

ESTUDIO DE LA CARGA COGNITIVA EMPLEADA POR NIÑOS DE 6 A 7 AÑOS, EN TAREAS DE FORMACIÓN DE CONCEPTOS ARTIFICIALES; A TRAVÉS DEL USO DE MATERIALES DIGITALES DE TIPO ESTÁTICO O MANIPULATIVO.

MARIA FERNANDA COBO CHARRY (Directora)

ALISSON BAUTISTA PEREZ; INGRID BERNAL PEREZ; DIANA CAROLINA SANDOVAL ALDANA

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA sede BOGOTÁ

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Bogotá, D.C., Noviembre de 2011

ESTUDIO DE LA CARGA COGNITIVA EMPLEADA POR NIÑOS DE 6 A 7 AÑOS, EN TAREAS DE FORMACIÓN DE CONCEPTOS ARTIFICIALES; A TRAVÉS DEL USO DE MATERIALES DIGITALES DE TIPO ESTÁTICO O MANIPULATIVO.

ALISSON BAUTISTA PÉREZ

INGRID BERNAL PÉREZ

DIANA CAROLINA SANDOVAL ALDANA

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA sede BOGOTÁ

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Bogotá, D.C., Noviembre de 2011

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>Capítulo primero</b> .....                                       | 3  |
| <b>Introducción</b> .....   | 3  |
| <i>Antecedentes y planteamiento del problema a investigar</i> ..... | 4  |
| Justificación .....   | 6  |
| <i>Objetivos</i> .....  | 8  |
| <i>Objetivo general</i> .....                                       | 8  |
| <i>Objetivos específicos</i> .....                                  | 8  |
| <b>Capítulo segundo</b> .....                                       | 9  |
| <b>Marco teórico</b> .....  | 9  |
| Conceptos y estudios de los materiales virtuales vs físicos .....   | 9  |
| Cognición y formación de conceptos .....                            | 10 |
| <i>Memoria sensorial</i> .....                                      | 11 |
| <i>Memoria de trabajo</i> .....                                     | 12 |
| <i>Memoria de largo plazo</i> .....                                 | 12 |
| Teoría de la carga cognitiva.....                                   | 12 |
| <i>La Carga cognitiva intrínseca</i> .....                          | 13 |
| <i>La Carga cognitiva extraña</i> .....                             | 13 |

|  |    |
|--|----|
| <i>La Carga cognitiva eficaz</i> .....                                       | 13 |
| Medición de la carga cognitiva.....  | 13 |
| <i>Carga mental</i> .....  | 14 |
| <i>Esfuerzo mental</i> .....   | 14 |
| Desempeño.....   | 14 |
| Métodos de medición.....   | 14 |
| Implicaciones para el diseño instruccional.....                              | 15 |
| <i>Efectos de la teoría de la carga cognitiva sobre la instrucción</i> ..... | 15 |
| Desarrollo cognoscitivo según Piaget.....                                    | 16 |
| <b>Capítulo tercero</b> .....  | 19 |
| <b>Metodología</b> .....   | 19 |
| Tipo de investigación.....   | 19 |
| Diseño.....  | 19 |
| <i>Hipótesis</i> .....   | 20 |
| <i>Variable independiente</i> .....  | 20 |
| <i>Variable dependiente</i> .....  | 21 |
| <i>Esfuerzo mental</i> .....   | 21 |
| <i>Tiempo</i> .....  | 21 |
| <i>Ayudas</i> .....  | 21 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Motivación</i> .....                                 | 22 |
| <i>Retención</i> .....                                  | 22 |
| Control de variables.....                               | 22 |
| <i>Edad</i> .....                                       | 22 |
| <i>Escolaridad previa</i> .....                         | 22 |
| <i>Nivel socioeconómico</i> .....                       | 22 |
| <i>Desarrollo Cognitivo</i> .....                       | 23 |
| Categorías de análisis.....                             | 23 |
| Sujetos.....  | 24 |
| Instrumentos.....                                       | 24 |
| <i>Material digital</i> .....                           | 24 |
| Descripción del material.....                           | 26 |
| <i>El material digital de tipo estático</i> .....       | 26 |
| <i>El material digital de tipo manipulativo</i> .....   | 26 |
| Instrumentos de la variable independiente.....          | 27 |
| <i>Prueba de entrada</i> .....                          | 27 |
| <i>Protocolo de intervención</i> .....                  | 27 |
| Instrumento de medición de la variable dependiente..... | 28 |
| <i>Registro electrónico</i> .....                       | 28 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Cuestionario de esfuerzo mental</i> .....                         | 28 |
| <i>Cuestionario de motivación</i> .....                              | 29 |
| <i>Cuestionario de retención</i> .....                               | 29 |
| Procedimiento.....   | 29 |
| <b>Capítulo cuarto</b> .....   | 32 |
| <b>Resultados</b> .....  | 32 |
| Resultados arrojados por la investigación.....                       | 32 |
| <i>Tiempo en la tarea</i> .....                                      | 33 |
| <i>Numero de ayudas</i> .....  | 33 |
| <i>Esfuerzo mental</i> .....   | 34 |
| <i>Retención inmediata</i> .....                                     | 34 |
| <i>Motivación</i> .....  | 35 |
| Discusión.....   | 35 |
| Conclusiones.....  | 40 |
| <i>Sugerencias y recomendaciones para nuevas investigación</i> ..... | 43 |
| Bibliografía.....  | 45 |

## Lista de anexos

### **Anexo 1**

*Teoría de la Carga Cognitiva, Diseño Multimedia y Aprendizaje* .....48

### **Anexo 2**

*Desarrollo cognoscitivo según Piaget*.....49

### **Anexo 3**

*Prueba de entrada*.....50

### **Anexo 4**

*Protocolo de las casas*.....51

### **Anexo 5**

*Prueba de esfuerzo mental*.....56

### **Anexo 6**

*Prueba de motivación*.....57

### **Anexo 7**

*Prueba de retención*.....58

## Lista de tablas

### Tabla 1

*Material pictórico y atributos utilizados en las pruebas.....25*

### Tabla 2

*Material Digital Manipulativo y Estático.....26*

### Tabla 3

*Variable normal prueba t.....33*

### Tabla 4

*Variable motivación.....35*

### IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

|   |  |
|---|--|
| <b>TIPO DE DOCUMENTO</b>                | Trabajo de grado para optar por el título de LICENCIADAS EN EDUCACIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA   |
| <b>TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO:</b>     | Estudio de la carga cognitiva empleada por niños de 6 a 7 años, en tareas de formación de conceptos artificiales; a través del uso de materiales digitales de tipo estático o manipulativo.  |
| <b>AUTOR:</b>                           | Alisson Bautista Pérez, Ingrid Katherine Bernal Pérez, Diana Carolina Sandoval Aldana.   |
| <b>LUGAR DE DESARROLLO DEL PROYECTO</b> | Universidad de San Buenaventura sede Bogotá<br>Facultad de Educación.  |
| <b>FECHA:</b>                           | Noviembre de 2011.   |
| <b>PALABRAS CLAVES</b>                  | Material instruccional digital, procesos de carga cognitiva, retención, motivación, esfuerzo mental, tiempo, número de ayudas.   |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>          | El trabajo de grado es el resultado de la implementación del material instruccional digital de tipo estático y manipulativo en niños y niñas con edades de 6 a 7 años, a partir de la solución de tareas de formación de conceptos artificiales, |

|                                |            |  |
|--------------------------------|------------|--|
|                                |            | mediando a su vez los procesos cognoscitivos de acuerdos para esta edad.   |
| <b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> | <b>DE</b>  | Formación y Práctica Pedagógica.   |
| <b>DIRECTOR DEL PROYECTO</b>   | <b>DEL</b> | María Fernanda Cobo Charry.  |
| <b>FUENTES CONSULTADAS</b>     |            | <p>Andrade L. (2011). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje. <i>en imprenta</i>. Andrade L., Espitia G., Huertas., Aldana A., y Bacca P. (2011). Tocar o mirar: comparación de procesos cognitivos en el aprendizaje con o sin manipulación física. <i>en imprenta</i>. Andrade L., Cobo C., Díaz D., Flórez P., Garavito M., González D., Hernández R., Parra R y Villarraga A. (2011). Manipulables Físicos para la Formación de Conceptos Artificiales en Niños de 6 a 8 años. <i>Itinerario educaicon</i>, 56 (25), 1-25. Artino, Antony R., Jr. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: An abbreviated review for educational practitioners. <i>AACE, Journal</i> , 16(4), 425-439. Hernandez, R., Fernandez C., y Baptista P;. (1991). <i>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION</i>. Mexico: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V. Hernandez, R., Fernandez C., y Baptista P;. (2010). <i>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION</i>. Mexico: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V. J. Flavell. (1984). <i>El desarrollo cognitivo</i>. Madrid: Visor</p> <p>Lara M. Triona and David Klahr. (2003). Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional Materials on Elementary School Students' Ability</p> |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | <p>to Design Experiments. <i>COGNITION AND INSTRUCTION</i>, 21 (2), 149-173. Manches, A., y O'Malley, C. (In press). (n.d.). Tangibles for learning: a representational analysis of physical manipulación. <i>learning Sciences Research Institute</i> , 1-24. Rolo G., Díaz C., y Hernández F. (2009). Desarrollo de una Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM). <i>Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones</i>, 25 (1), 29-37. Salomon G, . (1990). Cognitive effects with and of computer technology. <i>Communication Research</i> , 26-44. Sweller, J. (2003). Human Cognitive Architecture. <i>edited by B. Ross</i> , 374-379. Uttal, D.H.,LIU,L., Y deloache, J. S. (1999). Taking a hard look at concreteness: Do Concrete Objects help Young Children Learn Symbolic Relations? <i>Handbook of early child development</i> , 177-192.Vygostsky, L. (1995). Pensamiento y lenguaje. (Fausto, Ed.)</p> |
| <b>CONTENIDOS</b>  | <p>Conceptos y estudios de los materiales virtuales vs físicos, cognición y formación de conceptos, memoria sensorial, memoria de trabajo, memoria de largo plazo, teoría de la carga cognitiva, la carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extraña, carga cognitiva eficaz, medición de la carga cognitiva, carga mental , esfuerzo mental, desempeño, métodos de medición, implicaciones para el diseño instruccional, efectos de la teoría de la carga cognitiva sobre la instrucción, desarrollo cognoscitivo según Piaget .</p>  |
| <b>METODOLOGÍA</b> | <p>Investigación de enfoque cuantitativo (Hernandez. R., Fernandez. C., y Baptista. M, 2010), el cual recolecta y analiza datos para probar hipótesis que han sido formuladas previamente. Además confía en la medición numérica, y el</p>  |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <p>uso de la estadística para hacer inferencias a partir de los resultados obtenidos, enfatizándose así en la precisión y exactitud, para lograr poseer niveles de validez y confiabilidad en el proceso de construcción del conocimiento.</p>  |
| <b>CONCLUSIONES</b> | <p>Se evidencia que el uso de material móvil permitió un mejor desarrollo de las pruebas en relación con el material estático, puesto que las variables dependientes tiempo, número de ayudas, retención y motivación no hubo diferencia significativa, mientras que si se evidenciaron diferencias significativas mínimas en cuanto al esfuerzo mental. Por otra parte, conocer la Arquitectura de la mente humana permitió a las maestras de primera infancia, entender la organización de las estructuras y funciones de los procesos cognoscitivos orientándonos hacia el conocimiento del aprendizaje infantil. Cabe resaltar que el material presentado a los participantes del experimento fue adecuado, aunque en momentos se evidenció desconfianza con la herramienta del mouse. Finalmente el trabajo de investigación aunque es un experimento cuantitativo no pretende homogeneizar la singularidad de los sujetos, sino por el contrario lograr procesos cognoscitivos en cada participante de los diferentes contextos educativos.</p> |

## RESUMEN

El presente trabajo de grado, busca identificar los procesos de carga cognitiva durante tareas de formación de conceptos, desde del uso de material digital. Por tanto, se adaptó un experimento basado en la prueba piloto del macro proyecto; con el fin de medir la implementación del material instruccional virtual en la ejecución de la tarea. La muestra fué constituida por 30 niños (as) con edades de 6 a 7 años divididos en dos grupos (A y B) de la misma institución. La condición experimental A inhibió la manipulación digital en cuanto al uso de material estático, debido a que presentó fotos sin movimiento, que solo se podían subrayar con la herramienta del lápiz encontrada en el programa Paint, haciendo agrupaciones por colores (rojo y azul). La condición experimental B permitió la manipulación digital; ya que los sujetos tuvieron la experiencia de rotar y mover de un lado al otro el material digital, con ayuda del mouse, formando agrupaciones según la instrucción. Por consiguiente, se refleja que en la condición A los sujetos requirieron más tiempo y un mayor número de ayudas para culminar la prueba. En consecuente con lo anterior, se observó que la condición experimental B logró adquirir información a largo plazo más que la condición experimental A. Finalmente el material presentado fue una propuesta que conlleva al descubrimiento de los materiales instruccionales digitales, contribuyendo así a los procesos cognoscitivos de los sujetos. De este modo, es necesario explorar si este tipo de material en otras edades y nivel social, puede llegar al cambio en la educación; puesto que el presente trabajo de grado es un primer paso hacia la consecución de este importante objetivo.

**Palabras claves;** material instruccional digital, procesos de carga cognitiva, retención, motivación, esfuerzo mental, tiempo, número de ayudas.

## **CAPÍTULO PRIMERO**

### **Introducción**

El presente ejercicio de investigación busca estudiar la relación que existe entre el uso de materiales instruccionales digitales y los procesos de carga cognitiva en niños y niñas respectivamente de 6 a 7 años. Para ello, el presente estudio intenta indagar cómo la utilización del material digital puede repercutir en la ejecución de tareas de formación de conceptos. Con el propósito de profundizar un poco más en la comprensión de este fenómeno, se propone un ejercicio de manipulación de material instruccional digital de dos tipos: uno estático y uno manipulativo.

Conviene entonces profundizar en la comprensión del desarrollo cognitivo infantil y de los métodos más apropiados para estimular dicho desarrollo. Lo anterior es uno de los objetivos prioritarios en el marco de las ciencias cognitivas y de las ciencias de la educación; sin embargo en las experiencias educativas en términos del diseño e implementación de los materiales instruccionales digitales se puede destacar el ajuste de estos hacia las necesidades de los educandos. Por lo consiguiente, es necesario aumentar la comprensión de la forma en que se estructuran los procesos cognoscitivos humanos, particularmente en los niños.

Ahora bien, el diseño e implementación de estos materiales instruccionales ya sean de tipo manipulativo o estático, deben tener en cuenta la forma en la que está estructurado cognitivamente el cerebro humano.

El trabajo de investigación busca indagar la relación que existe entre los procesos de carga cognitiva en tareas de formación de conceptos, ya que un maestro para la primera infancia es necesario profundizar en la comprensión de la cognición humana; lo

cual puede ayudar y repercutir en el diseño de material didáctico al igual que en la planeación de clases, porque en la medida que se conozcan mejor los procesos cognitivos del sujeto el maestro podría ajustar sus dinámicas pedagógicas; logrando así una innovación en cuanto al uso dematerial.De igual forma éltrabájopretende brindar un aporte al estudió de todos esos fenómenos de investigación.

### *Antecedentes y planteamiento del problema a investigar*

El presente trabajó de investigación, se enmarca dentro de la línea de investigación “Formación y Práctica Pedagógica” en un macro proyecto que es el “Estudiócomparativo de la influencia del uso de representaciones externas con distintos grados de manipulación física (digital estático, digital manipulativo, pictórico estático y pictórico manipulativo) en los procesos de carga cognitiva empleada por niños de 5 a 7 años al resolver tareas de formación de conceptos artificiales” que específicamente está indagando la relación del material instruccional y los procesos cognoscitivos infantiles. En el macro proyecto existe un pilotaje:*Manipulativos físicos para estudiar la formación de conceptos artificiales*” (Andrade L., Cobo C., Díaz D., Flórez P., Garavito M., González D., Hernández R., Parra R y Villarraga A., 2011); En dicho pilotaje se adaptó el “Método de La Doble Estimulación” originalmente trabajado por Vigotsky. El material creado para esta primera fase del proyecto consistió en: 12 casas, 12 carros y 12 muñecas con tres atributos diferentes para cada grupo. La muestra consistió en 7 niños y niñas de 6 a 8 años de edad. En el análisis de resultados se evidenció que el desarrollo de conceptos no es homogéneo de acuerdo a la edad. Además, se encontró que los sujetos de 8 años son más minuciosos y observadores, por lo que toman más tiempo para clasificar los objetos. A partir de la anterior experiencia se avanzó en la comprensión de la naturaleza de los manipulativos físicos que pueden ser esenciales en las edades entre los 6 y 8 años de edad, ya que brindan al niño la oportunidad de tocar, coger, mover, trasladar y organizar su material de aprendizaje. De esta manera, se le facilita observar las características de los objetos y los detalles de los mismos, con el fin de formar un concepto potencial.

Posteriormente se realizó un trabajo donde se adaptó la experiencia del pilotaje: *“Tocar o Mirar: Comparación de Procesos Cognitivos en el Aprendizaje con o sin Manipulación Física”*(Andrade L., Espitia G., Huertas., Aldana A., y Bacca P., 2011). Para ello, se diseñó un experimento en donde fue posible explorar cómo la utilización de material tangible influye en la resolución de una tarea, a partir de los conceptos de carga cognitiva, mapeo cognitivo, representación dual y pericia. El material utilizado fue una adaptación de la primera fase, donde se implementó como recurso un tablero con 12 (doce) fotos de las casas y a su vez el material físico. La muestra estuvo constituida por 30 niños de edades de 7 a 9 años del mismo colegio, escogidos al azar y divididos en dos grupos (A y B). La evidencia empírica muestra que los participantes en la condición experimental A favoreció la manipulación física debido al uso de un material que los niños podían tocar, levantar, rotar y mover de un lado al otro para formar agrupaciones donde requirieron más tiempo y un mayor número de ayudas para completar la prueba.

La condición experimental B inhibió la manipulación física debido a que presentó fotos en vez de material tangible, e impidió la agrupación espacial de los materiales reemplazándolos por marcas sobre un tablero realizadas con un marcador. A su vez, se encontró que ambas condiciones experimentales fueron igual de efectivas para la consolidación de la información de largo plazo. Se concluyó que ha sido más importante la forma del material, antes que el tipo de interacción con el mismo. El estudio propuso explorar si otro tipo de actividad, ó disminuir la edad de los sujetos, podría hacer posible, que la manipulación física tuviera mayor relevancia para el aprendizaje.

Actualmente en el macro proyecto hay dos proyectos en curso: el primero con material pictórico digital de tipo estático y manipulativo implementado en niños con edades entre los 6 y 7 años y un trabajo paralelo con material pictórico físico de tipo estático y manipulativo, los cuales fueron adaptados del material creado en el pilotaje. Desde este punto se busca estudiar cómo el material virtual influye en los procesos de carga cognitiva de tipo intrínseca, extraña y eficaz de los niños y niñas a partir de la ejecución de tareas de formación de conceptos. El material implementado en el macro

proyecto, correspondió a 12 casas con tres diferentes atributos (techo verde, ventanas cuadradas y segundo piso), las cuales han sido adaptadas a un material virtual en dos programas de software que contenían imágenes de las 12 (doce) casas. La muestra fue constituida por 30 niños y niñas en edades de 6 a 7 años divididos en dos grupos (A y B) de la misma institución. Por otra parte se plantearon niveles de medición en la variable dependiente en correlación con la manipulación de la variable independiente, que son subprocesos de control pertenecientes a la carga cognitiva, donde se deriva: el esfuerzo mental, el tiempo, números de ayudas, retención y motivación en la ejecución de la tarea de formación de conceptos. Esto resulta de interés para el investigador porque son las variables que se deducen y serán una de las causas que producen el efecto supuesto. Para obtener evidencia de esta relación causal supuesta, el investigador manipula la variable independiente para ver su efecto sobre la dependiente. Es decir, hace variar a la independiente y observa si la dependiente varía o no. (Hernandez, R., Fernandez C., y Baptista P., 1991)

*Pregunta de investigación:*

¿Cómo afecta el tipo de interacción con un material digital, a la carga cognitiva empleada por niños de 6 a 7 años, al resolver tareas de formación de conceptos artificiales?

*Justificación*

Este trabajo de investigación hace parte de un macro proyecto que busca analizar el uso de material instruccional virtual de tipo estático y móvil; para esclarecer la manera cómo deberían ser diseñados y usados en los diferentes ámbitos educativos logrando darle una aplicación adecuada a estos.

Específicamente, este ejercicio investigativo busca iluminar las implicaciones que puede tener este fenómeno, con respecto al uso de material virtual en niños de 6 a 7 años. Así mismo busca ayudar a comprender los aspectos que deben ser tenidos en cuenta

para diseñar el material de tal forma que favorezca el aprendizaje infantil. Ya que en el presente proyecto de investigación se estudian las repercusiones del uso de los materiales instruccionales digitales e intenta brindar a los educadores formas de conocer y profundizar la relación que existe entre las actividades educativas infantiles y el desarrollo cognoscitivo del aprendiz.

Conviene entonces preguntarse si: ¿los entornos virtuales pueden llegar a remplazar a entornos de material físico en la enseñanza durante los primeros grados de preescolar? Sin embargo se parte de la realidad, de que, contestar esta pregunta implica conocer más este fenómeno y el presente estudio pretende ser un aporte de un tema que hasta ahora empieza a ser investigado.

Adicionalmente, profundizar en la comprensión del impacto formativo del uso de diferentes materiales instruccionales, podría ayudar a entender mejor qué tipo de procesos cognitivos se verían beneficiados o potenciados a partir de la interacción mediada con los materiales digitales ya sean de tipo estático o manipulativo.

De este modo, se busca brindar un aporte hacia la comprensión de cómo la tecnología digital, puede incluirse en los procesos de enseñanza de tal forma que se favorezcan los procesos cognitivos en el aprendizaje de los niños, cómo una herramienta potencial de la que se desconocen aún todos sus posibles usos y beneficios.

Sería factible pensar que, algún día, las tecnologías de la información reemplazarán los materiales didácticos concretos que se encuentran hoy en día en las aulas de clase y cambiarlos por salones tecnológicos. Por eso, esta investigación podría aportar a esclarecer la naturaleza del uso de material digital. Sin embargo esta afirmación no será un hecho hasta aclarar la naturaleza del uso del material virtual para poder sustentar este posible cambio en la educación; el presente trabajo de grado es un primer paso hacia la consecución de este importante objetivo.

## *Objetivos*

### *Objetivo general:*

Analizar la carga cognitiva empleada por niños de 6 a 7 años, en tareas de formación de conceptos artificiales, a través del uso de materiales digitales de tipo estático o manipulativo.

### *Objetivos específicos:*

1. Identificar el nivel de esfuerzo mental según la interacción con el material digital empleado (Estático o manipulativo).
2. Identificar el tiempo de ejecución de la tarea según la interacción con el material digital empleado (Estático o manipulativo).
3. Identificar el nivel de retención de conceptos artificiales según la interacción con el material digital empleado. (Estático o manipulativo).
4. Identificar el número de ayudas requeridas por el sujeto, para completar la tarea de formación de conceptos artificiales, según la interacción con el material digital empleado (Estático o manipulativo).

## CAPÍTULO SEGUNDO

### Marco Teórico

#### *Conceptos y estudios de los materiales virtuales vs físicos*

El uso de materiales físicos en el contexto educativo ha generado una investigación importante acerca de sus beneficios en el aprendizaje del niño, lo que permitió integrar la tecnología digital en los objetos físicos para innovar en “Manipuladores digitales”(Uttal, D.H.,LIU,L, Y Deloache, J. S, 1999); logrando de esta forma acceder a una tecnología tangible para el aprendizaje y generando la creación de nuevos materiales educativos. Sin embargo, no es claro sustentar un aprendizaje eficaz a partir del uso de los manipulativos digitales; puesto que los materiales físicos no presentan una iluminación frente a los beneficios educativos, lo que hace difícil dar información apropiada a los diseños de materiales digitales.

Por lo tanto, es pertinente realizar un paralelo entre manipulativos físicos y manipulativos digitales. Ya que varios autores discuten sobre la importancia que demuestra los manipulativos físicos en el aprendizaje de la infancia. A partir de este planteamiento, según Marshall, se identifica "los efectos de lo físico" como uno de los seis temas en un marco analítico para guiar la investigación y el desarrollo de bienes materiales para el aprendizaje. Por otro lado O'Malley y Fraser también hablan sobre los beneficios de la manipulación física, como por ejemplo el gesto y la retroalimentación táctil. Sin embargo Marshall, O'Malley y Fraser retoman la importancia importante frente a los posibles mecanismos de aprendizaje de tangibles, no sólo de la manipulación de las

representaciones físicas, sino también de la interacción posterior con representaciones digitales.

Por otro lado, se muestra el material digital, el cual hace referencia a la tecnología, implementación y sus diversas maneras para interactuar cómo una interfaz entre el ser humano y el computador. Conviene entonces, anotar que dicho material se trabaja desde la particularidad de los canales sensoriales. Desde el estudio de Salomon G, , 1990 de (Manches, A., y O'Malley, C. (In press) es importante tener en cuenta no sólo los efectos, si no la manera en que aprende el sujeto a manipular este tipo de tecnologías; logrando así un óptimo desarrollo de la tarea basado en las representaciones externas.

Con relación a lo anterior, es posible citar el trabajo de (Lara M. Triona and David Klahr, 2003), quienes realizaron un estudio de "Manipulación Activa" con niños de 4° y 5° grado, a quienes se les enseñó cómo diseñar experimentos sencillos ,utilizando uno de los dos métodos de instrucción: materiales físicos y/o virtuales. Los dos materiales físico y virtual fueron realizados con éxito sin ninguna confusión, logrando los objetivos de aprendizaje e instrucción propuestos. La disponibilidad de los estudiantes para trabajar en los computadores cómo una motivación, hizo un avance en las escuelas primarias de los EE.UU situándolos en una opción atractiva para la instrucción de materias. Este aporte indica a los docentes y estudiantes la importancia de tener otras herramientas de trabajo en el aula de clase para motivar y desarrollar los contenidos temáticos del año escolar.

#### *Cognición y formación de conceptos*

Se ha recurrido a la ciencia cognitiva y a las diversas investigaciones acerca de los mecanismos que están involucrados en el aprendizaje. Se revisó el estudio de (Sweller, 2003) sobre la arquitectura de la mente humana, planteada cómo la forma en que están organizadas las estructuras y funciones necesarias para los procesos cognitivos humanos; desde la construcción de los sistemas naturales y el procesamiento de la información, aplicados a la cognición humana en términos de los cinco principios descritos por (Artino, Antony R., Jr, 2008; Sweller, 2003). (*Teoría de la Carga Cognitiva, Diseño*

*Multimedia y Aprendizaje (anexo1))*

Estos principios constituidos por los sistemas naturales de la transferencia de la información de una entidad a otra (memoria de trabajo a memoria de largo plazo) son utilizados en la ejecución de una actividad de formación de conceptos. A continuación se describirán estos 5 principios.

1. Principio de almacenamiento: Es el proceso que realiza el cerebro de almacenar o guardar la información en la memoria de largo plazo para formar esquemas.
2. Principio de los préstamos: Es el proceso para la permanencia del almacenamiento de la información, mediante la transferencia de esta de la memoria de trabajo a la memoria de largo plazo.
3. Principio de endeudamiento: Es el proceso para cambiar en la memoria de largo plazo, la información antigua por una nueva y estructura la información para hacer frente a un entorno cambiante.
4. Principio de génesis: Este principio representa el proceso efectivo del almacenamiento, cuando se realizan cambios de información para que no se destruya la información adquirida ni antigua.
5. Principio de cambio: Este proceso describe la relación que ejecuta el cerebro con la información que recibe del medio externo y la almacena.

Así pues, la Arquitectura Cognitiva es la manera cómo las estructuras y funciones cognitivas del ser humano están organizadas. Según (Sweller, 2003) la información que entra al cerebro es procesada en tres diferentes estructuras, a saber: a) la memoria sensorial; b) la memoria de trabajo; y c) la memoria de largo plazo.

*a) Memoria sensorial.*

Los canales sensoriales son sistemas tales como el visual y el auditivo, los cuales constituyen la clave de nuestra capacidad para localizar los diferentes estímulos del entorno. La memoria sensorial recibe el estímulo de los sentidos y los almacena por un

muy corto periodo de tiempo (1-3 seg aprox.). Su función es convertir los estímulos sonoros y de la vista en información auditiva y visual, pero no les asigna significado. Ambos canales se encuentran separados y la información que allí llega se procesa independientemente (Shaffer, Doube, & Tuovinen, 2003) de (Andrade L, 2011).

b) *Memoria de trabajó*

Hace referencia a la limitación de información, tanto en capacidad y duración, es decir, en la memoria de trabajó sólo se pueden contener cerca de 7 (siete) ítems a la vez, (Artino, Antony R., Jr, 2008). Además, en el procesamiento de la información (es decir, la organización, el contraste, y la comparación), dan lugar a responder al estímulo en lugar de almacenarlo. Los seres humanos son capaces de manejar dos o tres elementos de información simultáneamente, dependiendo del tipo de transformaciones (Sweller, 2003).

c) *Memoria de largo plazo*

Es la construcción de esquemas. A diferencia de la memoria de trabajó, la capacidad de la memoria a largo plazo es esencialmente sin límites. Además, la información contenida en la memoria a largo plazo se organiza y se almacena en forma de estructuras de conocimiento de dominio específico conocido como esquemas (Andrade L, 2011).

*Teoría de la carga cognitiva*

Ahora bien, debido a que todo contenido nuevo debe ser procesado en la memoria de trabajó, demasiada carga cognitiva puede impedir que el sujeto dedique recursos valiosos para la formación de esquemas y almacenamiento de información a largo plazo. Por lo tanto, la Carga cognitiva es la interacción entre las exigencias de la tarea y las capacidades o recursos para desarrollar dicha tarea (Rolo G., Díaz C., y Hernández F., 2009). Así pues, se busca entender la interacción entre el material y los recursos cognitivos del sujeto, lo cual proveería una indicación de las demandas esperadas en la capacidad mental de un tipo de aprendizaje, con cierto material, en una tarea determinada.

Según (Artino, Antony R., Jr, 2008) la carga cognitiva es la cantidad total de actividad mental procesada conscientemente en un momento dado, cuando un sujeto se encuentra resolviendo una tarea. Pero no toda la carga cognitiva es la misma, se encuentran tres tipos de carga cognitiva que puede aparecer en el momento de resolver dicha tarea. A continuación se explicarán cada una de los tres tipos de carga cognitiva:

#### *La Carga cognitiva intrínseca*

Se refiere a la carga inherente a la complejidad de la tarea y al nivel de experiencia del aprendiz. Una tarea específica puede ser compleja para el novato pero fácil para el experto. (Artino, Antony R., Jr, 2008)

#### *La Carga cognitiva extraña*

Es el distractor que tiene el material, el cual no pertenece a este, es decir lo que no está directamente relacionado con el esquema de la construcción o la automatización de los conocimientos (Artino, Antony R., Jr, 2008).

#### *La Carga cognitiva eficaz*

Es el resultado de los procesos cognitivos beneficiosos, es decir la elaboración de los esquemas cognitivos. Esto permite entender cómo el niño implementa y hace uso de la memoria de trabajo en el desarrollo de la tarea de formación de conceptos artificiales; ya que la construcción de la información se produce en la memoria de trabajo. En concreto, el contacto con el nuevo material, permite a los estudiantes atender y manipular segmentos relevantes de información en la memoria de trabajo antes de almacenarlas en la memoria a largo plazo (Artino, Antony R., Jr, 2008).

#### *Medición de la carga cognitiva*

Para la realización de los estudios empíricos, los investigadores han apelado a varias maneras de medir la carga cognitiva. Según los teóricos, la medición de la carga cognitiva ha contribuido al éxito de la TCC, y es indispensable para su futuro desarrollo (Paas,

Tuovinen, Tabbers, & Van Gerven, 2003) de (Andrade L, 2011). Este constructo teórico no puede ser medido directamente, así que los investigadores se han apoyado en la evaluación de dimensiones medibles tales como la carga mental, el esfuerzo mental y el desempeño.

#### *Carga mental*

La carga mental se origina en la interacción entre la tarea y las características del sujeto. Ésta puede ser determinada sobre la base de entender y evaluar las características de estas dos variables, lo cual proveería una indicación de las demandas esperadas en la capacidad mental de un tipo de aprendiz resolviendo una tarea determinada. En esencia, funciona como un estimado a priori de la carga cognitiva. (Andrade L, 2011)

#### *Esfuerzo mental*

Este aspecto se refiere a los recursos cognitivos que en un momento dado se destinan para resolver una tarea. Se mide en el momento de realizar la tarea o/y después.

#### *Desempeño*

Se entiende cómo los logros cuantificables del aprendiz cómo por ejemplo el número correcto de respuestas, la cantidad de errores o el tiempo que le llevo resolver la tarea.

#### *Métodos de medición*

Se ha realizado principalmente por medio de dos técnicas: analítica o empírica. Los métodos analíticos son estimados de la cantidad de carga mental que una persona requiere para resolver un problema determinado.

Por tanto el presente ejercicio de investigación se inclina en los métodos empíricos, quienes usualmente miden el esfuerzo mental de los participantes por medio de instrumentos subjetivos, encuestas basadas en escalas Likert, las cuales registran el reporte introspectivo de esfuerzo mental que han requerido los participantes al resolver una tarea.

### *Implicaciones para el diseño instruccional*

#### *Efectos de la teoría de la carga cognitiva sobre la instrucción*

Los efectos de la TCC se pueden utilizar para mejorar el diseño o en otras palabras, para alinear la enseñanza con la manera cómo la mente humana está configurada para procesar la información. En general, estos efectos permiten comprender la forma cómo se presenta la información gráfica, escrita y auditiva. Además, una recomendación principal es la integración de los gráficos con el texto y a su vez reemplazar las descripciones escritas por descripciones habladas para el aprendizaje del sujeto.

La premisa básica de la TCC, busca disminuir la carga cognitiva extraña (distractor que tiene el material), logrando de esta forma desarrollar en gran parte la carga cognitiva intrínseca (carga inherente a la complejidad de la tarea y al nivel de experiencia del aprendiz), obteniendo así como resultado la carga cognitiva eficaz (directamente encargada de la construcción y automatización de esquemas). Permitiendo lograr el diseño de un material instruccional, para que el sujeto obtenga un aprendizaje adecuado sin distractores, ni información errónea.

Por otra parte, la formación de conceptos ha sido un tema que se ha investigado anteriormente. Algunos de estos estudios se han llevado a cabo por medio de experimentos, dentro de los cuales cabe destacar el “Método de la Doble Estimulación” propuesto originalmente por Vigotsky (1995). El cual consiste en presentar al sujeto 22 trozos de madera de color, forma, peso, y tamaño variados. Los trozos de madera presentaban 5 colores diferentes, 5 formas diferentes, 2 alturas (altos y chatos) y dos tamaños de la superficie horizontal (grande y pequeño). Las 22 piezas tenían en un costado oculto una palabra sin sentido. Cada palabra estaba asociada con dos atributos en común (Vygostsky, 1995). Por lo anterior, el trabajo de grado retoma la adaptación de este método; donde se implemento cómo material 12 fotos de casas con tres atributos

presentados como: diseño de los techos, forma en las ventanas (cuadradas, circulares) y número de ventanas; que se encuentran en el programa de Paint cómo representación manipulativa y Power Point cómo representación estática.

Con este material, los sujetos debían encontrar tres palabras ocultas sin sentido que se encuentran inmersas en los atributos de las casas. Teniendo en cuenta que cada palabra tiene una característica en común y al final de la prueba se convierte en un concepto real.

### *Desarrollo cognoscitivo según Piaget*

Basándose en las etapas del desarrollo planteadas por Piaget (Flavell, 1984), la segunda infancia se da desde los (2 a 6 años) es decir, los niños se encuentran en la etapa pre operacional lo que significa que son seres que piensan y conocen de una forma incomparablemente más madura y tienen mayor contacto con el contexto que los rodea, por tanto cuando finalizan dicha etapa; se da inicio a la tercera infancia que va desde los (7 a 12 años) donde continúan con la etapa de operaciones concretas, mostrando así ser sujetos más sensibles a la distinción básica entre lo que parece ser y lo que en realidad es.

Por tanto, es necesario resaltar que según el desarrollo cognoscitivo planteado por Piaget el niño en la etapa pre operacional muestra una “*centración*” lo que significa atender a un solo rasgo que sea de interés, mientras que en la etapa operacional concreta se evidencia la “*descentración*” que es el análisis perceptivo de toda la situación. (Flavell, 1984)

Sin embargo, durante el periodo inmediatamente anterior se desarrolla un cierto sentido de las constancias o consistencias describibles en términos cualitativos, tales como regularidades habituales en el entorno, covariaciones predecibles entre acciones, objetos y hechos; en esto consisten precisamente las identidades y funciones de Piaget. (Flavell, 1984)

Con respecto a los términos cualitativos, las identidades se refieren a la diferencia cognitiva por parte del niño sobre una cualidad de un objeto y las funciones es la capacidad para apreciar relaciones funcionales simples y covariaciones recurrentes entre hechos observables. (Anexo 2 descripciones del desarrollo cognoscitivo según Piaget)

Por otra parte, surge la irreversibilidad que son las operaciones intelectuales que tiene el niño de 7 años y la reversibilidad que son las operaciones mentales y el pensamiento que tiene el niño de preescolar.

De este modo, se puede denominar que el niño en etapa pre-operacional es más dependiente de sus pares para resolver problemas conceptuales del niño que se encuentra en la etapa de operaciones concretas, ya que es capaz de solucionar una mayor cantidad de tareas y problemas cognoscitivos. En otras palabras, el niño mayor tiene una noción mucho mejor de lo que es un problema conceptual, de los que es una solución a un problema y a su vez el sujeto tiene un razonamiento construido desde sus anteriores etapas para llegar a entender estos juicios perceptuales.

Se ha reconocido entonces, que los sujetos del experimento demostraron seguridad y compromiso frente a las pruebas a desarrollar, verificando sus errores y obteniendo nuevos conocimientos, atendiendo cuidadosamente a la entrada perceptiva durante toda la realización de la tarea, aunque en última instancia se dé cuenta de que la tarea requiere en realidad un juicio conceptual en vez de perceptivo.

Por consiguiente, se evidencia que los niños adquirieron una mayor retención en cuanto a los conceptos desarrollados; una comunicación constante entre el docente y el participante, la apropiación de un lenguaje acorde con la edad en que se encuentran, el contacto con el medio que los rodea y la capacidad de autorregulación a través de la ejecución de las pruebas en los distintos programas de software.

Tomando en cuenta lo anterior se evidencia que los niños de 6 a 7 años de edad tienen habilidad de comunicarse consigo mismo y con los demás, de simbolizar,

almacenar, retener, reflexionar sobre los resultados de sus propias experiencias frente al desarrollo de cada una de las pruebas tanto con material digital manipulativo cómo con estático.

## **CAPÍTULO TERCERO**

### **Metodología**

#### *Tipo de investigación*

El presente estudio se basa en un enfoque cuantitativo (Hernandez. R., Fernandez. C., y Baptista. M, 2010), el cual recolecta y analiza datos para probar hipótesis que han sido formuladas previamente. Además confía en la medición numérica, y el uso de la estadística para hacer inferencias a partir de los resultados obtenidos, enfatizándose así en la precisión y exactitud, para lograr poseer niveles de validez y confiabilidad en el proceso de construcción del conocimiento.

#### *Diseño*

Basándonos en el aporte anterior, el trabajo de investigación considera los diversos tipos de diseños Descriptivos que buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables, donde se implementará los “pre experimentos” (Hernández. R., Fernandez. C., y Baptista. M, 2010), se llama así, porque su grado de control es mínimo, donde consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cual es el nivel del grupo en éstas.

A partir de esto se intentará conocer cómo el tipo de interacción con el material digital, desde el descubrimiento de tres palabras ocultas “Curtem”, “Dactu” y “Mirka”;

influye en los procesos de carga cognitiva que ocurren durante una tarea de formación de conceptos, buscando describir la implementación del uso del computador y lograr así un beneficio en la tarea que sea interiorizada por el sujeto.

### *Hipótesis*

La investigación parte de la posibilidad de indagar los siguientes resultados hipotéticos:

El material de tipo estático presenta un mayor esfuerzo mental en la realización de tareas de formación de conceptos artificiales empleadas por niños de 6 a 7 años.

El material de tipo estático presenta un mayor tiempo en la realización de tareas de formación de conceptos artificiales empleadas por niños de 6 a 7 años.

El material de tipo estático presenta mayor número de pistas requeridas por el sujeto para completar la tarea de formación de conceptos artificiales con el tipo de representación digital empleada.

El material de tipo estático presenta una mayor retención de la información en la tarea de formación de conceptos artificiales empleada en niños de 6 a 7 años.

El material de tipo manipulativo presenta mayor motivación en la realización de tareas de formación de conceptos artificiales empleadas por niños de 6 a 7 años.

Cómoso mencionó anteriormente se dará uso de dos variables, las cuales son necesarias de explicar a continuación:

### *Variable independiente*

Es la variable que se puede manipular y se considera cómosupuesta causa en una relación entre variables(Hernández, R., Fernandez C., y Baptista P;, 1991). En esta variable se trabaja el tipo de interacción con el material digital de tipo estático o manipulativo.

La variable independiente se refiere a la representación de tipo estático y la representación de tipo manipulativo, que privilegia la manipulación por medio del mouse como una interacción entre computador y humano.

#### *Variable dependiente*

Es la una variable que no se manipula, sino que se mide para ver el efecto de la manipulación de la variable independiente sobre ella. (Hernández, R., Fernandez C., y Baptista P., 1991). En esta se trabaja la carga cognitiva en tareas de formación de conceptos artificiales.

Para el presente estudio las variables dependientes corresponden a: esfuerzo mental, tiempo, ayudas, motivación y retención, las cuales se explicarán a continuación.

#### *Esfuerzo mental*

Se refiere a los recursos cognitivos que en un momento dado se destinan para resolver una tarea. El proceso que se obtiene de la interacción del sujeto con el material; será el esfuerzo mental en la memoria de trabajo que el sujeto tuvo que utilizar para solucionar el problema. (Ver tabla 5)

#### *Tiempo*

Es una variable que mide la duración del aprendiz en la realización de las tareas. En este estudio se tendrá en cuenta el tiempo que gastan los sujetos para desarrollar la tarea con cada tipo de material, pues a mayor carga cognitiva mayor tiempo en la tarea. Esta variable se midió a partir de los registros de filmación que se realizaron en el momento del desarrollo de las pruebas.

#### *Ayudas*

Es el apoyo ofrecido al aprendiz a lo largo de la tarea que está realizando. En este estudio se contará el número de pistas, compuestas por ejemplos y contraejemplos presentados

al aprendiz, por medio de las cuales llega a descubrir el significado de la palabra artificial. Esta variable se midió a partir de los registros de filmación que se realizaron en el momento del desarrollo de las pruebas.

#### *Motivación*

Proceso afectivo, a través del cual se experimenta una necesidad o deseo específico dirigiendo la conducta hacia una meta. En la prueba de motivación se encarga de medir el nivel de interés que presenta cada niño(a) al momento de ejecutar el protocolo, es decir, el estado de ánimo ya sea positivo o negativo. (Ver tabla 6)

#### *Retención*

El proceso cognitivo de memorización, a través del cual se registra, almacena y evoca información, se mide desde una prueba de memoria y se encarga de medir el nivel de retención de la información representada durante una tarea. Se realiza una prueba un mes después de la aplicación. (Ver tabla 7)

#### *Control de Variables*

Adicionalmente, se tendrán en cuenta otras posibles variables para controlar la confiabilidad del estudio cómo son:

#### *Edad*

La edad de los sujetos participantes en la investigación, es de 6 a 7 años aproximadamente, el cual tendremos en cuenta su nivel de desarrollo intelectual.

#### *Escolaridad previa*

El experimento se realizará con los alumnos de una misma institución educativa (Cafam) y pertinentemente que se encuentren en los grados transición y primero.

*Nivel socioeconómico:*

Es una variable que debemos tener en cuenta ya que puede influir en el desempeño del estudio a realizar. Por ello el experimento se realizará con alumnos de una misma institución educativa, observando si el estrato socioeconómico es equivalente.

*Desarrollo Cognitivo*

Se intenta controlar la variable a partir de una noción emitida por los maestros acompañando los procesos académicos de los estudiantes. Por esto se evidencia en las pruebas aplicadas que los sujetos del colegio Cafam con edades entre los de 6 a 7 años, están según Piaget(Flavell, 1984) en la etapa operacional concreta; la cual se caracteriza por el pensamiento verdaderamente lógico, logrando una formación de conceptos pertinente para dicha edad. Por lo consecuente se evidenció un reporte por las maestras sobre los estudiantes acerca de su nivel cognitivo en cuanto al desarrollo de las actividades; obteniendo como resultado: la no pérdida de logros, la presentación coherente de trabajos y tareas, favoreciendo así la interacción de los sujetos frente al desarrollo de las pruebas aplicadas.

*Categorías de análisis*

Conceptualización de las palabras ocultas “Curtem”, “Dactu” y “Mirka”.

El objetivo de establecer estas palabras(“Curtem”, “Dactu” y “Mirka”) en los estudiantes; es lograr la formación de conceptos como característica fundamental, para comprender la relación entre la palabra y símbolo, llegando así a la interacción con el material instruccional y la carga cognitiva que el sujeto utilizó para desarrollar las tareas de formación de conceptos.

Los conceptos a desarrollar “Curtem”, “Dactu” y “Mirka”, se definen de la siguiente manera:

CURTEM: Corresponde a la imagen de la casa que tiene como atributo techo verde.

DACTU: Corresponde a la imagen de la casa que tiene como atributo ventanas cuadradas.

MIRKA: Corresponde a la imagen de la casa que tiene como atributo dos pisos.

### *Sujetos*

Los sujetos seleccionados corresponden a un grupo de 30 niños y niñas entre edades de seis (6) a siete (7) años, los cuales cursan primero de primaria en la misma institución educativa (Cafam). Los sujetos provienen de diferentes contextos familiares compuestos por padre y madre, madres cabeza de familia, abuelos, tíos o hermanos. Pero a pesar de las diferentes circunstancias en las que viven, son niños y niñas cuyo desarrollo cognoscitivo es coherente con la edad en que se encuentran según las etapas de desarrollo planteadas por Piaget.

El grupo de los 30 niños y niñas, fueron divididos en dos grupos de manera espontánea, cada uno de 15 sujetos. El primer grupo utilizará el material digital estático y el segundo trabajará con el material digital manipulativo.

Se establecieron los siguientes criterios básicos de selección para la inclusión de los sujetos dentro del estudio:

a) Niños y niñas de primero de primaria, entre los 6 y 7 años, ya que tienen conocimientos previos del uso adecuado del computador, con el fin de lograr el desarrollo de conceptos, los cuales se describen en un proceso creativo, donde la actividad y la palabra son de igual importancia.

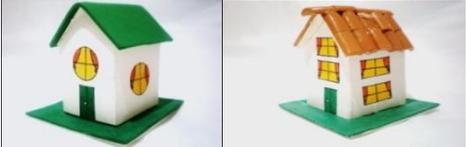
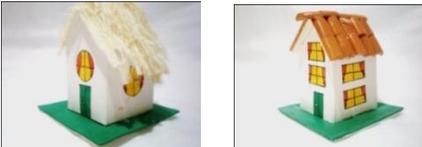
b) El ideal con los sujetos era tener un contacto permanente y organizado en cuanto a la implementación del tiempo utilizado para el desarrollo de cada una de las pruebas y los conocimientos obtenidos con estas.

*Instrumentos*

*Material digital*

En la presente investigación los materiales digitales se entienden cómo un recurso de aprendizaje que está diseñado y desarrollado con una lógica y estructura diferente a los materiales ya existentes y que son utilizados en las aulas de clases, por lo tanto este tipo de material permiten la integración de elementos cómo imágenes, sonidos, video y textos, posibilitando el máximo de conectividad e interactividad entre los sujetos involucrados; con respecto a las tres palabras ocultas.

**Tabla 1. Material pictórico y atributos utilizados en las pruebas.**

| Material   | Características  |
|--|--|
|  <p data-bbox="224 1150 483 1182"><b>Teja      Paja Verde</b></p>    | <p data-bbox="1230 1045 1328 1077"><b>TECHO</b></p>    |
|  <p data-bbox="256 1451 581 1482"><b>Un piso      Dos pisos</b></p> | <p data-bbox="1138 1335 1219 1367"><b>PISOS</b></p>    |
|  <p data-bbox="224 1745 597 1776"><b>Circular      Cuadrado</b></p> | <p data-bbox="1138 1629 1284 1661"><b>VENTANAS</b></p> |

**Nota:** A cada casa creada en el Macro proyecto se le toma una foto y se lleva al programa de Microsoft Word, las cuales son organizadas por atributos.

De este modo se compara el tipo de interacción entre material digital y el esfuerzo mental que genere dicha interacción. Así el niño estará frente a un computador observando 12 fotos de casas, con diferentes atributos (Ver figura 1), que se encuentran en los programas de Paint cómo material manipulativa y Power Point cómo material estático.

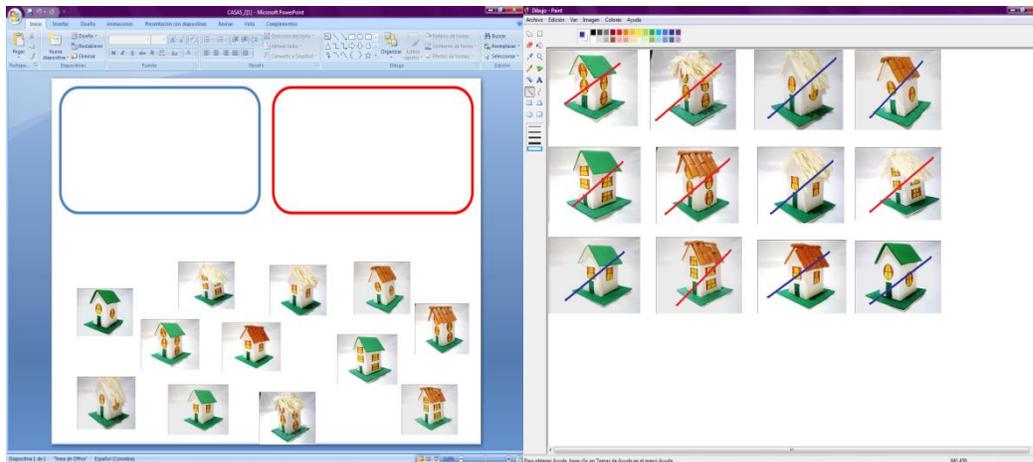
### Descripción del material

#### *El material digital de tipo estático*

Es donde el niño, debe realizar el ejercicio visual a partir de la enmarcación de la casa que él cree que es la palabra oculta. (Ver tabla 2)

En este tipo de material el sujeto no podrá hacer ningún movimiento con las imágenes de las casas, solamente podrá marcarlas con ayuda de un marcador (herramientas del programa) de color (rojo y azul), logrando así realizar categorización y poder descubrir cada palabra oculta.

**Tabla 2. Material Digital Manipulativo y Estático**



**Nota:** A la derecha se puede observar el material de tipo estático diseñado en el programa de Paint y a la izquierda el material de tipo manipulativo diseñado en el programa Power Point con las fotos ajustadas del macro proyecto.

### *El material digital de tipo manipulativo*

Es cuando el niño, implementa el mouse y le permite realizar movimientos de los objetos digitales para lograr las agrupaciones de las casas correspondientes a la palabra oculta. (Ver tabla2)

En este tipo de material el sujeto podrá mover las imágenes con ayuda del mouse a dos rectángulos de color azul y rojo, obteniendo la agrupación de las casas según la indicación de la formadora.

### Instrumentos de la variable independiente

#### *Prueba de entrada*

Se elaboró una prueba de entrada (Ver anexo 3), en la cual se le presentó al sujeto un juego denominado “las habilidades del mouse”, que facilito medir el grado de conocimiento en cuanto al uso del computador. En esta investigación se utilizo cómo herramientas el mouse y el computador.

Para la ejecución de esta prueba de entrada, se les informo a los sujetos que debían por medio del mouse abrir un archivo indicado por el asesor y a su vez cerrarlo, posteriormente de haberlo logrado debía abrir el programa de Paint y escribir en él su nombre con la herramienta del lápiz para luego borrarlo.

Finalmente, si el sujeto lograba realizar las pruebas y había tenido buen uso del computador, se daba inicio a la prueba de intervención, donde estos niños serán divididos en dos grupos de manera aleatoria, cada uno de 15 sujetos. El primer grupo utilizará el material digital estática y el segundo grupo trabajará con el material digital manipulativa de este modo realizarán la prueba adaptada del método de la doble estimulación (Vygotsky, 1995).

### *Protocolo de intervención*

La intervención del protocolo consistió en descubrir varias palabras ocultas a través de un juego llamado “Descubrir qué significa la palabra oculta” (Ver anexo 4). En total, son tres palabras que cada sujeto debe descubrir (Curten, Dactu y Mirka) ya descritas anteriormente. En este tipo de material el sujeto implementara el mouse y podrá realizar movimientos con cada una de las imágenes de la casas, logrando hacer agrupaciones para así descubrir la palabra oculta en la que se está trabajando.

De este modo se adaptaron 6 protocolos de intervención, dos por cada palabra, en ese sentido serian tres protocolos para la prueba digital de tipo estático y tres para la prueba digital de tipo manipulativo. Estos protocolos fueron adecuados para la edad de estos niños con preguntas y palabras claras que describieran correctamente los pasos a seguir; esta prueba se realizó a niños de la misma edad en diferentes contextos para comprobar la claridad de la información y si estaba coherente con los procesos de aprendizaje que se desarrollan en esta edad.

Cada protocolo consistía en una serie de pautas que ayudaba a guiar al sujeto, así como un número de pistas para resolver la tarea. Las pistas estaban constituidas por dos ejemplos y dos contraejemplos lo que representaba el numero de ayudas que el sujeto podía utilizar para descubrir la palabra. Posteriormente se tenía una ayuda si el sujeto no podía descubrir la palabra la cual le explicaba cómo se agrupaban los materiales y que características representaba cada palabra.

### *Instrumentos de medición de la variable dependiente*

#### *Registro electrónico*

Se utilizaron dos cámaras fotográficas con las cuales se realizaron los videos de cada uno de los sujetos realizando las diferentes pruebas, para posteriormente observarlos, transcribirlos y analizarlos

### *Cuestionario de esfuerzo mental*

Se diseñó un instrumento de medición, que consiste en un cuestionario de esfuerzo mental, que permitió medir la carga cognitiva empleada en la memoria de trabajo que el sujeto tuvo que utilizar para solucionar el problema.

Cuando el sujeto terminaba de realizar el protocolo de intervención, desarrollaba esta prueba, la cual consistía en responder cuatro preguntas que indicaban la complejidad de la prueba y que carga cognitiva había utilizado el participante al utilizar el material digital de tipo estático y manipulativo ya que esta prueba se le realizaba a los dos grupos de estudio. (Ver tabla 5)

### *Cuestionario de motivación*

Se refiere a la implementación de un cuestionario con tarjetas de imágenes de cara: muy feliz, feliz, normal y triste, que accedió a medir el interés que el sujeto tuvo en el momento de desarrollar la prueba de intervención. (Ver tabla 6)

### *Cuestionario de retención*

Se realizó un cuestionamiento de retención que consistió en mostrarle al niño en una hoja 6 preguntas con las imágenes de las casas, donde el niño debía marcar con una equis (x) según el enunciado las imágenes. Esta prueba permitió medir la retención de largo plazo de los sujetos que utilizaron el material digital de tipo estático y manipulativo. (Ver anexo 7)

### *Procedimiento*

La investigación se desarrolló en seis momentos.

El primer momento consistió en la búsqueda teórica de cómo el material instruccional digital ayudaría en el aprendizaje del niño desde las diferentes capacidades de los niños de primero de primaria, con el fin de identificar cómo influye el material en el

aprendizaje del niño; desde el desarrollo del proceso mental en una tarea cognitiva, para llegar a formar conceptos.

El segundo momento se caracterizó el ajuste del material digital de tipo estático y manipulativo, los cuales favorecieron el análisis de la carga cognitiva empleada por niños de 6 a 7 años en tareas de formación de conceptos artificiales. Para el diseño de este material se tuvo en cuenta 12 fotos de casas construidas en los programas de Paint como representación manipulativa y Power Point como representación estática; quienes se describirían bajo las palabras ocultas “curtem”, “dactu” y “mirka”, y cuyos rasgos determinantes fueran claramente descritos anteriormente. Cada una de estas palabras da cuenta a un significado de difícil categorización debido a que el material tiene similitudes y confunde al sujeto. Del mismo modo, se especifica para cada palabra la medición operacional que son el número de ayudas el tiempo y esfuerzo mental. Las cuales son controladas por los instrumentos de medición y luego analizadas.

Un tercer momento consistió en la búsqueda y la recopilación de los datos de la población con la que se iba a trabajar, retomando al mismo tiempo la caracterización teórica y conceptual.

El cuarto momento se trató de la implementación de los protocolos, los cuales se diseñaron 6 iguales para el desarrollo de las tres palabras ocultas. Estos protocolos describían la forma de abordar al niño con preguntas y los pasos a seguir, a medida que se iba desarrollando la prueba. Además de lo anterior, los protocolos se probaron con 6 sujetos en edades de 5 a 7 para comprobar su validez, antes de implementarlo en los sujetos escogidos. Así mismo, en estas pruebas de ensayo se encontró, que los sujetos requerían de una repetición constante en cuanto a las características que describía la palabra oculta, para lograr culminar la prueba y no efectuar un alto nivel de ayudas. La comunicación entre los sujetos y las docentes en formación incremento el vocabulario y el contacto más profundo en cuanto al uso del computador. Resulta conveniente notificar que se descartó a los niños de 5 años porque se demoraban en la manipulación del

material y esto arrojaría un error en las pruebas al medirlas; ya que no era por descarga cognitiva que se demorarían en desarrollar la prueba, sino por competencias de tecnología.

El quinto momento consistió en la aplicación de las pruebas tanto con material digital estático como manipulativo, donde se utilizó como instrumento de registro la firmadora, para medir el tiempo y el número de ayudas, que serían verificadas con la revisión de estos registros y automatizadas en un cuadro de Excel. Posteriormente terminada la prueba cada niño respondería a un cuestionario de la prueba de esfuerzo mental y motivación. Con el fin de obtener el grado de complejidad que el niño y la niña, encontró en la información adquirida al desarrollar la tarea de formación de conceptos y el grado de motivación que le generó al niño interactuar con el material instruccional. A partir del desarrollo de las pruebas se encontró que la mayoría de los niños entre edades de 6 a 7 años, tienen un buen uso del computador aunque requirieron de ayuda por parte de la docente en formación, para lograr culminar cada prueba con satisfacción y al mismo tiempo cumplir con el objetivo que estas proponía.

Finalmente, el sexto momento de la investigación correspondió al análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO CUARTO**

### **Resultados**

#### *Resultados arrojados por la investigación*

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 en español. Se considera en primer lugar un análisis descriptivo para cada una de las variables, posteriormente se llevó a cabo la prueba de KolmogorovSmirnov para comprobar la normalidad en la distribución de las variables cuantitativas medidas en escala intervalar.

En la variable de motivación se aplicó la prueba WilcoxonWhitney por estar medida en una escala ordinal. En último lugar, se realizó la prueba t para muestras relacionadas para comparar la retención inmediata.

Dentro de la prueba de KolmogorovSmirnov todas las variables medidas presentan una distribución normal ( $p > 0.05$ ), lo que posibilita el uso de pruebas paramétricas, cuando se realicen comparaciones con estas variables (Ver figura 3)

**Tabla 3:** Variable normal prueba t

| <b>Variable</b>            | <b>Condición</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación típica</b> | <b>t</b> | <b>Significación</b> |
|----------------------------|------------------|--------------|--------------------------|----------|----------------------|
|                            |                  |              |                          |          | <b>(Bilateral)</b>   |
| <b>TIEMPO</b>              | Estático         | 4.28         | 1.74                     | -0.11    | 0.91                 |
|                            | Manipulativo     | 4.22         | 1.07                     |          |                      |
| <b>AYUDAS</b>              | Estático         | 2.62         | 0.61                     | -0.80    | 0.43                 |
|                            | Manipulativo     | 2.46         | 0.43                     |          |                      |
| <b>ESFUERZO MENTAL</b>     | Estático         | 2.68         | 0.41                     | -2.35    | 0.02                 |
|                            | Manipulativo     | 2.38         | 0.26                     |          |                      |
| <b>RETENCION INMEDIATA</b> | Estático         | 0.50         | 0.28                     | 0.35     | 0.72                 |
|                            | Manipulativo     | 0.53         | 0.22                     |          |                      |

**Nota:** En la tabla se puede encontrar las variables dependientes tomadas en cuenta para la realización de las pruebas, el tipo de material, la media, desviación típica, la t y la significación bilateral obtenidas desde los resultados tabulados.

#### *Tiempo en la tarea*

En los resultados arrojados se evidencia una media de 4.28 min (DS=1.74) para el material estático (programa Paint), y una media de 4.22min(DS=1.07) para el material manipulativo (programa de Power Point). Por su parte en la prueba de diferencias de medias se obtuvo un valor de t: -0.11, con una significación de 0.91 ( $p > 0.05$ ). Por tanto no se evidencia diferencia significativa entre las medias, es decir que el uso de material manipulativo o estático no influyó en el tiempo para desarrollar la tarea, aunque se podría decir que el grupo que trabajó con material instruccional de tipo estático ocupó más tiempo; que el grupo que trabajó con material instruccional de tipo manipulativo. (Ver tabla 4)

#### *Número de ayudas*

Se puede anotar que los datos demostrados en esta variable no tienen diferencia significativa, de acuerdo a una media de 2.62 ayudas (DS=0.61) para el material estático (programa Paint), y una media de 2.46 de ayudas (DS=0.43) para el material manipulativo (programa de Power Point). Respectivamente en la prueba de diferencias de medias se

obtuvo un valor de  $t$ : -0.80 y una significación de 0.43 ( $p > 0.05$ ). Se concluye que el grupo que desarrolló la tarea con apoyo del material instruccional de tipo estático requirió un poco más ayuda que los sujetos que trabajaron con el material instruccional de tipo manipulativo. (Ver tabla 4)

#### *Esfuerzo mental*

El grupo que utilizó el material estático (programa Paint) obtuvo una media de 2.68 (DS=0.43) para y el grupo que trabajó con el material manipulativo (programa de Power Point), asumió una media de 2.38(DS=0.26); se evidencia que existe una diferencia significativa de acuerdo a  $t$ : -2.35 y a una significación de 0.02( $p < 0.05$ ). Es decir, los sujetos que trabajaron con el material instruccional de tipo estático requirieron más recursos cognitivos en la memoria de trabajo que los sujetos que trabajaron con el material instruccional de tipo manipulativo. (Ver tabla 4)

#### *Retención inmediata*

Según la prueba de retención los estudiantes que trabajaron con el material estático (programa Paint) tuvieron una media de 0.50 (DS=0.28) y los sujetos que desarrollaron la prueba en material manipulativo (programa de Power Point) obtuvieron una media de 0.53(DS=0.22). Por su parte, la comparación de las medias de  $t$ : 0.35, y significación de 0.72( $p > 0.05$ ). Es decir, los niños y las niñas que trabajaron con el material instruccional de tipo estático obtuvieron el mismo nivel de retención que los niños y las niñas que trabajaron con el material instruccional de tipo manipulativo. No hay diferencia significativa en la retención de los conceptos. (Ver tabla 4 )

**Tabla 4:** *Variable motivación*

| <i>Prueba de Mann –<br/>Whitney</i><br><b>Condición</b> | <b>Rango<br/>promedio</b> | <b>Suma de<br/>rangos</b> | <b>Z</b> | <b>Significación<br/>(bilateral)</b> |
|---|---------------------------|---------------------------|----------|--------------------------------------|
| Estático  | 16.53                     | 248.00                    | -0.69    | 0.48                                 |
| Movible   | 14.47                     | 217.00                    |          |                                      |

*Nota:* En la tabla se puede encontrar la variable de motivación tomada en cuenta para la realización de las pruebas, la condición, el rango promedio, suma de rangos la z y la significación bilateral obtenidas desde los resultados tabulados.

### *Motivación*

Según la prueba de motivación WilcoxonWhitney arrojóalestudió, la evidencia empírica de no tener diferencia significativa por los aprendices en los dos grupos, teniendo en cuenta un rango promedio de 16.53 para material estático (programa Paint) y 14.47 para material movible (programa de Power Point).Por lo tanto tuvo un promedios de z:- 0.69 y una significación de 0.48 ( $p>0.05$ ). Lo que indica que el tipo de material no influyó en la motivación del desarrollo de la tarea, aunque se reporta mayor motivación con el uso del material instruccional de tipo estático. (Ver figura 5)

### *Discusión*

En esta parte, se discute cómo se relacionan las características medidas con respecto a los conceptos provenientes de la ciencia cognitiva y el desarrollo cognoscitivo según Piaget descriptos anteriormente.

Para esta discusión se tomaran en cuenta lavariable dependiente que es la medición del efecto de la manipulación de la variable independiente sobre ella. En otras palabras es la medición de la carga cognitiva producida en la manipulación del material instruccionalde tipo estático o manipulativo. Para ello es utilizado las variables

operacionales que son: tiempo en la tarea, número de pistas, esfuerzo mental, retención y motivación; las cuales demostraron pocas evidencias empíricas con respecto a su medición. Solo el esfuerzo mental arrojó una diferencia significativa en cuanto a las otras variables.

Ahora bien, la diferencia significativa que se reportó en el esfuerzo mental obtenida desde el cuestionario aplicado a los sujetos del experimento, establece que el uso del material digital de tipo estático mostró una diferencia significativa de acuerdo a  $t: -2.35$  y a una significación de  $0.02$  ( $p < 0.05$ ). Es decir, los sujetos que trabajaron con el material instruccional de tipo estático requirieron más recursos cognitivos en la memoria de trabajo que los sujetos que trabajaron con el material instruccional de tipo manipulativo.

Por lo anterior, se puede proponer que los sujetos que utilizaron el material instruccional de tipo estático obtuvieron una carga cognitiva intrínseca por el material (Artino, Antony R., Jr, 2008) lo que conllevó a la implementación del principio de préstamo, (Sweller, 2003) ya que utilizaron los conceptos almacenados en la memoria de largo plazo y los adquiridos en la memoria de trabajo para dar respuesta a la tarea designada y darle solución al problema. En efecto, este material estático, no requería movimiento de los objetos, ya que estaba inmóvil; para que el sujeto observara correctamente sus características y pudiera tener mayor concentración en la complejidad de la tarea. Al realizar la agrupación según la instrucción y el ejemplo dado, el sujeto relacionaba los atributos de forma, color, tamaño y material, lo que llevó a tener un mayor esfuerzo mental para resolver la tarea; ya que estas características se debían asociar a una palabra que no tenía significado en ningún idioma.

En cambio al trabajar con el material digital de tipo manipulativo, generó una carga cognitiva extraña con el material (Artino, Antony R., Jr, 2008), los niños tuvieron un menor esfuerzo mental, posiblemente porque el material instruccional no llenó las expectativas del sujeto y las imágenes eran de un tamaño menor, por lo tanto era más centrada la utilización del canal visual (Artino, Antony R., Jr, 2008) con este material.

Por consiguiente, la variable de tiempo en la tarea se puede relacionar con el nivel de carga cognitiva, pues a mayor carga cognitiva mayor tiempo en la tarea (Artino, Antony R., Jr, 2008). Lo que evidenció que la manipulación de los sujetos desarrollará una carga cognitiva extraña más no eficaz, es decir, en el momento de realizar la tarea de formación de conceptos los sujetos tuvieron distractores del medio, ya que los participantes se demoraron en encontrar las palabras ocultas por precisar la descentralización de los atributos observados, realizando énfasis en: sombras de las casas, contraste de colores (techo y piso), cortinas, tamaño de las puertas y casas. Debido a esto se demuestra mayor carga cognitiva para la solución de las tareas, pues necesitan centrarse en los atributos relevantes y no superficiales que tenían las casas.

Es decir, en el material manipulativo los niños se demoraron menos en resolver la tarea, debido a que tuvieron mayor facilidad para observar las características pertinentes de los objetos. Es posible, que el material instruccional digital de tipo manipulativo fuera más objetivo respecto al tipo de presentación.

Por el contrario, los sujetos que utilizaron el material digital de tipo estático demostraron una mayor dificultad al descubrir la palabra oculta, puesto que la presentación del material ilustraba una mirada más general de lo que conformaba la casa. Paralelamente a esto se presentó una diferencia mínima en cuanto al tiempo en contraste con el material manipulativo.

Igualmente en la variable de número de ayuda no hubo diferencia significativa; lo cual se manifiesta en que el apoyo necesitado por los participantes, está relacionado con la carga cognitiva de tipo extraña (Artino, Antony R., Jr, 2008), la cual podría estar inferida en la atención del sujeto y su habilidad para categorizar, ordenar y clasificar la información. Corresponde también citar a (Sweller, 2003) para el procesamiento de la información que concibe tener en la instrucción del material una gama de información referente a los ejemplos y los contraejemplos que se le plantean al sujeto, para poder encontrar la palabra oculta, es decir, el sujeto debe tener una memoria de trabajo cambiante y paralela con la información almacenada en la memoria de largo plazo y de

esta forma poder dar respuesta acertada en sus procesos cognoscitivos. Así mismo conviene decir que los aprendices utilizaron el proceso de principio de cambio que es la relación que ejecuta el cerebro con la información que recibe del medio externo y la almacena.

Los sujetos que trabajaron con el material instruccional digital de tipo estático, requirieron una cantidad más de ayuda para encontrar el significado de la palabra oculta, posiblemente porque la complejidad de este material fue más alta para los estudiantes que en el material manipulativo.

Se concibe pues, que las fotos del material estático generaron una carga cognitiva más alta; lo que llevó a utilizar un mayor número de ejemplos y contraejemplos, para que el sujeto tuviera un pensamiento crítico de lo que observaba, centralizando así la información de los canales sensoriales.

De acuerdo con la variable de retención se observó, no tener una diferencia significativa entre los dos materiales instruccionales digitales, es posible retomar a (Sweller, 2003) sobre sus principios de los sistemas naturales y contrastar este resultado con el principio de génesis que se refiere al proceso efectivo del almacenamiento, cuando se realizan cambios de información para que no se destruya la información adquirida ni antigua, es decir el sujeto utilizó la información antigua y la alcanzada en ese momento para desarrollar la actividad, pero este proceso no llegó a completarse en la memoria de largo plazo porque el sujeto solo suplió las necesidades que le demandaba la realización de esta tarea, en consecuencia la carga cognitiva que fue utilizada es intrínseca (Artino, Antony R., Jr, 2008) que se refiere a la información previa que deberá tenerse en cuenta el sujeto del material, pues son esos esquemas que ya se encuentran formados en la memoria de largo plazo que influyen directamente en la capacidad de la memoria de trabajo del aprendiz para poder darle solución al problema.

En el material instruccional de tipo estático utilizada por los sujetos tuvo un poco menos de retención inmediata, esto podría ser porque el material presentado era agrupado por medio de un herramienta del programa, que subrayaba los conjuntos, pero

estas fotos no eran ubicadas en un espacio determinado sino marcadas según su posición, podría esto explicar que no fue muy claro para los participantes este tipo de agrupación.

En contraste, con el material instruccional de tipo manipulativo que obtuvo un poco más de retención inmediata, es posible determinar que el programa facilitó al sujeto agrupar los objetos en un rectángulo determinado, lo que conllevaba a tener familiarización con este tipo de procesos ya que con materiales físicos se utiliza de esta manera para agrupar objetos con acordado atributo.

Por su parte, la variable de motivación tampoco mostró una diferencia significativa en los dos grupos de estudio. Se presenta entonces, que los sujetos estuvieron satisfechos con la realización de la tarea y a ninguno de los dos grupos les pareció aburrido ni normal según la respuesta en el cuestionario de motivación. Por lo tanto, en la utilización del materiales instruccionales también se mide el estado de ánimo que puede generar un tipo de material ya que se pueden comprobar hipótesis, de si, el sujeto está en un estado de ánimo alterado el desarrollo de la actividad no va a ser satisfactoria y va a concebir una carga cognitiva extraña pero no eficaz, para llegar a dar solución al problema de razonamiento.

Según Piaget (Flavell, 1984) y el estudio de (Manches, A., y O'Malley, C. (In press)) es importante las características y la presentación del material instruccional que se le muestra al sujeto para incentivar esta curiosidad de descubrir, organizar, analizar, formar conceptos y generar posibles hipótesis de la palabra oculta. Si el material instruccional no desarrolla en el sujeto un razonamiento pertinente la tarea se volverá superficial y no lógica para el proceso cognoscitivo de este tipo de infancia.

Se puede señalar, que los componentes provenientes de la ciencia cognitiva permitieron en los sujetos la organización de estructuras y procesamiento de la información a partir del uso del material digital. De este modo se pretendió ayudar a nutrir el campo del desarrollo cognoscitivo y diseño instruccional; sin negar la individualidad del niño para lograr ambientes educativos y sin pretender homogeneizar a

los sujetos del estudio, ya que cada individuo desarrollo sus identidades y funciones para categorizar y utilizar el conocimiento del entorno, llegando al razonamiento y solución del problema.

Finalmente, es posible anotar que la utilización del material instruccional de tipo estático y manipulativo provee una fuerte exigencia cognoscitiva desde la organización, clasificación y formación de conceptos, que genera la prueba con las doce casas y sus tres atributos que el sujeto debe descubrir a lo largo de la interacción con el material. También es placentero comprobar que la variable de motivación arrojó un número positivo sobre la interacción que tiene el ser humano con la tecnología de este modo muestra que si es agradable repercutir en el diseño de material didáctico al igual que en la planeación de clases con este tipo de material, porque en la medida que se conozcan mejor los procesos cognitivos del sujeto, el maestro debe ajustar sus dinámicas pedagógicas; logrando así una innovación en cuanto al uso del material.

### *Conclusiones*

El objetivo del trabajo de grado fue medir los procesos de carga cognitiva cognoscitivos, en niños con edades de 6 a 7 años frente al uso de material instruccional digital. La condición experimental A no permitió la manipulación digital en cuanto al uso de material estático, ya que los participantes no tuvieron la oportunidad de tocarlos, levantarlos, rotarlos, sino exclusivamente subrayarlos con la herramienta del lápiz encontrada en el programa aint haciendo agrupaciones por colores( rojo y azul). La condición experimental B permitió en cierta medida la manipulación digital, debido a la implementación de material manipulativo, ya que los sujetos tuvieron la experiencia de rotarlo y moverlos de un lado al otro con la herramienta del mouse, llegando a formar agrupaciones con relación a las palabras ocultas.

En tal sentido se refleja que la condición A los participantes requirieron más tiempo y un mayor número de ayudas para culminar la prueba. Respecto a lo anterior se observó que en la condición experimental B se logró adquirir información a largo plazo,

más que en la condición experimental A. Donde al comparar los procesos cognoscitivos se puede deducir que el material en la condición B permitió a los sujetos emplear su memoria viso- espacial con mayor apropiación.

Por otra parte, la manipulación de material de tipo estático y manipulativo género en cierta medida carga cognitiva extraña, lo que requirió mayor tiempo, poca atención, y descentralización a la hora de desarrollar las pruebas.

De esta manera, se evidencia que para la condición experimental A, a pesar de que el material estático fue menos concreto, se logró desarrollar la prueba desde un desempeño favorable. Cabe resaltar que el uso de las fotografías de las casas en los programas de Power Point y Paint resultó ser una adecuada representación simbólica que hizo las veces de objeto y de representación, aunque en momentos mostró dificultad debido a la falta de confianza con la herramienta del mouse. Además se puede resaltar que el material digital empleado en las pruebas fue más llamativo e innovador para los sujetos, lo que produce distracción al momento de manipularlos para desarrollar las tareas que se les asigna.

De la misma manera, cuando los participantes de la condición A como de la B alternaban de una prueba a la otra para descubrir la palabra oculta, demostraban un desempeño más homogenizado en relación al tiempo y el número de ayudas empleado, ya que en las otras variables dependientes como esfuerzo mental, retención y motivación se evidencia diferentes resultados en cuanto a la utilidad de la carga cognitiva. En otras palabras, al momento que los sujetos tenían contacto con las pruebas independientemente del material que estuvieran utilizando; el desempeño y los procesos cognoscitivos adquiridos iban hacer similares. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados o datos requieren de una mayor investigación, ya que son solo predicciones de un trabajo investigado.

En último lugar, se puede inducir que los elementos derivados de la ciencia cognitiva muestran una explicación significativa frente al aprendizaje que reciben los

sujetos través del material instruccional digital. En general, se puede deducir que en el diseño de dicho material, debe tener en cuenta adquirir los procesos cognoscitivos de: carga cognitiva de donde se deriva el esfuerzo mental, la retención, motivación, tiempo en la tarea y número de ayudas.

Bajo este punto, se puede derivar que el uso de material “digital” es pertinente para niños que se encuentran en la finalización de la etapa pre operacional (2 a 6 años) e iniciando la etapa de operaciones concretas (7 a 12 años) indicadas por Piaget, ya que tienen la capacidad de indagar, observar minuciosamente características específicas, implementar un lenguaje concreto, pero sobre todo hacer un buen uso e interactuar con el computador cómo herramienta dispensable dentro de un contexto educativo. Sin embargo, es posible aclarar la necesidad de la intervención por parte de las docentes en formación en cuanto al apoyo constante, para lograr que los participantes culminaran las diferentes pruebas, encontrando así las palabras ocultas que no tienen un significado real.

Para finalizar lo descrito anteriormente, se deduce que el material instruccional digital de tipo estático y manipulativo fueron pertinentes para la edad escogida, aunque las herramientas cómo el lápiz en el programa de Paint con relación al material estático no fue la más apropiada; ya que el sujeto no tenía la suficiente confianza con este lo que requirió un mayor tiempo para el desarrollo de la tarea al igual que el numero de ayudas por parte del instructor, mientras que la herramienta del mouse en el material manipulativo permitió mayor contacto entre el sujeto y el computador, pues se podían hacer movimientos con el material.

De este modo, entendiendo que todos los seres humanos tienen diferencias individuales, no deseamos decir que los niños aprenden o tienen aprendizajes a un mismo ritmo, el impacto del estudio no busca homogenizar el aprendizaje de los niños, como educadoras sabemos y tenemos en cuenta que los niños son sujetos de derechos, como un singularidad que los caracteriza, por tanto esta investigación no pretende minimizar en la importancia de generar ambientes educativos para los niños por el contrario busca brindar aportes a este gran campo de conocimiento en el diseño de material instruccional,

que es un campo interdisciplinar integrado por la psicología cognitiva, las ciencias cognitivas, por la didáctica, la pedagogía que busca diseñar material para impactar educativamente a los niños, nadie ha dicho que se piense que todos los niños son iguales o que el material se vaya a diseñar para implementarlo de manera idéntica en los niños, esto es un estudio cuantitativo, de diseño descriptivo, pre-experimental que busca acercarse a la comprensión de uso de la naturaleza de materiales digitales de tipo estático o manipulativo, por tanto aportar a un gran campo de conocimiento para dilucidar mejor esta investigación en la comprensión infantil, el fenómeno como desarrolla el pensamiento del niño a través de las didácticas innovadoras con el uso de material digital. Estos ambientes se diseñan a partir de la diversidad de los niños teniendo en cuenta la manera cómo piensan los niños y como se relacionan en sus etapas de desarrollo según la respectiva edad.

#### *Sugerencias y recomendaciones para nuevas investigación*

Se considera que las características escogidas para la población de estudio, cómo son: las edades, y nivel social, permitieron analizar los procesos cognoscitivos de los sujetos en cuanto al desarrollo de tareas de formación de conceptos. Además cabe resaltar la importancia de probar el material diseñado en niños diferentes a los manejados en el experimento; para así observar los posibles errores que pueden demostrar o si por el contrario son adecuados y pertinentes para las edades escogidas llevándolos así con más seguridad a un contexto educativo y logrando a su vez cumplir con los objetivos propuestos. Por otra parte es necesario controlar la elaboración así como las instrucciones que se le van a dar a los sujetos, por medio de instrumentos cómo lo son “los protocolos” que fueron ajustados del macro proyecto.

Cabe agregar, que se recomienda tener en consideración la posición en que se toman las fotografías de los objetos a utilizar, ya que pueden alterar el desarrollo de la prueba a partir de la carga cognitiva extraña (distractores) y ocasionar de esta forma el aumento de esfuerzo mental.

En conclusión, para próximas investigaciones será necesario aumentar el tipo de actividades, para comprender la diferencia que puede existir entre el material físico trabajado desde el macro proyecto con el material instruccional digital utilizado en el presente trabajó, para dar cuenta del aprendizaje adquirido. También cabe la posibilidad de adaptar este tipo de material con niños menores a la edad trabajada; para llegar a observar si los procesos cognoscitivos son desarrollados eficazmente y a su vez obtenido un aprendizaje.

## BIBLIOGRAFÍA

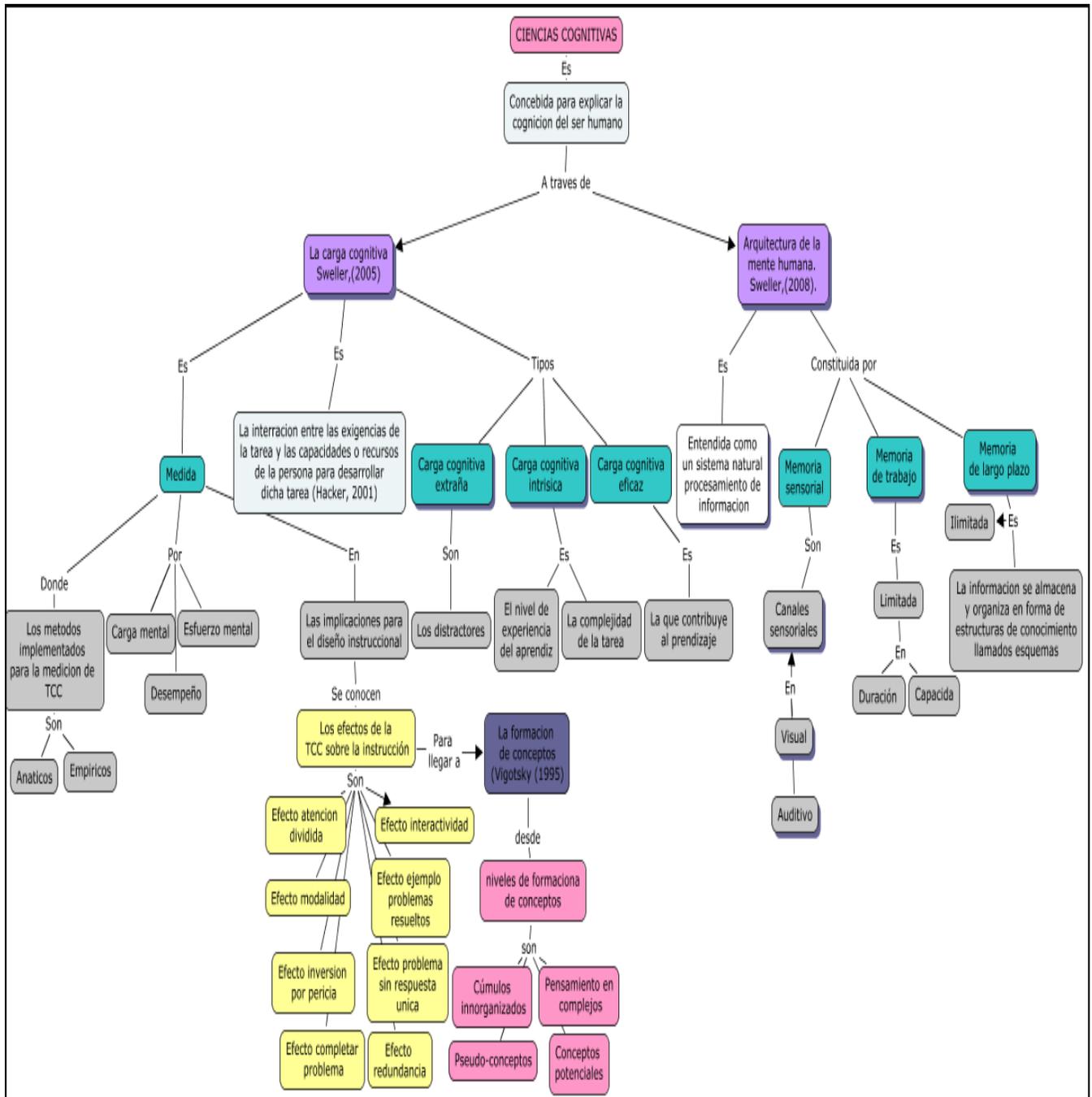
- Andrade L. (2011). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje. *en imprenta*.
- Andrade L., Espitia G., Huertas., Aldana A., y Bacca P. (2011). Tocar o mirar: comparación de procesos cognitivos en el aprendizaje con o sin manipulación física. *en imprenta*.
- Andrade L., Cobo C., Díaz D., Flórez P., Garavito M., González D., Hernández R., Parra R y Villarraga A. (2011). Manipulables Físicos para la Formación de Conceptos Artificiales en Niños de 6 a 8 años. *Itineario educaicon*, 56 (25), 1-25.
- Artino, Antony R., Jr. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: An abbreviated review for educational practitioners. *AACE, Journal*, 16(4), 425-439.
- Hernandez, R., Fernandez C., y Baptista P;. (1991). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.
- Hernandez, R., Fernandez C., y Baptista P;. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.
- J. Flavell. (1984). *El desarrollo cognitivo*. Madrid: Visor
- Lara M. Triona and David Klahr. (2003). Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional Materials on Elementary School Students' Ability to Design Experiments. *COGNITION AND INSTRUCTION*, 21 (2), 149-173.
- Manches, A., y O'Malley, C. (In press). (n.d.). Tangibles for learning: a representational analysis of physical manipulation. *Learning Sciences Research Institute*, 1-24.

- Rolo G., Díaz C., y Hernández F. (2009). Desarrollo de una Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM). *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 25 (1), 29-37.
- Salomon G, . (1990). Cognitive effects with and of computer technology. *Communication Research* , 26-44.
- Sweller, J. (2003). Human Cognitive Architecture. *edited by B. Ross* , 374-379.
- Uttal, D.H.,LIU,L, Y deloache, J. S. (1999). Taking a hard look at concreteness: Do Concrete Objects help Young Children Learn Symbolic Relations? *Handbook of early child development* , 177-192.
- Vygotsky, L. (1995). Pensamiento y lenguaje. (Fausto, Ed.)

## **ANEXOS**

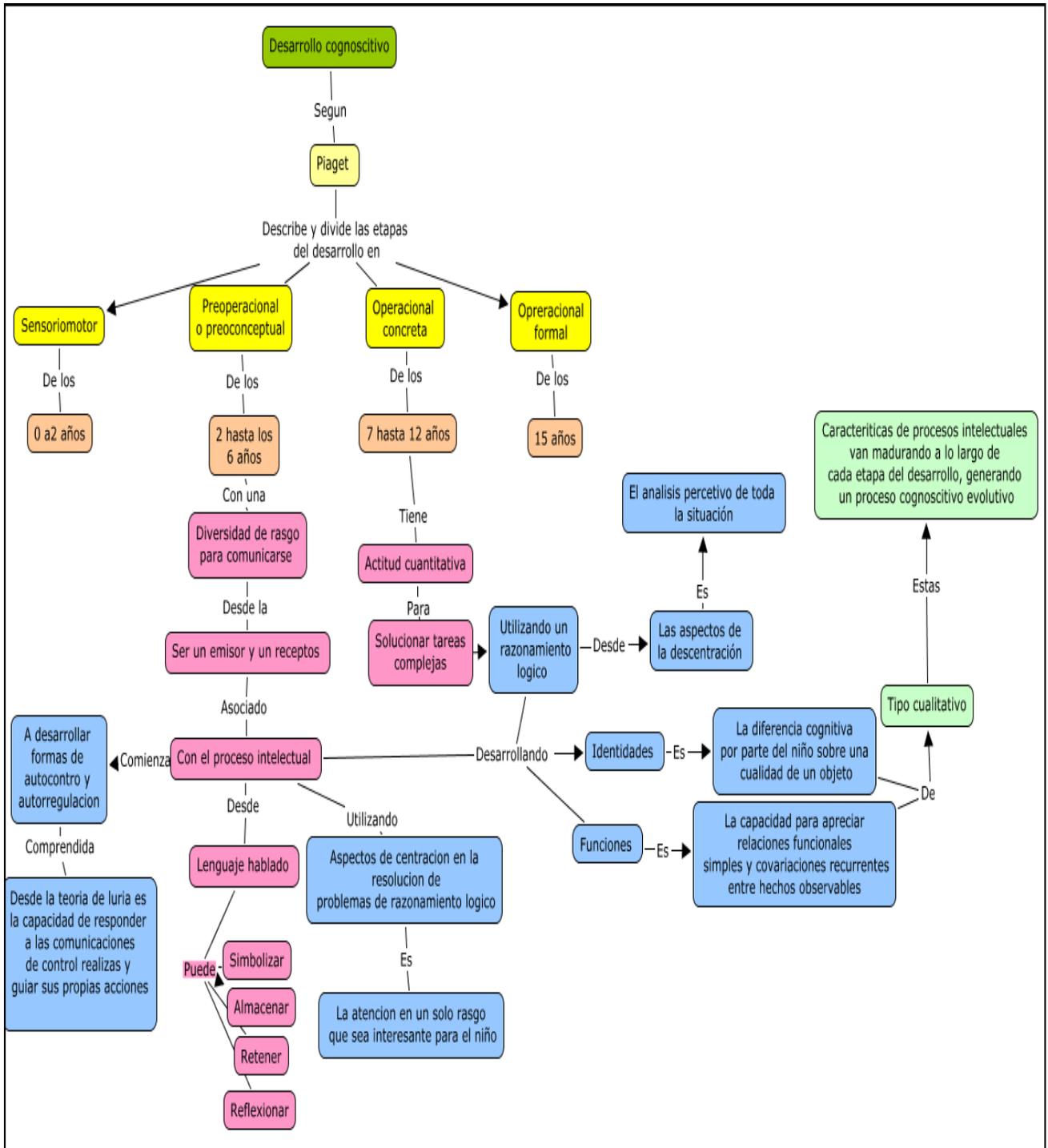
Anexo 1

(Teoría de la Carga Cognitiva, Diseño Multimedia y Aprendizaje)



Anexo 2

(Desarrollo cognoscitivo según Piaget)



*Anexo3*

*(Prueba de entrada)*

La prueba de entrada se realizará con el fin de identificar las necesidades o potencialidades que presenta cada niño y niña de la institución de los grados transición y primero, para tener una perspectiva sobre el estudio o prueba piloto a desarrollar.

Para ello la prueba se ejecutará de la siguiente forma:

1. Se le pedirá al niño o niña que con el mouse haga doble clic para iniciar un programa.
2. Enseguida de haber abierto el programa, el niño o la niña deberá arrastrar un icono del escritorio hasta la papelera de reciclaje.
3. Posteriormente el estudiante abrirá Paint y con el lápiz como herramienta escribirá su nombre.
4. Finalmente con el borrador borrará su nombre escrito anteriormente.

Al haber culminado la prueba se observará la facilidad o dificultad que demostró cada sujeto para ejecutar la prueba con éxito, permitiendo así, seleccionarlo para la prueba. Si luego de 5 minutos el sujeto NO ha terminado el paso 3, el sujeto quedará por fuera del experimento.

## Anexo 4

### *Protocolo de las casas*

Prueba de material digital tipo manipulativo

Atributo ventanas cuadradas (Dactu)

Primero salude al niño. Preséntese con su nombre y en seguida explique la actividad de la manera siguiente:

-“Vamos a jugar al juego de ‘Descubrir qué significa la palabra oculta’. En frente encontrarás 12 casas diferentes. El juego consta de tres niveles de juego. En cada nivel, las casas tienen una palabra distinta. El objetivo del juego consiste en descubrir cuál es la palabra oculta. Las reglas son: puedes mover las casas con el mouse y subrayar las casas, pero no puede tocar la pantalla. A tu derecha moverás las casas que pertenecen al grupo DACTU y a tu izquierda las casas que no pertenecen a DACTU. Al ir clasificando las casas debes moverlas una al lado de la otra sin acumularlas una encima de cada una”.

Coloque las casas esparcidas sobre la pantalla. Asegúrese que el lugar donde está trabajando cuenta con suficiente luz y el ambiente es tranquilo.

Experimento DACTU, Nivel A: Clasificar 1 atributo concreto. Ventana cuadrada

1) Muestre LA CASA Nº 1 (techo de tejas, un piso, ventana cuadradas) y diga al sujeto: -“la casa 1 pertenece al conjunto DACTU. Hay unas casas que pertenecen a DACTU y otras que no. Debes descubrir cuáles casas son DACTU y cuáles no. Vas a mover al lado derecho, en el rectángulo rojo, todas las casas que crees que son DACTU, y al lado izquierdo, en el rectángulo azul, las que no son DACTU.”

Al finalizar esta primera clasificación, pregunte al sujeto cuál fue el criterio de clasificación, es decir:

-“¿Por qué decidiste agrupar a estas casas cómo DACTU?”

-“¿Por qué las del otro grupo no son DACTU?”

Anotar las respuestas que da el sujeto en la hoja de formato. Continuar según una de las siguientes opciones:

a. Si el sujeto separa correctamente los dos conjuntos, continúe con el experimento MIRKA.

b. Si el sujeto no separa correctamente los dos conjuntos, continúe en 2), y cómo tutor, usted debe recordarle al sujeto que este primer criterio de clasificación es erróneo.

2) Volver a esparcir las casas, pero deje a la casa 1 a la derecha cómo ejemplo de la categoría DACTU. Muestre la casa 2 (techo de paja, dos pisos, ventana cuadrada) a la derecha cómo un segundo ejemplo de la categoría DACTU. Luego, diga al sujeto: -“la casa 1 y la casa 2 pertenecen al conjunto DACTU. Hay unas casas que pertenecen a DACTU y otros que no. Debes descubrir cuáles casas son DACTU y cuáles no. Vas a mover al lado derecho, en el rectángulo rojo, todas las casas que crees que son DACTU, y al lado izquierdo, en el rectángulo azul, las que no son DACTU.”

Antes de comenzar el segundo intento, usted debe recordarle al sujeto que el criterio usado en su primer intento es erróneo. Sea explícito en recordar el criterio. “DACTU no son...”

Al finalizar esta segunda clasificación, pregunte al sujeto cuál fue este nuevo criterio de clasificación, es decir:

-“¿Por qué decidiste agrupar estas casas cómo DACTU?”

-“¿Por qué los del otro grupo no son DACTU?”

Anotar las respuestas que da el sujeto en la hoja de formato. Continuar según una de las siguientes opciones:

a. Si el sujeto separa correctamente los dos conjuntos, continúe con el experimento MIRKA.

b. Si el sujeto no separa correctamente los dos conjuntos, continúe en 3). Cómotutor, usted debe recordarle al sujeto que este segundo criterio de clasificación es erróneo.

3) Volver a esparcir las casas, pero deje la casa 1 y la casa 2 a la derecha cómoejemplos de la categoría DACTU. Muestre ahora la casa a la izquierda cómoun primer contra-ejemplo de la categoría DACTU, es decir, cómoun ejemplo de NO DACTU. Luego, diga al sujeto: “la casa 1 y la casa 2 pertenecen al conjunto DACTU. La casa 3 (techo fommy, un piso, ventana redonda), en cambio, pertenece a la categoría NO DACTU. Hay unas casas que pertenecen a DACTU y otros que no pertenecen, NO SON DACTU. Debes descubrir cuáles casas son DACTU y cuáles NO SON DACTU. Vas a mover al lado derecho, en el rectángulo rojo, todas las casas que crees que son DACTU, y al lado izquierdo, en el rectángulo azul, las que no son DACTU.”

Antes de comenzar el tercer intento, usted debe recordarle al sujeto que los criterios usados en su primer y segundo intento son erróneos. Sea explícito en recordar los criterios anteriores. “DACTU no son...”

Al finalizar esta tercera clasificación, pregunte al sujeto cuál fue este nuevo criterio de clasificación, es decir:

-“¿Por qué decidiste agrupar a estas casas cómoDACTU?”

-“¿Por qué decidiste agrupar a estas casas cómoNO DACTU?”

Anotar las respuestas que da el sujeto en la hoja de formato. Continuar según una de las siguientes opciones:

a. Si el sujeto separa correctamente los dos conjuntos, continúe con el experimento MIRKA.

b. Si el sujeto no separa correctamente los dos conjuntos, continúe en 4). Cómotutor, usted debe recordarle al sujeto que este tercer criterio de clasificación es erróneo.

4) Volver a esparcir las casas, pero deje la casa 1 y la casa 2 a la derecha cómoejemplos de la categoría DACTU, y la casa 3 a la izquierda cómun ejemplo de NO DACTU. Muestre ahora la casa 4 (Techo paja, dos piso, ventana redonda) cómun segundo ejemplo de NO DACTU. Luego, diga al sujeto: -“la casa 1 y la casa 2” pertenecen al conjunto DACTU. La casa 3 y la casa 4, en cambio, pertenecen a la categoría NO DACTU. Hay unas casas que pertenecen a DACTU y otros que pertenecen a NO DACTU. Debes descubrir cuáles casas son DACTU y cuáles NO SON DACTU. Vas a mover al lado derecho, en el rectángulo rojo, todas las casas que crees que son DACTU, y al lado izquierdo, en el rectángulo azul, las que no son DACTU.”

Antes de comenzar el cuarto intento, usted debe recordarle al sujeto que los criterios usados en sus intentos anteriores son erróneos. Sea explícito en recordar los criterios anteriores. “DACTU no son...”

Al finalizar esta cuarta clasificación, pregunte al sujeto cuál fue este nuevo criterio de clasificación, es decir:

-“¿Por qué decidiste agrupar a estas casas cómoDACTU?”

-“¿Por qué decidiste agrupar a estas casas cómoNO DACTU?”

Anotar las respuestas que da el sujeto en la hoja de formato. Continuar según una de las siguientes opciones:

a. Si el sujeto separa correctamente los dos conjuntos, continúe con el experimento MIRKA.

b. Si el sujeto no separa correctamente los dos conjuntos, continúe realizando la explicación. Cómotutor, usted debe recordarle al sujeto que este cuarto criterio de clasificación es erróneo.

5) Reflexión. Pregunte al sujeto:

-“¿Qué tienen en común las casas 1 y 2?”

-“¿Qué tienen en común las casas 3 y 4?”

-“¿Qué atributo diferencia a las casas de la izquierda de las casas de la derecha?”

En este punto haga explícito que el criterio de clasificación son las ventanas cuadradas; para las casas DACTU.

## Anexo 5

*Prueba de Esfuerzo Mental*

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_

Pregunte en voz alta al niño y anote una (x) enfrente de cada respuesta dada.

1. ¿Qué nivel de dificultad encontraste al realizar esta tarea?

 Muy fácil

 Fácil

 Más o menos

 Difícil

 Muy difícil

2. ¿Cuántas características de las casas puedes recordar?

 Todas

 Más o menos

 Pocas

 Ninguna

3. ¿Te confundiste al realizar la tarea?

 Nada

 Poco

 Algunas veces

 Mucho

4. ¿Qué tan agotado te sientes después de realizar la tarea?

 Nada

 Poco

 Más o menos

 Siempre un poco

 Mucho

Anexo 6

Prueba de Motivación

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Queridos Amiguitos y Amiguitas:

Realizaremos la prueba de motivación, en la cual debes escoger una de las cuatro caritas que encontraras a continuación, según el grado de satisfacción que te produjo la prueba. Para ello con ayuda de un lápiz tacharas la carita de emoción que creas que tuviste durante la realización de las pruebas.

¿Cómote sientes después de realizar el anterior ejercicio?



**MUY FELIZ**



**FELIZ**



**NORMAL**



**ABURRIDO**

Anexo 7

Prueba de Retención

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Marca con una equis (x)

1. ¿Recuerdas cuál de las siguientes tres casas pertenece a CURTEM?



2. ¿Recuerdas cuál de las siguientes tres casas pertenece a DACTU?



3. ¿Recuerdas cuál de las siguientes tres casas pertenece a MIRKA?



4. ¿Cuál de las siguientes tres casas no pertenece a CURTEM?



5. ¿Cuál de las siguientes tres casas no pertenece a DACTU?



6. ¿Cuál de las siguientes tres casas no pertenece a MIRKA?



