción seleccionada por los estudiantes en la sesión anterior y se da la siguiente instrucción: “Escuchen con atención, nombre los instrumentos y enumere la cantidad de personas que participan en la canción”.

Posteriormente se socializan los resultados.

##### Ejercicio 2

Se divide el grupo en sub - grupos de cuatro personas.

A un voluntario del grupo se le venda los ojos y se le entregan dos comestibles diferentes.

El estudiante debe identificar el elemento y realizar una descripción del mismo.

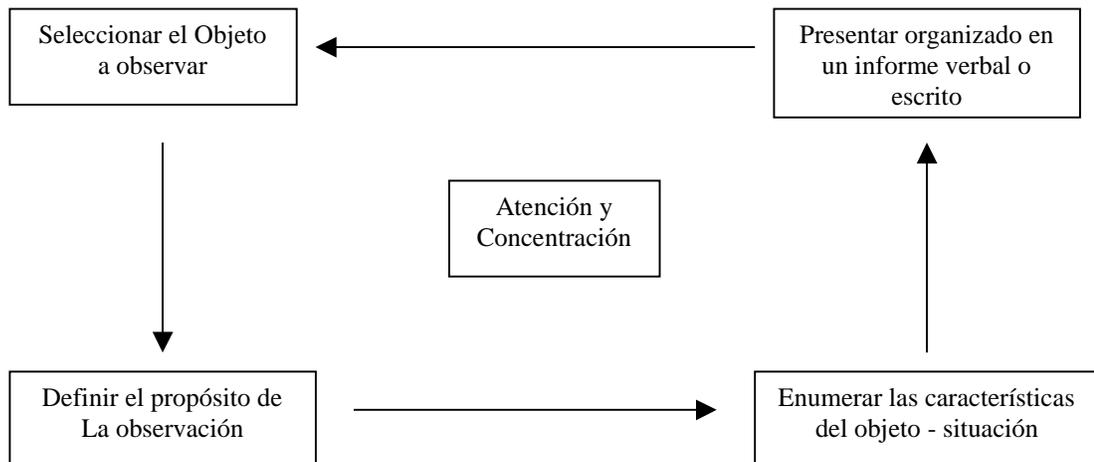
Esta practica será realizada por cada uno de los estudiantes, con diferentes objetos elegidos por sus compañeros de grupo.

Al finalizar el ejercicio (cada miembro del grupo), el entrenador pide comentarios y realiza la retroalimentación.

### Ejercicio 3

Se retoma el dibujo de la observación 1 y se determina un propósito de observación.

Se aplica el circulo de la observación.



El entrenador debe enfatizar sobre los cinco principios de la observación, recalcando que **siempre** están presentes en ella.

Principios de la observación:

1. Principio sobre el propósito.
2. Principio sobre el procedimiento.
3. Principio sobre el sentido.
4. Principio sobre las características.
5. Principio sobre la comunicabilidad.

Los estudiantes deben identificar las diferencias existentes entre la primera observación y la última.

#### Ejercicio 4

Se forman grupos de cuatro estudiantes.

Conjuntamente deben realizar un mapa del colegio señalando cada sitio con su nombre, teniendo en cuenta: Los límites del área geográfica y las diferentes vías de acceso.

Al finalizar, se intercambian los resultados.

### **Intervención Tres**

#### **Tema**

Estimulando mi imaginación I.

#### **Metodología**

Taller

#### **Actividades**

##### Ejercicio 1

Se solicita a los estudiantes hacer silencio y cerrar los ojos. Luego deben imaginar una manzana, una vez logrado el objetivo levantar la mano.

##### Ejercicio 2

Ahora deben visualizar un avión estático sobre un fondo azul. Una vez logrado el objetivo levantar la mano.

##### Ejercicio 3

Con los ojos cerrados, visualizar un avión en movimiento e imaginar el sonido que produce. Una vez logrado el objetivo levantar la mano.

#### Ejercicio 4

Con los ojos cerrados visualice a uno de sus compañeros dialogando con usted. Una vez logrado el objetivo levantar la mano.

Estos ejercicios se realizan con el fin de determinar si existe alguna dificultad de uno o más estudiantes en el proceso de visualización. Si se encuentran obstáculos el entrenador realizará más ejercicios de características similares hasta superar la dificultad. De este modo, se evitarán contratiempos en la realización de ejercicios posteriores.

#### Ejercicio 5

Instrucción: “Tomar una posición cómoda y cerrar los ojos suavemente, respirar a un ritmo de su respiración y del aire entrando y saliendo. Bien, ahora visualice que va a una hermosa playa de blanca arena, la brisa agradable, un sol cálido le baña con suavidad, proporcionándole nueva energía, sienta que la suave arena acaricia sus pies, sienta el tibio contacto del agua en sus pies, cuando las olas suavemente por la arena blanca arena, siéntase tranquilo y sereno. El estudiante debe permanecer así durante varios segundos. Posteriormente el entrenador dice: “ahora contaré de forma regresiva del seis al uno y al llegar a uno abrirá los ojos lentamente y se sentirá tranquilo y relajado... seis, cinco, cuatro, tres, dos, uno.

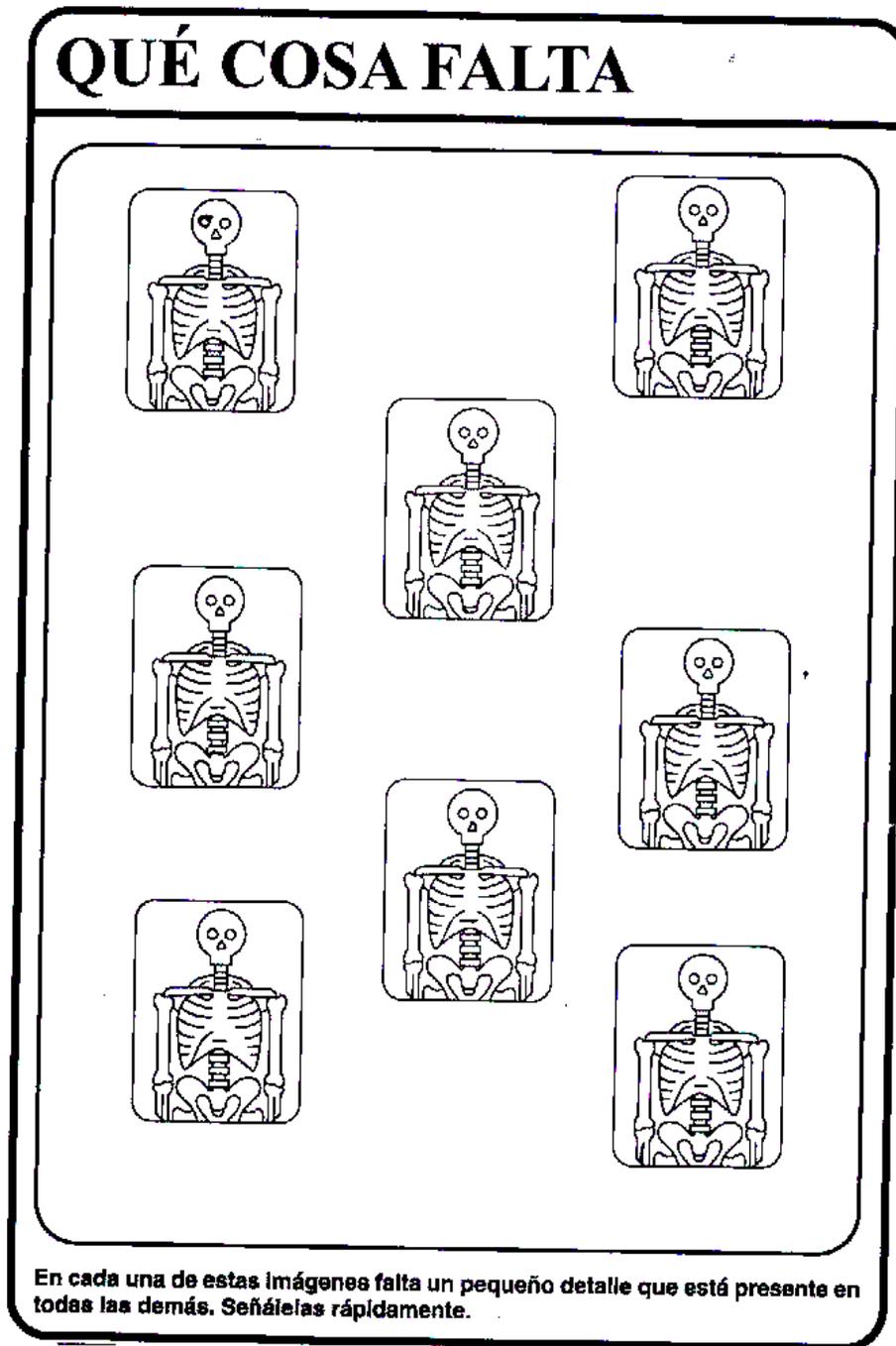
Al finalizar el ejercicio se brinda retroalimentación y se solicitan comentarios acerca del ejercicio.

#### Ejercicio 6

Retención de imágenes.

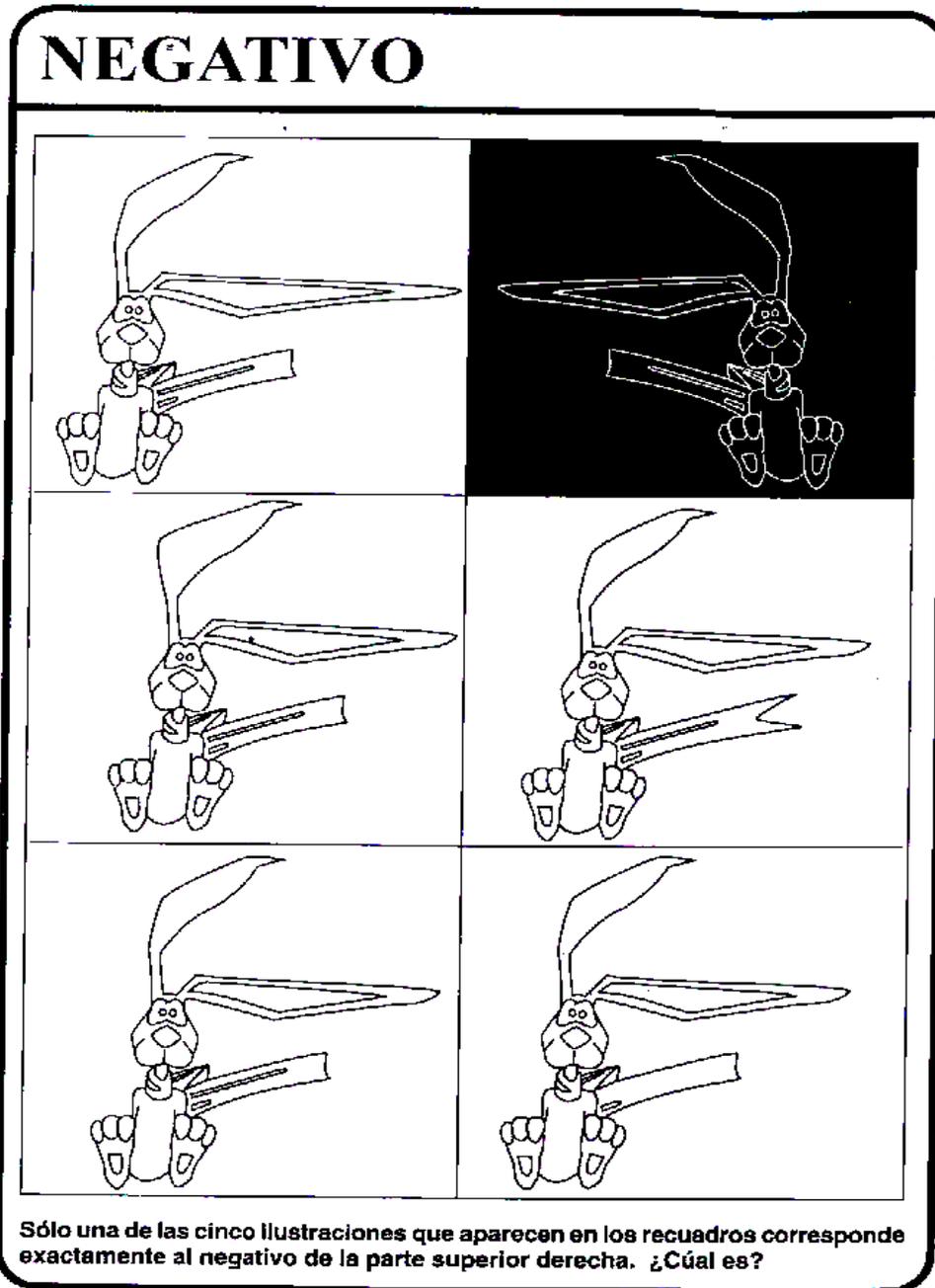
En cada una de las siguientes imágenes falta un pequeño detalle que está presente en todas las demás. Señálelas en el menor tiempo posible.

Figura 4



Solo una de las cinco ilustraciones que aparecen en los recuadros corresponde exactamente al negativo de la parte superior derecha. ¿Cuál es?

Figura 5

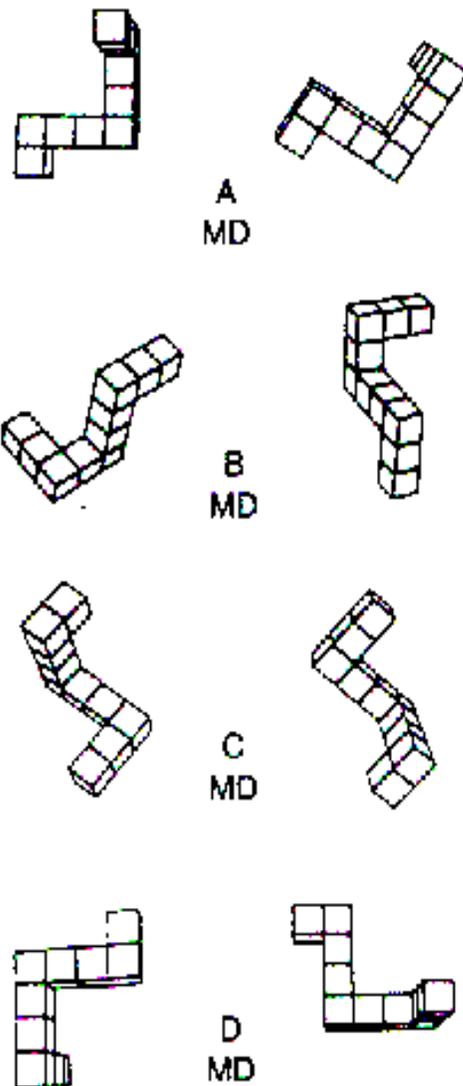


Ejercicio 7

Rotación de imágenes.

A continuación se presenta una serie de figuras formadas a partir de cubos, usted debe decidir si los dos objetos del par son idénticos o no. Además debe identificar cual de los pares no corresponde a la figura A.

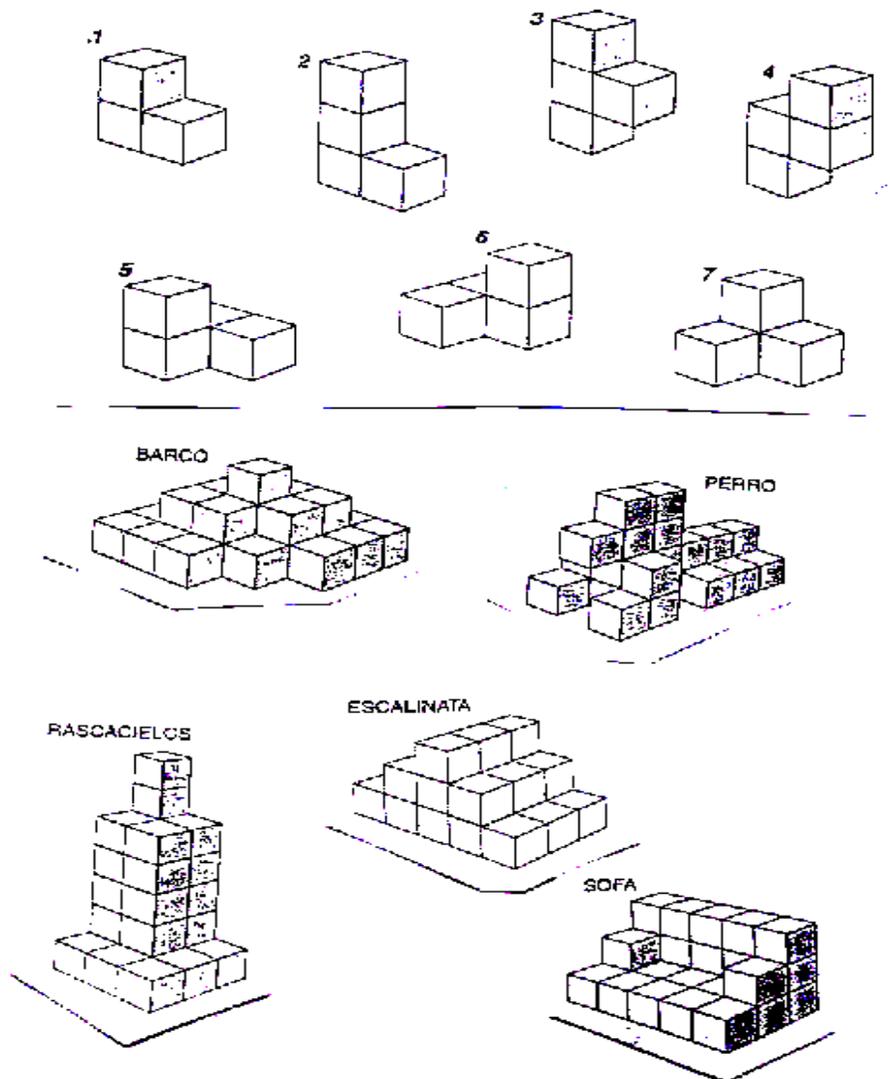
Figura 6



Ejercicio 8

Las siete piezas que se presentan a continuación pueden ensamblarse para formar con ellas, las estructuras presentadas mas abajo, salvo una. Usted debe señalar cual de las figuras presentadas es imposible de construir con esas piezas.

Figura 7



**Intervención Cuatro**

**Tema**

Estimulando mi imaginación II.

**Metodología**

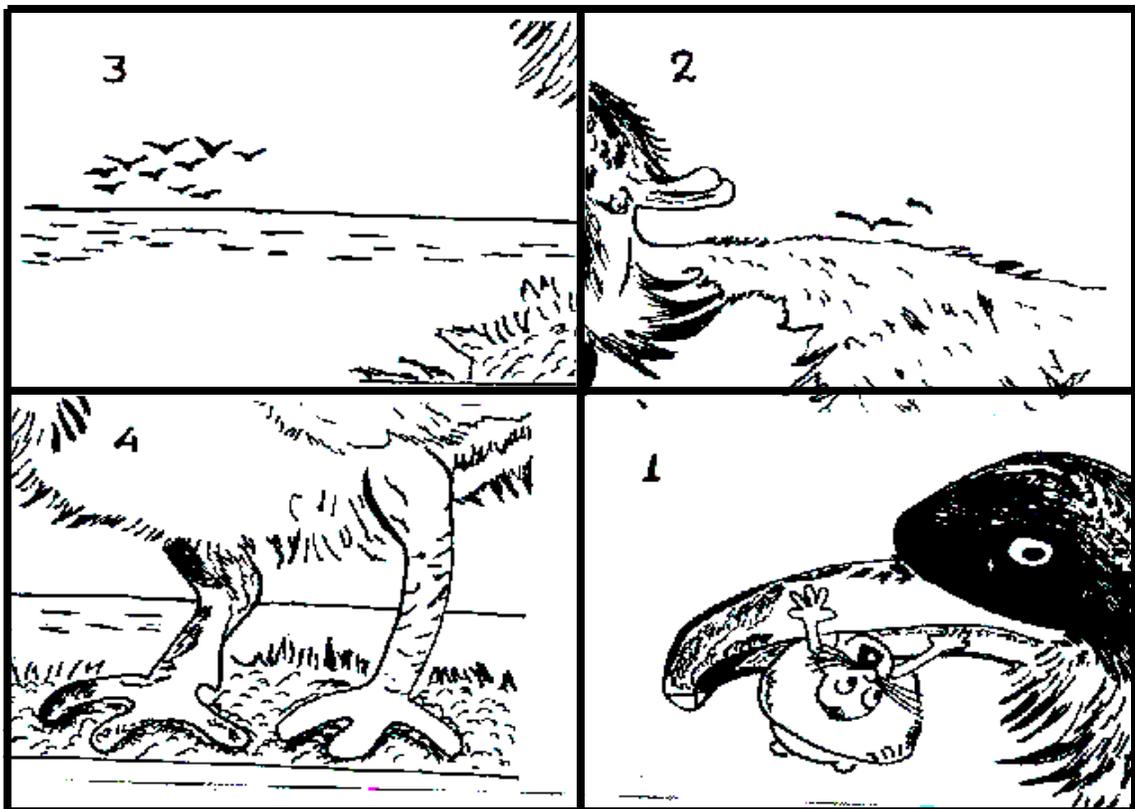
Taller

**Actividades**

Ejercicio 1

Organice mentalmente los trazos contenidos en cada cuadro, de acuerdo con su numeración y descubra el dibujo. Descríbalo (4 elementos).

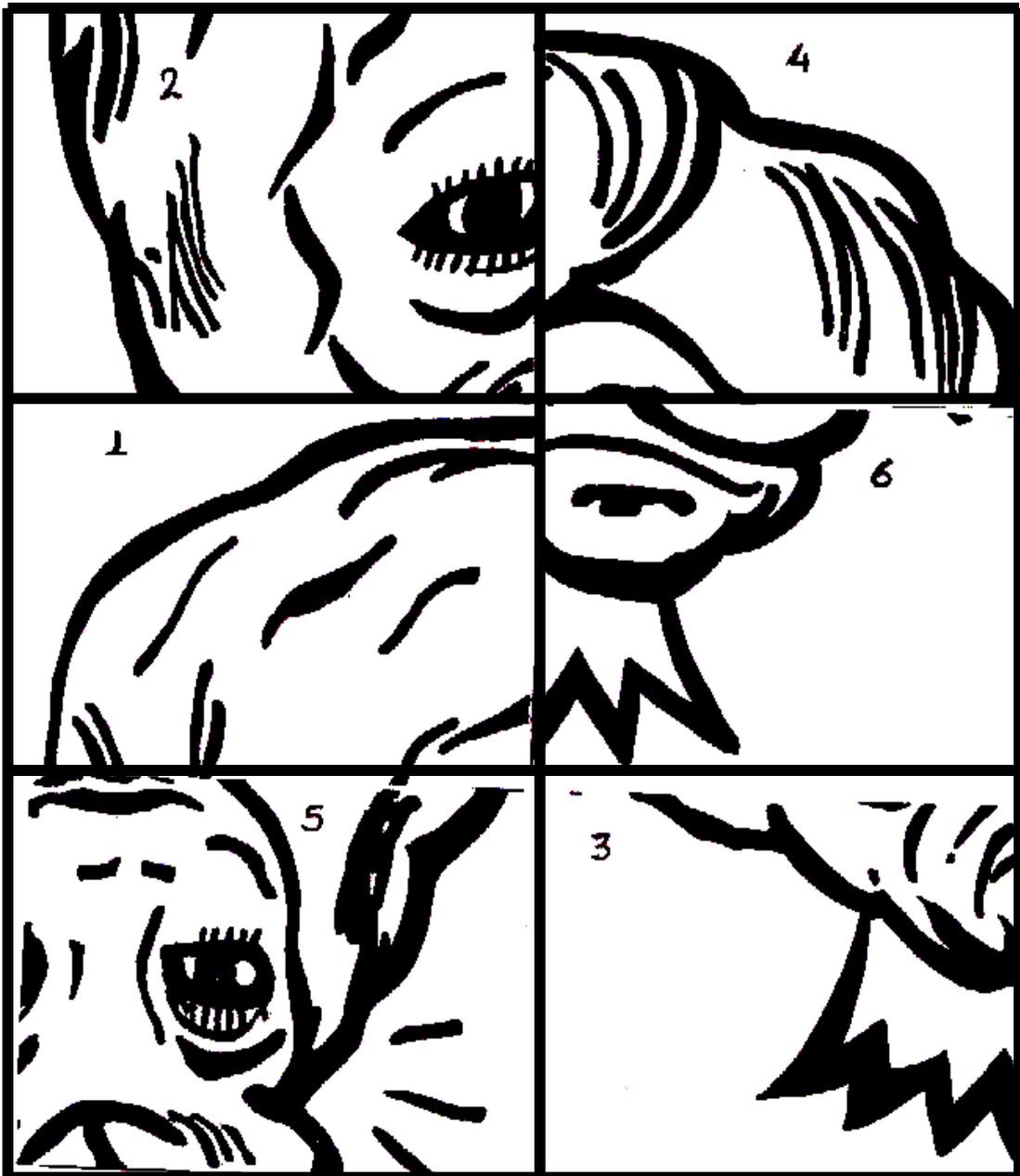
Figura 8



Ejercicio 2

Organice mentalmente los trazos contenidos en cada cuadro, de acuerdo con su numeración y descubra el dibujo. Descríbalo (6 elementos).

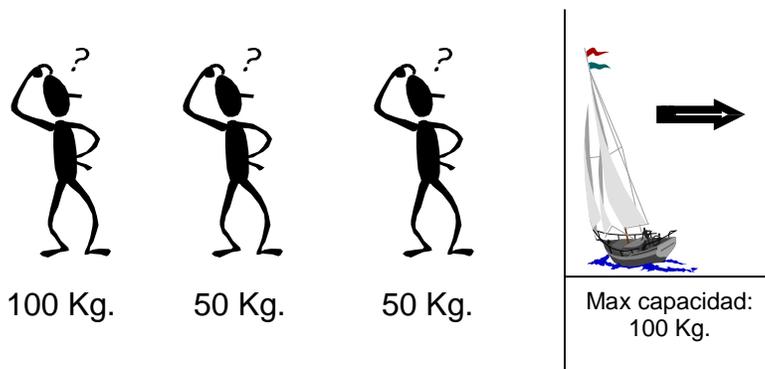
Figura 9



Ejercicio 3

Visualizar la solución de los siguientes problemas:

Descubra como pueden pasar tres personas, de una orilla del río a la otra; teniendo en cuenta que el sujeto, **A** pesa 100 Kg. y los sujetos **B** y **C** pesan 50 Kg. cada uno. Para ello cuentan con un bote que soporta máximo 100 Kg. Figura 10



Encuentre la solución, realizando el menor número de viajes posibles.

Solución al problema:

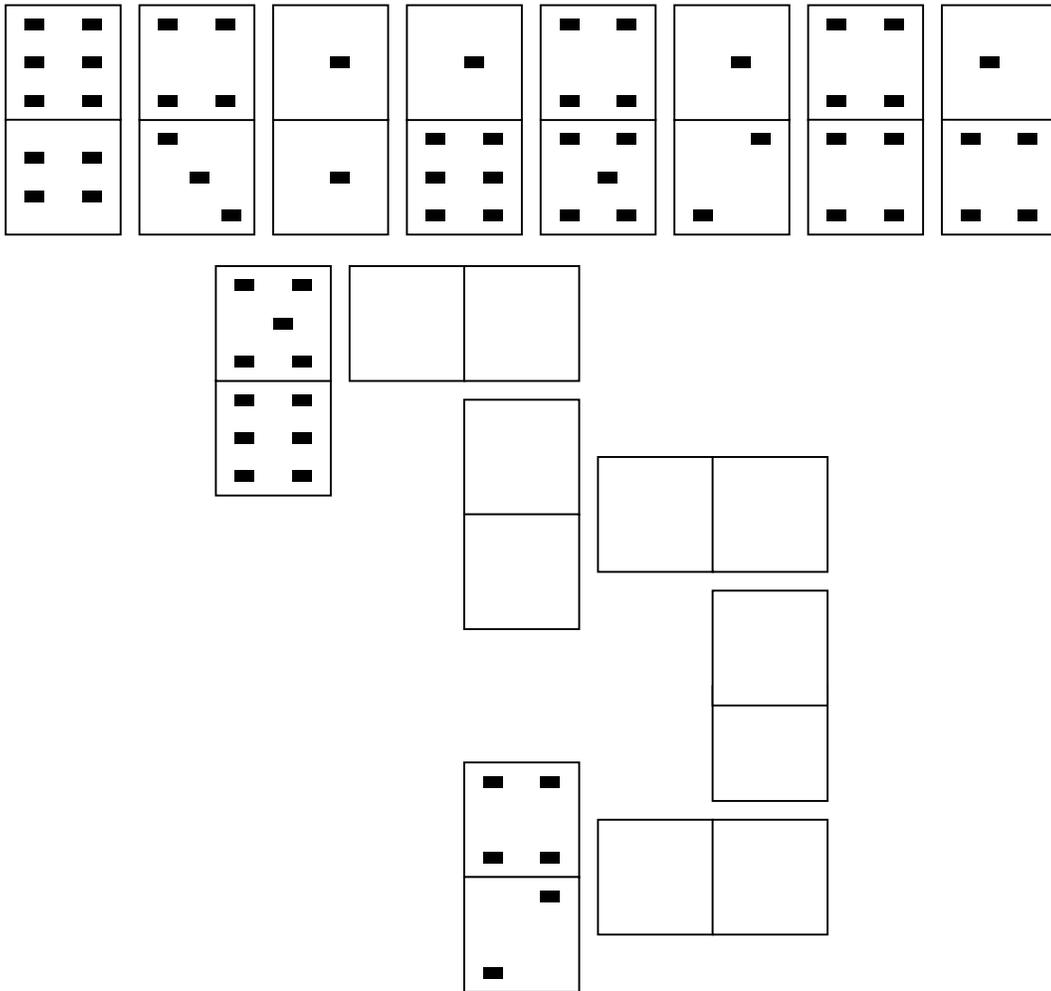
1. Pasan los sujetos **B** y **C** (50 Kg. c/u). **B** regresa con el bote.
2. Pasa el sujeto **A** (100 Kg). Y regresa **C** con el bote.
3. Por ultimo pasan los sujetos **B** y **C**.

Coloque las fichas de dominó en los lugares correspondientes, de tal forma que obtenga la secuencia correcta.

Tenga en cuenta que existen tres fichas que sobran.

Inténtelo primero mentalmente y luego utilice el método que prefiera.

Figura 11



Problema de transporte: Un campesino tiene que trasladar al otro lado del río una cabra, una col y un lobo. En cada viaje de la barca sólo puede ir el campesino con uno de ellos. ¿Cómo conseguirá que los que lo esperan no se coman entre sí?

Encuentre la solución realizando el menor número de viajes posible.

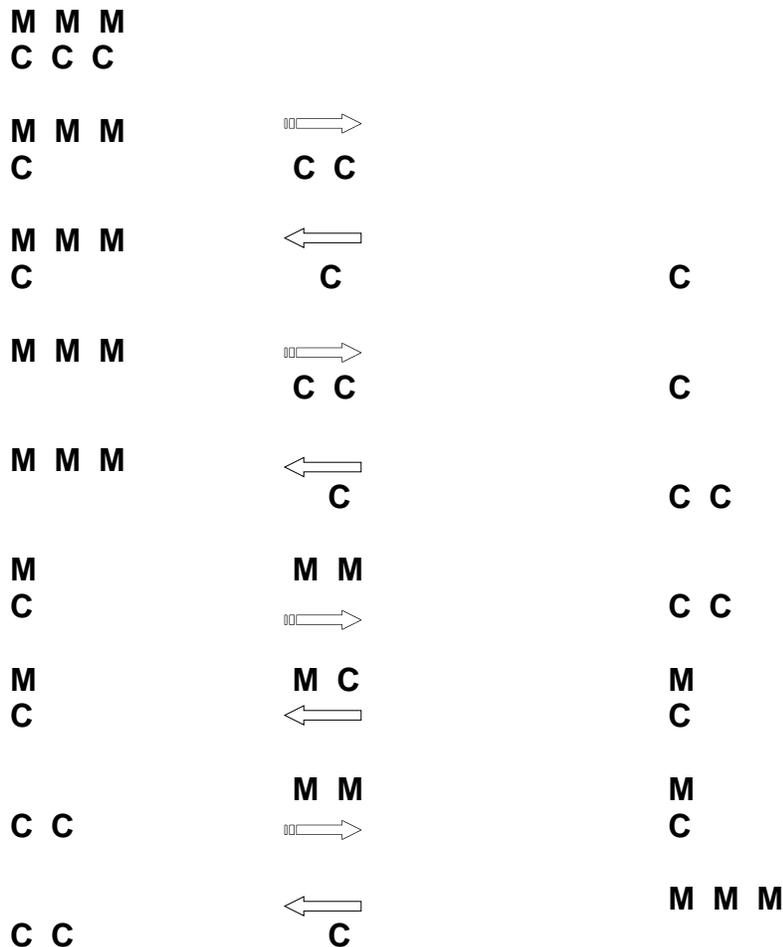
Solución:

1. Primero lleva la cabra y regresa.
2. Lleva la col y regresa con la cabra.
3. Lleva al lobo y regresa por la cabra.

4. Lleva la cabra al otro lado del río.

Caníbales y misioneros: Tres misioneros van de viaje por una selva inhóspita con tres portadores nativos. Los nativos son caníbales, pero la costumbre de su pueblo manda no atacar a menos que las víctimas sean menores en número. Cada misionero sabe bien lo que ocurrirá si el grupo llega a dividirse. Hacia el final de la primera semana, el grupo alcanza la rivera de un río ancho y profundo. Uno de los portadores, se encuentra con una canoa para dos personas. En menos de una hora, los seis componentes del grupo están sanos y salvos en la otra orilla del río. ¿Cómo lo lograron?.

Solución:





Retroalimentación: “Es normal creer de manera equivocada que la palabra **dulce** formaba parte del primer conjunto de objetos, todos ellos sabor a dulce. La razón es que el piloto automático de la memoria almacena generalidades, sacrificando detalles secundarios”.

Ejercicio 2

Recuerdos involuntarios.

El entrenador sugiere palabras que empiecen por:

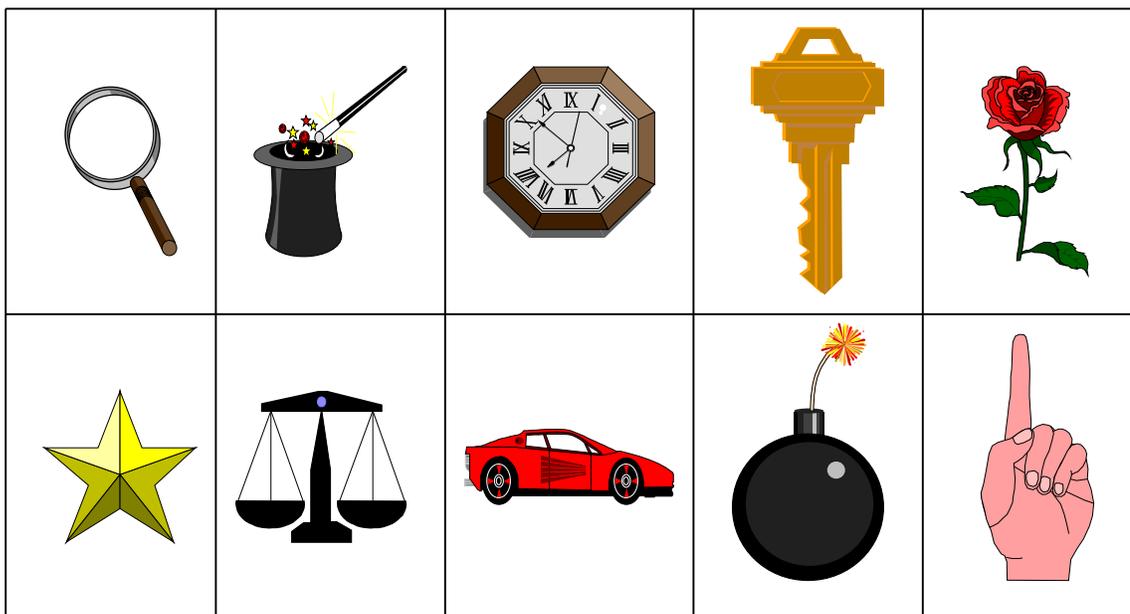
La \_\_\_\_\_ Fre \_\_\_\_\_ Gol \_\_\_\_\_

Pla \_\_\_\_\_ Dul \_\_\_\_\_ Fru \_\_\_\_\_

Retroalimentación: “Si ha dicho dulce, fresa, plato y fruta, se debe al fenómeno llamado **priming**, las palabras del primer ejercicio se engancharon a la memoria espontáneamente y resurgieron con él estímulo adecuado.

Ejercicio 3. Zona borrosa: Presentar ilustración durante 30 segundos.

Figura 12



Se solicita a los estudiantes que nombren los objetos de izquierda a derecha, según los recuerden.

Retroalimentación: “Los objetos que peor se recuerdan son los ubicados en el medio, los primeros se recuerdan con más facilidad, ya que a estos se les presta mayor atención, y los últimos por que la memoria a corto plazo tiene poco espacio y necesita dejar espacio para nueva información”.

### **Intervención Seis**

#### **Tema**

Mejorando la memoria II.

#### **Metodología**

Taller

#### **Actividades**

Recetas para recordar mejor.

No atragantarse.

Memorice las siguientes palabras: “Taza, pájaro, paella, trigo, bicicleta, camión y lápiz”.

Una vez memorizadas, memorice la siguiente lista: “Pino, asfalto, luz, camisa, mesa, maceta y libro”.

Ahora trate de recordar la primera lista.

Retroalimentación: “La dificultad se debe a que la segunda lista interfiere con la primera, por ello es conveniente memorizar las cosas en unidades pequeñas sin saturar la memoria”.

La estrategia consiste en formar palabras con cada sílaba de los objetos o situaciones nombradas.

Aprovechando lo que se tiene.

Se recuerda mejor lo que ya sabemos a lo que tenemos.

Ejercicio: “intente memorizar las siguientes palabras construyendo una frase”.

Palabras seleccionadas: “Lagarto, pera, cama, lampara, papel y sandalia”.

Con las siguientes palabras, cuente las vocales de cada termino: “Teléfono, crema, mar, estrella, florero y lluvia”.

¿Qué lista recuerda mejor?

Vestir los números o asociarlos.

Ejemplo: El número de teléfono 7299350 puede memorizarse como:

29 La edad de un hermano.

93 La edad de un abuelo.

50 Lo que pagas mensualmente en tu colegio.

### **Intervención Siete**

#### **Tema**

Conozco estrategias solucionadoras de problemas I.

#### **Metodología**

Taller.

#### **Actividades**

Entrega del material bibliográfico a los estudiantes.

**Métodos Para Solucionar Problemas.** Existe una gran variedad de métodos para solucionar problemas o tareas complejas como las desarrolladas en las sesiones anteriores. Para facilitar la resolución de estas tareas estudiaremos uno de estos métodos el cual es práctico y sencillo.

**Método de Planificación.** Este método consiste en eliminar algunos detalles del problema, para crear así un problema simplificado. La solución que se encuentre al problema simplificado será utilizada como guía para generalizarse a la solución del problema original, el cual es más complejo en su estructura. Es posible, recurrir al uso de problemas análogos o problemas similares tanto en el proceso de solución como en su estructura. Este tipo de procedimiento permite el uso de problemas de los cuales ya se conoce su solución y poseen una estructura similar al problema actual.

Este procedimiento permite al solucionador evitar, de modo provisional algún evento o información que obstaculice la búsqueda, al exceder los límites de la memoria del sujeto.

Por ejemplo: los siguientes problemas son análogos tanto en su estructura como en el proceso de solución:

Descubra como pueden pasar tres personas, de una orilla del río a la otra; teniendo en cuenta que el sujeto, **A** pesa 100 Kg. y los sujetos **B** y **C** pesan 50 Kg. cada uno. Para ello cuentan con un bote que soporta máximo 100 Kg.

Problema de transporte: Un campesino tiene que trasladar al otro lado del río una cabra, una col y un lobo. En cada viaje de la barca sólo puede ir el

campesino con uno de ellos. ¿Cómo conseguirá que los que lo esperan no se coman entre sí?

Caníbales y misioneros: Tres misioneros van de viaje por una selva inhóspita con tres portadores nativos. Los nativos son caníbales, pero la costumbre de su pueblo manda no atacar a menos que las víctimas sean menores en número. Cada misionero sabe bien lo que ocurrirá si el grupo llega a dividirse. Hacia el final de la primera semana, el grupo alcanza la rivera de un río ancho y profundo. Uno de los portadores, se encuentra con una canoa para dos personas. En menos de una hora, los seis componentes del grupo están sanos y salvos en la otra orilla del río. ¿Cómo lo lograron?.

El nivel de complejidad para la solución se incrementa de uno a otro, pero es posible partir de la solución del primero, para generalizar sus resultados a la solución del segundo y el tercero. Se parte aquí de un problema similar en su estructura y simplificado en el nivel de complejidad.

Al finalizar la lectura el entrenador solicita comentarios y brinda retroalimentación.

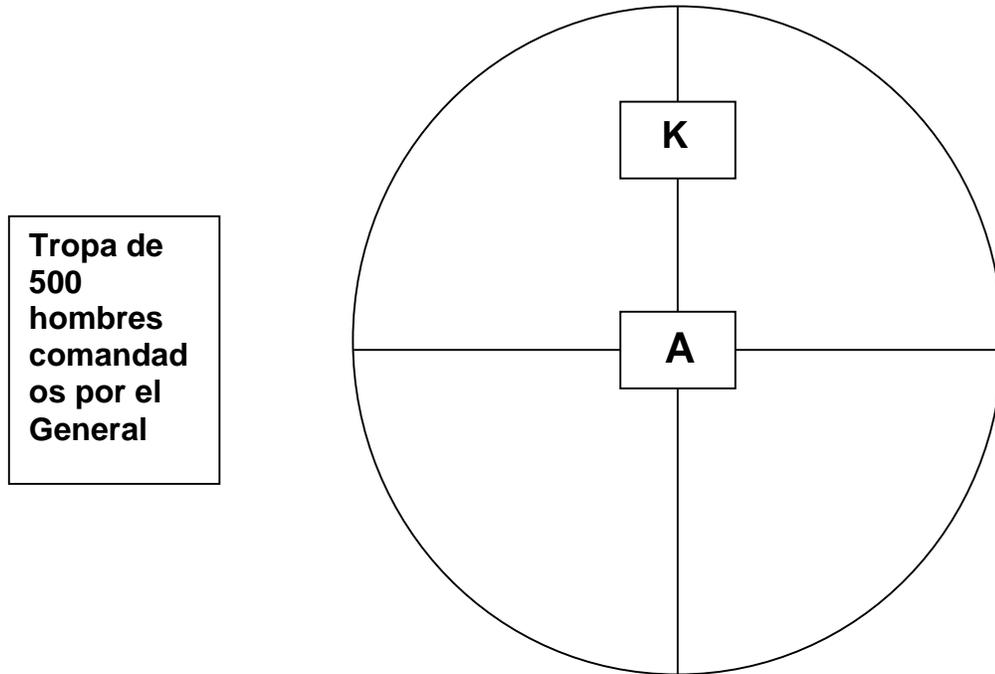
Trabajo sobre ejercicios prácticos:

Ejercicio 1

Un dictador, habita en una fortaleza bien protegida en medio del campo, de la que parten varias carreteras radiales. Un general decide atacar la fortaleza para liberar al país de la tiranía. Para lograr el triunfo requiere una intervención masiva de todas sus tropas al mismo tiempo. Pero hay una dificultad, y es que todas las carreteras de acceso están minadas, de modo que solo pueden pasar pequeños grupos de personas; en caso de invasión masiva

las minas estallarían. ¿Qué estrategia utilizara el general, para obtener la victoria?

Figura 13



**A:** Fortaleza del dictador.

**K:** Caminos minados que llevan a la fortaleza.

### Ejercicio 2

Suponga que usted es un doctor con un paciente que tiene un tumor maligno en su estómago. Es imposible operar al paciente, pero a menos que el tumor sea destruido el paciente morirá. Hay un tipo de rayos que pueden emplearse para destruir el tumor. Si el rayo alcanza el tumor con una intensidad suficientemente alta, el tumor será destruido. Desgraciadamente, con tal intensidad también son destruidos los tejidos sanos que los rayos deben atravesar para alcanzar el tumor. Con intensidades más bajas los rayos son inofensivos para los tejidos sanos, pero tampoco afectarán al tumor. ¿Qué tipo

de procedimiento deberá usarse para destruir el tumor con los rayos, evitando al mismo tiempo la destrucción del tejido sano?

Este problema es análogo al anterior en su estructura.

### Ejercicio 3

Una mañana, exactamente al salir el sol, un monje empezó a escalar un monte. Un angosto sendero, como de medio metro de ancho, remontaba el monte en espiral hasta llegar a un templo que había en la cima. El monje subía a un paso más o menos vivo y se detenía muchas veces a lo largo del camino para descansar. Llegó al templo poco antes de ponerse el sol. Después de pasar varios días en aquel templo, inició su regreso siguiendo la misma senda, partiendo al salir el sol y caminando también a diferente paso y haciendo muchas pausas a lo largo del camino. Su velocidad de bajada era, desde luego, mayor que su velocidad media de ascenso. Demuestra que hay un punto determinado a lo largo de ese sendero que va a ocupar el monje en ambas jornadas precisamente a la misma hora del día.

Un buen método para la solución de este problema es la representación gráfica o la visualización del viaje hacia arriba del monje, superpuesto al de regreso hacia abajo. Independientemente de las velocidades de ascenso y descenso, en algún punto las trayectorias se cruzan. Si no puede resolver el problema de esta manera intente transformarlo en otro cuya solución conozca, por ejemplo, en lugar de trabajar con un monje en dos días diferentes, podría plantearse el problema con dos monjes ascendiendo y descendiendo el mismo día.

#### Ejercicio 4

Como hace un sujeto propietario de un burro, un tigre y un bulto de zanahorias, para cruzar el río a través del puente. El sujeto puede transportar una sola cosa a la vez, debido a la resistencia del puente y debe considerar además que el tigre no se coma al burro, ni el burro se coma las zanahorias.

El entrenador supervisa constantemente el proceso de solución realizado por los estudiantes.

### **Intervención Ocho**

#### **Tema**

Conozco estrategias solucionadoras de problemas II.

#### **Metodología**

Taller.

#### **Actividades**

Entrega de material bibliográfico a los estudiantes.

**Método de búsqueda ciega.** Este es un método que consiste en la utilización de la memoria, para realizar cambios o movimientos por adelantado, es decir, trabajando sobre el proceso de solución en la imaginación. Los movimientos pueden realizarse desde el estado inicial del problema o desde estados más avanzados del mismo.

Una forma consistiría en realizar todos los cambios o movimientos posibles, desde una posición dada, luego todos los movimientos posibles desde cada una de las nuevas posiciones, luego todos los movimientos posibles desde el tercer conjunto de posiciones y así sucesivamente, está determinaría una ***búsqueda ciega en amplitud***.

Podría también realizarse una **búsqueda ciega en profundidad**, la cual consiste en generar un movimiento, desde la posición dada, luego se realiza un segundo movimiento desde esa nueva posición, luego se mueve desde la nueva posición y así sucesivamente

Teniendo en cuenta siempre, que en la realización de cada movimiento o movimientos (imaginario-s), se determinarán las consecuencias del mismo, queriendo decir con esto, que evaluará su elección de favorable o no favorable a la consecución de la meta o solución.

Un ejemplo muy claro de búsqueda ciega en amplitud o en profundidad lo constituye el ajedrez, en donde cada jugador realiza los movimientos en su memoria, teniendo en cuenta las consecuencias del mismo, anticipando de este modo los posibles movimientos de su rival en respuesta a su jugada.

El problema de los caníbales y los misioneros, así como todos aquellos similares a él en su estructura, pueden solucionarse a través de este método, ya sea que se utilice el método de búsqueda ciega en amplitud o en profundidad.

Al finalizar la lectura el entrenador solicita comentarios y brinda retroalimentación acerca del material entregado, aclarando el proceso con la solución de un problema.

Problema alternativo para aplicar el método de búsqueda ciega en profundidad: Caníbales y misioneros.

Enunciado del problema: Tres misioneros van de viaje por una selva inhóspita con tres portadores nativos. Los nativos son caníbales, pero la costumbre de su pueblo manda no atacar a menos que las víctimas sean

menores en número. Cada misionero sabe bien lo que ocurrirá si el grupo llega a dividirse. Hacia el final de la primera semana, el grupo alcanza la rivera de un río ancho y profundo. Uno de los portadores, se encuentra con una canoa para dos personas. En menos de una hora, los seis componentes del grupo están sanos y salvos en la otra orilla del río. ¿Cómo lo lograron?.

Explicación del procedimiento brindada por el entrenador:

Exploración 1

M M M  
C C C

Estado inicial

M M  
C C

M →

Elige su primer jugada.

M M  
C C

M ←

C

Realiza la segunda jugada. Determina la consecuencia uno.

M  
C C

M M  
→

C

Los caníbales se comerán al misionero ya que lo superan en número.

Realiza una jugada alternativa. Determina la consecuencia II.

M M  
C

M →  
C

C

M M  
C

M  
C C

Al llegar a la otra orilla del río, el misionero será devorado por los caníbales ya, que estos lo superan en número.

Exploración 2

M M M  
C C C

Estado inicial.

M M M  
C



Elige su primer jugada.

M M M  
C



C

M M M



C

Elige la segunda jugada.

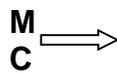
M M M



C C

Realiza la tercer jugada. Determina la consecuencia de su elección.

M M



C C

M M

M  
C C C

Al llegar a la otra orilla del río los caníbales se comerán al misionero ya que lo superan en número.

Realiza una jugada alternativa. Determina la consecuencia.

M  
C



C C

M  
C



M M  
C

M  
C C

M M

Al regresar el caníbal, devorarán al misionero ya que lo superan en número.

El entrenador puede elegir diferentes movimientos y exponerlos a los participantes teniendo en cuenta los modelos brindado anteriormente.

Aplicación del método a ejercicios prácticos:

Es posible trabajar el método aplicándolo a los ejercicios desarrollados en las sesiones anteriores.

El entrenador brinda los siguientes problemas alternativos:

Consideremos dos recipientes, **A** y **P**. El recipiente A contiene 101 litros de agua del océano Atlántico; el recipiente P contiene una cantidad igual de agua del Pacífico. Supongamos que sacamos del recipiente A 21 litros de agua del Atlántico y los echamos en el P, sacamos 21 litros de esa mezcla y los añadimos al contenido del recipiente A. ¿Qué recipiente tiene ahora más proporción de agua forastera?, considerando agua forastera la del Atlántico con respecto del recipiente P y la del Pacífico respecto del recipiente A.

Novela de detectives: Benito Torelli, el jefe de un pequeño casino, aparece un buen día con la yugular cortada por negarse a pagar a la “seguridad”. La policía local arresta a cinco sospechosos, que hacen las siguientes declaraciones: (cada sospechoso dice dos verdades y una mentira).

¿Quién es responsable de la muerte de Benito?

THEO: Yo no mate a Torelli. Nunca he estado en un casino. Soy un distinguido informático.

ROXANNE: Yo no me cargue a Torelli. Estaba con Mustafah en ese momento. Wally se lo cargó.

WALLY: Yo no mate a Torelli. Nunca he estado en un casino. Soy un distinguido informático.

RAZOR: Yo soy inocente. Todos los que dicen que lo hice están mintiendo. Debe de haber sido Roxanne.

MUSTAFAH: Yo soy inocente. Nunca había visto a Roxanne hasta el día de hoy. Razor lo hizo.

**Anexo C**

**MARCO DE ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN**

**Colegio Nacional “José Artemio Mendoza Carvajal”**

**Generalidades**

Nombre:	Colegio Nacional José Artemio Mendoza Carvajal.
Dirección:	Carrera 24 C # 26B – 04.
Barrio:	Corazón de Jesús.
Municipio.	San Juan de Pasto.
Teléfonos:	7212538 y 7204874.
Núcleo:	9.
Jornadas:	Mañana y tarde.
Carácter:	Oficial.
Naturaleza.	Nacional.
Nivel:	Educación básica secundaria y media.
Creación:	Decreto No. 2744 Noviembre 7 de 1979.
Aprobación:	Resolución No. 8058 julio 24 de 1986.
Código DANE.	15200102719.
Registro S. E.:	152001018-11.
Código ICFES:	Jornada de la mañana 046334. Jornada de la tarde 041582.
Propiedad:	Nación. Escritura No. 3999, Septiembre 24 de 1981.

**Visión de futuro**

Aprender a ser y vivir en armonía

### **Misión**

Crecer como personas, mejorando la convivencia y el trabajo en equipo.

Formar personas con mente y espíritu nuevos, capaces de aportar a la construcción de su entorno.

Aprender a aprender, aprender a pensar, aprender a investigar.

### **Fundamentos Filosóficos de la Institución**

#### **Principios**

La educación es un proceso que busca el desarrollo heurístico del estudiante.

Desarrolla sus facultades intelectuales, habilidades y destrezas.

Utiliza los conocimientos para servir mejor a la comunidad.

Cultiva los valores de tipo vital, intelectual, ético, estético, social, religioso, político y utilitario.

Impulsa el bienestar general.

Asegura el cumplimiento de los principios, deberes y derechos contemplados en la constitución.

Proporciona los medios para que la comunidad educativa tome decisiones en los campos que le competen.

Asegura la independencia nacional, y la integridad territorial.

Garantiza la justicia, la paz y la democracia.

Protege la naturaleza y la utiliza racionalmente,

Asegura la seguridad física y mental por medio de la recreación, el deporte y el aprovechamiento del tiempo libre.

### **Fines de la educación**

El desarrollo integral de nuestro educando.

Humanizar al hombre de hoy incentivando su autoestima, fomentando la solidaridad, respeto con sí mismo y con los demás.

Desarrollar la conciencia crítica, que le permita participar en la toma de decisiones a nivel personal y social.

Amar a su colegio, región, territorio nacional, símbolos patrios y respetar el espacio vital compartido con otros países.

Conservar y enriquecer los recursos naturales propios de la región.

Orientar hacia la prevención y conservación de la salud e higiene, a través de la práctica de la educación física, recreación, deporte y utilización adecuada del tiempo libre.

Para conseguir la paz y justicia, fomentar la tolerancia y equidad entre todos, desempeñar en el campo ocupacional y laboral, mediante una previa preparación académica y/o técnica de acuerdo con las necesidades del medio.

Fomentar la creatividad y la investigación facilitándoles los medios en su aplicación, con aportes del estado.

En síntesis queremos educar mediante una pedagogía fundamentada en los valores para que nuestros estudiantes sean capaces de resolver sus diferencias a través del amor y del diálogo y además, se vinculen al sector productivo de la sociedad.

### **Anexo D**

En este anexo se presentan las puntuaciones obtenidas por los estudiantes del Colegio Nacional Pedagógico, de la ciudad de San Juan de Pasto. Los datos recolectados se emplearon en el proceso de normalización de la prueba.

La tabla uno presenta las puntuaciones en el **test**.

La tabla dos presenta las puntuaciones en el **retest** (aplicado con un lapso de un mes).

**VALIDACION DE LA PRUEBA**  
**Niveles de Ejecución en la Realización de la Tarea**  
**"Torre de Hanoi"**

**TABLA 11**

CODIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TPO DE EJCIÓN	No DE MOVIMIENTOS
1	15.35	75
2	17.15	87
3	14.20	48
4	22.45	92
5	19.18	78
6	18.37	81
7	17.17	68
8	19.25	60
9	7.45	70
10	23.16	98
11	17.48	78
12	17.28	63
13	14.50	68
14	17.48	72
15	19.37	94
16	17.18	68
17	20.30	77
18	17.15	63
19	13.18	65
20	17.50	70
21	18.35	77
22	19.15	59
23	17.23	65
24	19.15	53
25	12.58	88
26	20.37	61
27	28.42	75
28	22.14	82
29	18.29	69
30	11.45	61
31	18.90	76
32	24.60	80
33	20.37	69
34	17.30	75
35	14.28	72
<b>SUMA</b>	<b>625.73</b>	<b>2537</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>17.88</b>	<b>72.49</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>14.71</b>	<b>125.55</b>
<b>D. EST.</b>	<b>3.84</b>	<b>11.20</b>

**VALIDACION DE LA PRUEBA**  
**Niveles de Ejecución en la Realización de la Tarea**  
**"Torre de Hanoi"**

TABLA 12

CODIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TPO DE EJECIÓN	No DE MOVIMIENTOS
1	12.10	70
2	18.18	85
3	13.25	52
4	28.33	99
5	19.15	70
6	19.35	77
7	13.15	63
8	15.28	59
9	7.25	58
10	18.42	87
11	23.25	90
12	19.15	73
13	19.04	67
14	18.50	81
15	19.55	83
16	22.17	77
17	19.50	81
18	15.43	70
19	16.25	63
20	22.23	78
21	15.37	68
22	16.25	58
23	15.17	64
24	17.25	67
25	12.28	72
26	17.18	67
27	31.22	90
28	19.29	87
29	19.27	77
30	10.37	68
31	19.17	70
32	18.14	85
33	23.14	75
34	18.2	70
35	12.47	71
<b>SUMA</b>	<b>624.28</b>	<b>2572</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>17.84</b>	<b>73.49</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>21.75</b>	<b>111.96</b>
<b>DESV. EST.</b>	<b>4.66</b>	<b>10.58</b>

## **Anexo E**

### **LA “TORRE DE HANOI” INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN**

Para evaluar la capacidad de los estudiantes en la resolución de problemas de transformación, se presento el inconveniente de no existir una prueba ya construida. Frente a esto se estableció que la “Torre de Hanoi” presenta las características necesarias para este fin, por su representatividad dentro de la categoría de problemas de transformación, la cual es sustentada en adelante.

#### **¿ Que es la “Torre de Hanoi”?**

La torre de Hanoi consiste en una pila de cinco discos de madera, con un orificio en su parte central, destinado para ser incrustado en la base número uno. Consta de tres bases: La primera base en madera con un palillo central (en donde se encuentran los discos inicialmente), la segunda y la tercera base al igual que la primera en madera y con un palillo central destinado para insertar los discos, las bases están rotuladas con los números dos y tres.

El objetivo del juego es trasladar los discos de la base número uno a la base número tres, en el menor número de jugadas posibles.

#### **Solución a la “Torre de Hanoi” (cinco anillos)**

A continuación se realiza la descripción de cada uno de los movimientos necesarios para la solución de la “Torre de Hanoi”, con cinco anillos:

Movimiento número uno: De la base uno a la tres.

Movimiento número dos: De la base uno a la dos.

Movimiento número tres: De la base tres a la dos.

Movimiento número cuatro: De la base uno a la tres.

Movimiento número cinco: De la base dos a la uno.  
Movimiento número seis: De la base dos a la tres.  
Movimiento número siete: De la base uno a la tres.  
Movimiento número ocho: De la base uno a la dos.  
Movimiento número nueve: De la base tres a la dos.  
Movimiento número diez: De la base tres a la uno.  
Movimiento número once: De la base dos a la uno.  
Movimiento número doce: De la base tres a la dos.  
Movimiento número trece: De la base uno a la tres.  
Movimiento número catorce: De la base uno a la dos.  
Movimiento número quince: De la base tres a la dos.  
Movimiento número dieciséis: De la base uno a la tres.  
Movimiento número diecisiete: De la base dos a la uno.  
Movimiento número dieciocho: De la base dos a la tres.  
Movimiento número diecinueve: De la base uno a la tres.  
Movimiento número veinte: De la base dos a la uno.  
Movimiento número veintiuno: De la base tres a la dos.  
Movimiento número veintidós: De la base tres a la uno.  
Movimiento número veintitrés: De la base dos a la uno.  
Movimiento número veinticuatro: De la base dos a la tres.  
Movimiento número veinticinco: De la base uno a la tres.  
Movimiento número veintiséis: De la base uno a la dos.  
Movimiento número veintisiete: De la base tres a la dos.  
Movimiento número veintiocho: De la base uno a la tres.

Movimiento número veintinueve: De la base dos a la uno.

Movimiento número treinta: De la base dos a la tres.

Movimiento número treinta y uno: De la base uno a la tres

La razón que justifica el uso de la “Torre de Hanoi” como instrumento de evaluación consiste en que ha sido utilizada en varios estudios de laboratorio por diferentes investigadores, respecto a este punto Leahey y Harris (1998) y De Vega (1994), afirman que la “Torre de Hanoi”, es un problema ampliamente estudiado. A manera de ejemplo se cita un estudio con la “Torre de Hanoi” en donde se empleo la técnica de verbalización de cada acción ejecutada, pidiendo la “Razón” de cada movimiento Este estudio lo realizaron Gagne y Smith (1.962), (citados por Bourne y Cols. 1986), el método utilizado, consistió en pedir a los sujetos verbalizar la razón de cada uno de sus movimientos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a los sujetos que se les pidió verbalizar la razón de sus movimientos realizaron un menor número de movimientos, pero su tiempo de ejecución fue mayor. Posteriormente en un problema de transferencia disminuyeron tanto el número de movimientos como el tiempo de ejecución, logrando además descubrir algunos principios generales para la realización de los movimientos.

De Vega (1994), afirma que el problema tiene varias ventajas para el investigador y que por ello es utilizado con gran frecuencia. Una de las ventajas consiste en que con cinco o seis discos, demanda del uso de estrategias de nivel elevado, no sólo en niños, sino también en adultos; otra ventaja es que el cambio de estrategias y el desplazamiento de discos por ensayo y error queda plasmado en la ejecución de sus movimientos.

La investigación se centra en la ejecución de la “Torre de Hanoi”, porque ésta constituye un problema representativo de los empleados para estudiar la solución de problemas en el laboratorio. Se supone además, que posee propiedades comunes a los problemas que se presentan fuera del laboratorio. Propiedades en común en cuanto a la exigencia de procesos cognitivos complejos.

El uso del tiempo de ejecución y número de movimientos como criterios de evaluación son sustentados por Bourne y Cols. (1986), al manifestar que la solución de la “Torre de Hanoi” es un proceso muy difícil y que puede ser medido en términos del número de movimientos y el tiempo de ejecución.

#### **Atributo a Medir**

De los niveles de ejecución se infiere la optimización de los procesos cognitivos implícitos en la solución de la “Torre de Hanoi”.

#### **Definición del Atributo**

#### **Contrastación**

Este es un proceso muy importante porque reduce el esfuerzo cognitivo, ya que la exigencia memorística consiste en no perder la información de los movimientos errados, esto se da por la contrastación de movimientos.

Permite recuperar información recogida en los movimientos realizados anteriormente y sus respuestas de contrastación frente a estos. Esto produce una sobrecarga en la memoria, lo cual puede afectar el éxito de la elección, ya que el sujeto no puede ponderar el riesgo de eliminar información pertinente.

### **Simultaneidad**

Este proceso considerara varias alternativas a la vez, determinando sus consecuencias. La comprobación simultanea consiste en utilizar la información para deducir en un mismo momento, que movimientos se confirman como acertados y cuales deben ser eliminados.

### **Reversibilidad**

Este proceso brinda la posibilidad de invertir las operaciones. Consiste en un conjunto de operaciones móviles y reversibles de encajamiento y desencajamiento. No es una forma estática, ni el simple paso en sentido único de un estado a otro (o incluso la asociación entre dos estados), es la movilidad y reversibilidad general de las operaciones lo que engendra las estructuras.

### **Tipo de Medición**

La medición es de tipo indirecta, ya que se evalúa a través de la conducta manifiesta en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”.

### **Objetivo**

Por medio de la aplicación de esta prueba se pretende realizar una interpretación acerca de la optimización o no, de los procesos cognitivos implícitos en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”

### **Finalidad**

Su uso es de tipo descriptivo, al interpretar los datos obtenidos en la aplicación de la prueba, comparando los niveles de ejecución obtenidos en la “Torre de Hanoi”.

La “Torre de Hanoi” es una prueba de ejecución máxima, estructurada, objetiva y de duración ilimitada, la cual proporciona una medida normalizada del tiempo de ejecución y número de movimientos.

### **Forma de Aplicación**

Individual.

### **Confiabilidad**

La prueba “Torre de Hanoi”, se aplicó a una población con características similares a la población final, en donde se tuvo en cuenta la edad, coeficiente intelectual (suponiendo un CI promedio), el grado de escolaridad y el estrato social.

La muestra de validación incluyó un total de 35 personas, de las cuales 18 pertenecen al género masculino y 17 al género femenino, las edades están comprendidas entre los 13 y 15 años. Los estudiantes pertenecen al Colegio Pedagógico de la ciudad de San Juan de Pasto.

La confiabilidad de la prueba se determinó mediante el método de comprobación test – retest, que indica si una población mantiene los sus resultados similares cada vez que se aplica la prueba. Se emplearon 35 sujetos, en dos ocasiones diferentes, con intervalo de tiempo de un mes. Obteniendo de esta manera un punto de comparación. Como se especificó anteriormente se trabajó con un grupo diferente al experimental y control.

Los grupos de puntuaciones obtenidas fueron correlacionadas, para verificar si los sujetos tienden a mantener sus puntuaciones homogéneas a lo largo del tiempo, es decir, que tanto en la primera medición, como en la

segunda medición (la cual se realizó con un intervalo de tiempo de un mes), las mediciones se mantengan estables.

En Tabla nueve se encuentran los resultados obtenidos en la primera y segunda medición.

**Tabla 13**

**Comparación de Datos Test - Retet**

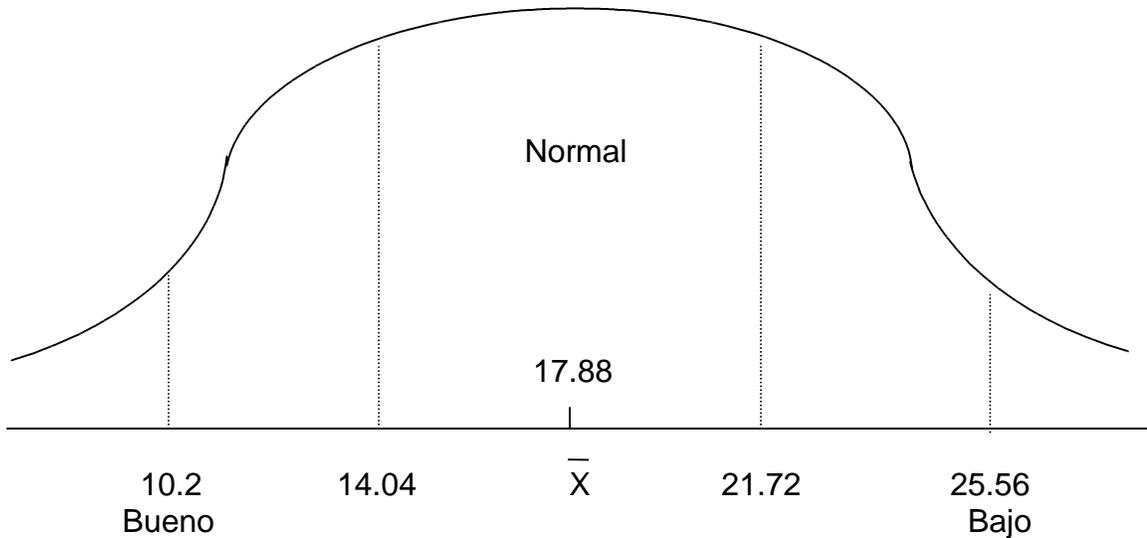
	A1		A2	
	Tiempo de ejec.	No. de movs.	Tiempo de ejec.	No. de movs.
<b>Suma</b>	625.73	2537	624.28	2572
<b>Promedio</b>	17.88	72.49	17.84	73.49
<b>Varianza</b>	14.71	125.55	21.75	111.96
<b>Desv. Estandar</b>	3.84	11.2	4.66	10.58

Al aplicar el coeficiente de correlación producto – momento de Pearson, se obtuvo un coeficiente de correlación de **0.75** para el tiempo de ejecución y **0.74** para el número de movimientos. Lo cual indica que los resultados de la aplicación de la prueba, tienen una confiabilidad con tendencia alta.

Al aplicar la prueba T para medias de dos muestras emparejadas, se determinó que no existe diferencia significativa. Los resultados obtenidos fueron: 0.92 para el tiempo de ejecución, puntaje que al ser superior a 0.05, indica que no existe diferencia significativa en los resultados. El valor obtenido para el número de movimientos fue de 0.40, que al igual que el anterior resulta superior al 0.05, significando así, que no existen diferencias significativas en los resultados.

De acuerdo con estos resultados se puede afirmar que la prueba es confiable, en la medida en que los resultados se mantienen estables.

**Normalización de la Prueba, para el Tiempo de Ejecución en la  
"Torre de Hanoi"**



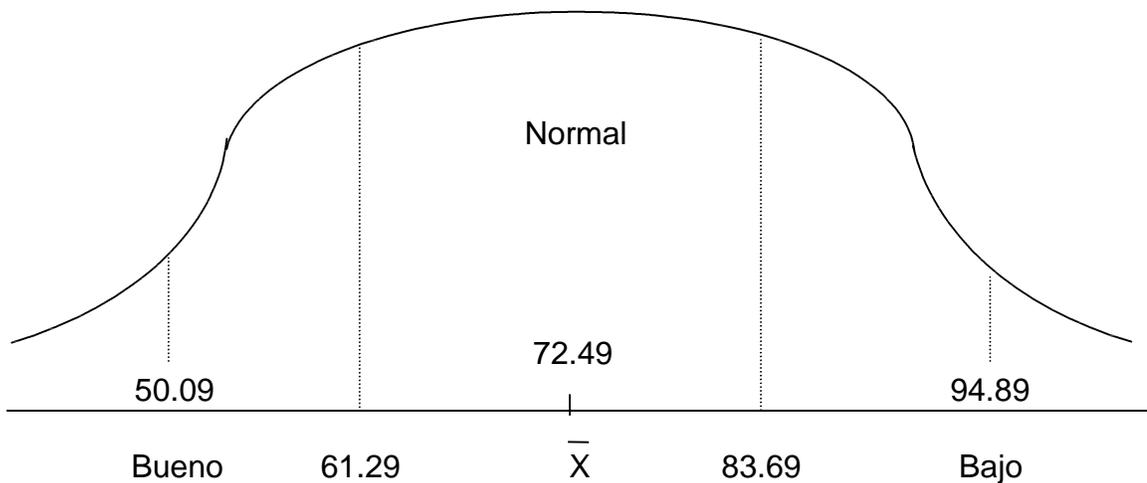
Clasificación del nivel de ejecución, según el tiempo de ejecución:

Menor o igual a 14.04: Buen nivel de ejecución. BUENO.

Entre 14.05 – 21.72: Nivel de ejecución normal. NORMAL.

Superior o igual a 21.73: Bajo nivel de ejecución. BAJO.

**Normalización de la Prueba, para el Numero de Movimientos en la  
"Torre de Hanoi"**



Clasificación del nivel de ejecución, según el tiempo de ejecución:

Menor o igual a 61: Buen nivel de ejecución. BUENO.

Entre 62 – 83: Nivel de ejecución normal. NORMAL.

Superior o igual a 84: Bajo nivel de ejecución. BAJO.

### **Forma de Aplicación**

#### **Material**

Rompecabezas: Torre de Hanoi (cinco discos y una base en madera, dos bases en cartulina con los números dos y tres).

Cronómetro.

Una hoja de registro para consignar los datos obtenidos por cada estudiante.

Dentro de las condiciones que deben cumplirse se encuentran:

Preparación del material.

Un lugar adecuado, sin distracciones.

Condiciones ambientales adecuadas.

Condiciones motivacionales.

#### **Instrucciones Específicas**

Tenemos una pequeña colección de cinco discos y tres bases sobre las cuales se puede colocar los discos. Se inicia con los cinco discos dispuestos en forma piramidal sobre la base número uno, hay que trasladar la torre hasta la base número tres, usando la base número dos como estación intermedia para realizar otros movimientos. Los discos están insertados en la base número uno y debes pasarlos a la base número tres.

Las reglas para la realización de los movimientos son:

No se permite mover más de un disco a la vez.

No se puede colocar un disco más grande sobre uno más pequeño.

Se comienza colocando un disco sobre la base dos.

Se explican las reglas utilizando la torre y realizando los tres primeros movimientos validos.

Una vez brindadas las instrucciones, se verifica si el sujeto entendió y si esta listo para iniciar, si la respuesta es afirmativa se entrega el material, y a la voz de "inicio" por parte del instructor, se coloca en marcha el cronometro, contando el número de movimientos realizados.

**Formato de Hoja de Registro**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Edad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Movimientos</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo F**

En este anexo se incluyen los datos obtenidos de las evaluaciones pre intervención y post intervención, tanto del grupo experimental como del grupo control.

**Evaluación Pre-Intervención  
Grupo Experimental**

**TABLA 14**

CÓDIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TIEMPO DE EJEC.	N. DE MOVIMIENTOS
1	17.3	70
2	19.2	85
3	10.27	65
4	13.22	52
5	10.14	48
6	7.2	69
7	7.45	53
8	18.3	81
9	9.2	68
10	23.15	96
11	15.3	77
12	5.15	57
13	6.4	62
14	17.2	71
15	8	54
16	15	68
17	16.5	90
18	7.15	67
19	13.18	72
20	7.35	65
21	16.25	83
22	17.2	78
23	9.45	58
24	10.2	68
25	21.22	85
<b>SUMA</b>	<b>320.98</b>	<b>1742</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12.84</b>	<b>69.68</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>26.40</b>	<b>155.56</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>	<b>5.14</b>	<b>12.47</b>

**Evaluación Pre - Intervención  
Grupo Control**

**TABLA 15**

CODIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TIEMPO DE EJEC.	N. DE MOVIMIENTOS
1	8.1	74
2	4.38	69
3	18.14	92
4	6.3	70
5	5.29	62
6	7.38	67
7	5.14	52
8	11.27	87
9	10.14	69
10	5.19	72
11	8.19	57
12	8.35	73
13	16.37	69
14	5.39	52
15	19.17	99
16	4.37	58
17	6.27	63
18	15.32	98
19	4.17	67
20	17.14	77
21	25.19	87
22	13.46	69
23	7.19	52
24	8.2	79
25	19.5	87
<b>SUMA</b>	<b>259.6</b>	<b>1791</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>10.38</b>	<b>71.64</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>35.15</b>	<b>191.99</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>	<b>5.93</b>	<b>13.86</b>

**Evaluación Post-Intervención  
Grupo Experimental**

**TABLA 16**

CODIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TIEMPO DE EJEC.	N. DE MOVIMIENTOS
1	6.19	43
2	7.28	51
3	5.25	49
4	8.15	55
5	11.13	57
6	9.5	49
7	4.5	48
8	11.3	57
9	4.1	50
10	5.15	45
11	9.25	55
12	6.2	41
13	5.2	48
14	7.1	58
15	11.4	53
16	10.28	47
17	7.25	54
18	9.15	63
19	6.3	55
20	4.28	48
21	13.5	52
22	8.3	60
23	10.15	55
24	3.38	44
25	7.3	61
<b>SUMA</b>	<b>191.59</b>	<b>1298</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.66</b>	<b>51.92</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>7.20</b>	<b>33.49</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>	<b>2.68</b>	<b>5.79</b>

**Evaluación Post-Intervención  
Grupo Control**

**TABLA 17**

CODIGO	CRITERIO DE EVALUACION	
	TIEMPO DE EJEC.	N. DE MOVIMIENTOS
1	7.2	69
2	7.2	62
3	15.35	84
4	4.5	74
5	6.18	65
6	8.1	69
7	7.18	70
8	8.18	65
9	15.5	71
10	6.3	59
11	15.3	78
12	11.28	68
13	13.28	74
14	5.28	67
15	15.3	78
16	5.3	47
17	7.45	72
18	6	72
19	8.14	52
20	11.35	69
21	13.5	74
22	10.14	78
23	5.48	57
24	6.18	69
25	13.29	63
<b>SUMA</b>	<b>232.96</b>	<b>1706</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>9.32</b>	<b>68.24</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>13.97</b>	<b>70.44</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>	<b>3.74</b>	<b>8.39</b>

**TITULO:** EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TRANSFORMACION, SOBRE LOS NIVELES DE EJECUCION EN LA RESOLUCION DE LA TAREA “TORRE DE HANOI”<sup>2</sup>.

**MELO,** Luis<sup>3</sup>; **CARVAJAL,** Carmen<sup>4</sup>.

**Palabras Claves:** Algoritmo, Capacidad, Estrategia, Habilidad, Heurístico, Operador, Potencial.

**Descripción:**

Para determinar el efecto de un programa de entrenamiento en la resolución de problemas de transformación, se utilizo la “torre de Hanoi” como instrumento de evaluación, previamente determinada su confiabilidad y validez. Posteriormente a la intervención, mediante la comparación y análisis, de los datos encontrados se determino la efectividad del programa, incidiendo sobre la variable de ejecución número de movimientos.

**FUENTES:**

Se consultaron un total de 20 referencias, 16 bibliográficas y 4 de Internet, distribuidas de la siguiente manera: Sobre psicología educativa: 3 libros; sobre psicología cognitiva: 8 libros; sobre solución de problemas: 2 libros; sobre metodología: 1 libro; documento del Ministerio de Educación Nacional: 1; el PEI de la Institución; Artículos de Internet: Sobre la “Torre de Hanoi”: 3 artículos; de aprendizaje: 1 artículo.

**Contenido:**

La investigación asume que existe un problema, cuando esta presente una situación inicial la cual es considerada por el individuo como problemática y

- 
2. Trabajo de Grado
  2. Facultad de Ciencias Humanas, Programa de Psicología
  4. Asesor Trabajo de Grado

desea transformarla, ese proceso de transformación implica operaciones de control u operadores, que contribuyen a reducir o ampliar el espacio de estados del problema; el proceso de solución es guiado por reglas, que no son más que cualquier movimiento o ejecución válido; las reglas y operadores pueden ser aplicados a todos los estados para ir pasando de un estado a otro, dentro del espacio de estados hasta llegar al estado final o meta. La resolución de problemas se refiere a cualquier actividad, en que tanto la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática presente son reorganizados para alcanzar un objetivo predeterminado. En el desarrollo de habilidades, existe siempre un punto de partida, el logro gradual de niveles de mayor competencia es una característica de las habilidades. La investigación no pretende establecer que el desarrollo de una habilidad sea estático o lineal; considera su evolución como un proceso dinámico que supone avances y retrocesos, hasta alcanzar niveles de competencias deseados. Como limitantes en la solución de problemas tenemos: los modelos mentales, la persistencia de la disposición, la fijeza funcional, incapacidad para utilizar la información conocida por mala organización y a una inadecuada representación del problema. La ejecución de los expertos en la resolución de problemas, se diferencia en forma significativa de la ejecución de los novatos, ya que muestran un desempeño eficaz y cualitativamente diferente, enfoca los problemas de una manera distinta a los novatos. Dentro de la categoría de problemas estructurados se encuentran los problemas de transformación y la “Torre de Hanoi”, como una muestra representativa de ellos. Esta consiste en una pila de discos (entre tres y seis), de diferente tamaño, ubicados de forma piramidal en una base **A**, la cual constituye el estado inicial de la tarea; el estado meta consiste en ubicar los discos en la misma disposición piramidal en la base **C**, empleando una base **B**, para realizar los movimientos intermedios. Dentro de los procesos involucrados en la solución de la “Torre de Hanoi”, se encuentra: la contrastación, la simultaneidad y la

reversibilidad. En la resolución de problemas están implícitos tres procesos: preparación, producción y enjuiciamiento.

El objetivo general de la investigación consiste en determinar el efecto del programa de entrenamiento sobre los niveles de ejecución en la resolución de la torre, con el fin de alcanzar este objetivo, los objetivos específicos determinan la realización de una evaluación previa a los grupos control y experimental, analizando sus diferencias; luego se aplica el programa de entrenamiento a los sujetos del grupo experimental, posteriormente a la intervención se realiza la evaluación final, determinando luego sus diferencias, por ultimo se realiza una comparación de las evaluaciones pre y post del grupo experimental y grupo control. Las hipótesis que se plantean son la siguientes: como hipótesis de trabajo se plantea que los niveles de ejecución en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi” de los estudiantes sometidos al programa de entrenamiento, es significativamente inferior a los niveles de ejecución de los estudiantes a los que no se aplicó el programa, la hipótesis empírica dice que los niveles de ejecución de los estudiantes sometidos al programa mejoraran, las hipótesis estadísticas manifiestan que a través de la aplicación de la chi cuadrada, se determinarían diferencias en cuatro niveles de comparación: Inicialmente en la comparación de los dos grupos en la pre – prueba, luego comparando los dos grupos en la post – prueba, luego comparando pre – prueba y post – prueba del grupo control y por ultimo comparando la pre – prueba y post – prueba del grupo experimental. Las variables involucradas en la investigación son las siguientes: La variable independiente la constituye el programa de entrenamiento y la variable dependiente esta determinada por los niveles de ejecución en la resolución de la tarea torre de hanoi, en donde se tienen en cuenta tanto el número de movimientos como el tiempo de ejecución. Para la utilización de la torre de hanoi como instrumento de evaluación, se determino inicialmente la confiabilidad aplicando una prueba piloto en una población con características similares a la población final, se realizo luego una estandarización (por medio de la cual se diferencian

tres niveles de ejecución: Bueno, normal y bajo) y una validación por jueces (cuatro), la puntuación promedio obtenida fue de 90% en una escala de 1 a 100.

**Metodología:**

La investigación efectuada es de tipo cuasi experimental, con grupos predeterminados, la selección del grupo experimental y grupo control se realizó al azar. Debido a las características del diseño metodológico se realizó una evaluación previa a la intervención, se aplicó el programa de entrenamiento al grupo experimental y finalmente se realizó la evaluación posterior. Una vez recolectados los datos, estos fueron analizados determinando la efectividad del programa de entrenamiento, frente a esto, se decide beneficiar al grupo control con los efectos del programa, para dar cumplimiento a la norma ética de toda investigación científica. El instrumento de evaluación utilizado fue la torre de hanoi, luego de haberse determinado su confiabilidad y validez.

**Conclusiones:**

Al realizar la comparación de los datos mediante la aplicación de la chi cuadrada en todos los niveles de comparación, se obtuvieron los siguientes resultados: Utilizando el  $gl = 2$ , se observa que se requiere un valor de 5.99 para una significancia con  $p .05$ : Comparación del grupo experimental y grupo control en la pre prueba: Los valores obtenidos fueron: 1.5 para el tiempo de ejecución y 0.54 para el número de movimientos, lo cual indica que no existe diferencia significativa. Comparación de datos en la post prueba: Los valores obtenidos son: 4.34 para el tiempo de ejecución y 32.48 para el número de movimientos, el valor obtenido para el tiempo de ejecución no revela significancia al nivel mostrado, el valor obtenido para el número de movimientos supera el valor crítico de la tabla, mostrando diferencia significativa en los resultados. Comparación de los resultados entre la pre prueba y la post prueba del grupo control: Los valores obtenidos son: 1.63 para el tiempo de ejecución y 5.44 para el número de movimientos, los valores obtenidos, no superan el valor crítico de la tabla, lo cual indica que no existe diferencia en los resultados al nivel

mostrado, se mantienen estables. Comparación de los resultados de la pre prueba y post prueba del grupo experimental: Los valores obtenidos son: 14.1 para el tiempo de ejecución y 27.04 para el número de movimientos. Los valores obtenidos, superan el valor crítico de la tabla, indicando que existe diferencia en los resultados al nivel mostrado. El programa demostró su efectividad reduciendo el número de movimientos en la resolución de la tarea “Torre de Hanoi”, esto implica la puesta en acción de habilidades y estrategias cognitivas de nivel superior. Los resultados no mostraron significancia sobre el tiempo de ejecución, y como esta variable constituye un indicador de la eficiencia de los procesos involucrados en la solución, se podría plantear de manera hipotética, que debido a que el desarrollo de los procesos cognitivos por sus características, requieren de un lapso de tiempo más prolongado y práctica para lograr mayor eficiencia. De acuerdo con los resultados se puede afirmar que las habilidades son educables, en el sentido de que es posible contribuir a su desarrollo de diversas maneras; teniendo en cuenta que: el conocimiento de los procesos a seguir, las técnicas para llevarlo a cabo y la comprensión del problema a resolver, concurren en el desarrollo de las habilidades. Se acepta la hipótesis de trabajo la cual manifiesta que los niveles, de ejecución del grupo experimental serán inferiores en la evaluación posterior, pero únicamente en el sentido que optimiza el desempeño en la variable número de movimientos que confirma la puesta en acción de los procesos involucrados, de esto se establece la posibilidad en el desarrollo de habilidades del pensamiento, mediante la práctica de procesos que el individuo logre adquirir, desarrollar e internalizar. Como recomendaciones importantes dentro de la investigación se tiene: que sería importante la utilización de registros verbales para obtener mayor información de los procesos involucrados, se recomienda también, la realización de estudios longitudinales que inicien en la escuela y se prolonguen hasta los primeros años universitarios, otro aspecto sugerido es la realización de un seguimiento de los participantes en esta investigación. De igual forma se recomiendan estudios sobre la transferencia del

entrenamiento y como aspecto relevante se considera que el proyecto que inicia como una intervención que genera mejoras en el aula, pueda ampliarse de tal forma que se constituya en una visión institucional o en proyecto pedagógico enfocado hacia en el desarrollo de habilidades cognitivas del estudiante.

**Anexos:**

Se incluyen un total de 7 anexos, entre los que se destacan: Anexo A: Formatos de validación del instrumento; anexo B: Programa de entrenamiento; anexo E: Estructura del instrumento.

**Abstract**

Inside the present investigation you determine the effect of a program of training in the solution of transformation problems, on the execution levels in the resolution of the task "Tower of Hanoi". For it was designed it and it applied a program based on the training and stimulation of processes cognitives; the program embrased the topics of perception, memory and imagery, also offering strategies for the solution of transformation problems, using the method of blind search and planing processes for the resolution of problems, it was developed in a period of three weeks during eight sessions of one hour. The evaluation parameters, settled down when determining the execution levels presented in the resolution of the task "Tower of Hanoi". The investigation is of type quasi – experimental, with predetermined groups, the selection of the experimental group and group control one carries out at random, establishing the degree 8-3 and 8-2 respectively as experimental group and control. The program showed its effectiveness, in the analysis of the differences found in the results.