

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA MEMORIA OPERACIONAL Y SU  
CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS DE RESPUESTAS AUTONÓMICAS  
COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA MEMONUM,  
VARIANDO INTERVALOS DE EXPOSICIÓN DE DÍGITOS**

**ANGELA PILAR ALBARRACÍN RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
BUCARAMANGA  
2007**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA MEMORIA OPERACIONAL Y SU  
CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS DE RESPUESTAS AUTONÓMICAS  
COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA MEMONUM,  
VARIANDO INTERVALOS DE EXPOSICIÓN DE DÍGITOS**

**ANGELA PILAR ALBARRACÍN RODRÍGUEZ**

**TESIS**

**Asesor**

**Carlos Arturo Conde Cotes, MD., Ph.D.  
Director Laboratorio de Neurociencias y Comportamiento**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
BUCARAMANGA  
2007**

***Este trabajo lo dedico A:***

*“Mis padres y hermanos por su gran amor, paciencia y apoyo incondicional,  
mil y mil gracias”*

*“A León David por ser mi fortaleza, mi amigo, mi compañero, mi alegría y  
mi esperanza en cada momento”*

*“A toda mi familia por creer siempre en mí como una persona íntegra”*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al la Universidad Industrial de Santander, especialmente al Departamento de Investigaciones, por fomentar el campo de la investigación con la financiación parcial de este proyecto, para que profesionales en el área de postgrado contribuyan al crecimiento y búsqueda de nuevos conocimientos.*

*Al Dr. Carlos Arturo Conde Cotes por su orientación, disposición e incondicional apoyo, en todos y cada uno de los momentos en el desarrollo de este proyecto.*

*Al Dr. Luis Carlos Orozco quien nos brindó su afable colaboración y disposición en el proceso estadístico y general del estudio.*

*A los estudiantes universitarios participantes de la Universidad Industrial de Santander, por su voluntaria colaboración para que fuera posible la realización del proyecto.*

*A mis compañeros de maestría por su ser una constante voz de ánimo y apoyo en el camino de nuestro crecimiento personal y profesional.*

*Finalmente, al Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS – UPB por su acompañamiento y colaboración permanente. Especialmente a Diana Pilar Martínez en el proceso final del estudio.*

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	14
1. JUSTIFICACIÓN	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3. OBJETIVOS	20
3.1. GENERAL	20
3.2. ESPECÍFICOS	20
4. REFERENTES CONCEPTUALES	21
5. MÉTODO	27
6. RESULTADOS	34
7. DISCUSIÓN	60
8. CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	76

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Correlación entre la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, las Presentaciones de la prueba Memnum y las Variables Fisiológicas	59

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Promedio del Número de aciertos según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	36
<b>Figura 2.</b> Promedio del Tiempo de la Sesión Total según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	38
<b>Figura 3.</b> Promedio de los tiempos de respuesta según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	39
<b>Figura 4.</b> Comparación entre el porcentaje de aumentos y disminuciones de latencias según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	40
<b>Figura 5.</b> Comparación entre el promedio de aceleraciones y desaceleraciones máximas instantáneas según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	41
<b>Figura 6.</b> Promedio del Rango de diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	42
<b>Figura 7.</b> Puntajes asignados para las diferentes estrategias por género según el intervalo de la prueba Memonum.	43
<b>Figura 8.</b> Puntajes asignados para el nivel de Distracción por los participantes según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	44
<b>Figura 9.</b> Puntajes asignados para el nivel de Dificultad por los participantes según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.	45
<b>Figura 10.</b> Promedio del Número de Aciertos obtenido por los participantes en las diferentes pruebas Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum.	46

	pág.
<b>Figura 11.</b> Correlación entre las Tasas del Total de Aciertos de la prueba Memonum obtenidas de las presentaciones Blanco – Negro (BN – $Aci*100/T.Ses$ ) y Color (COL – $Aci*100/T.Ses$ ).	47
<b>Figura 12.</b> Correlación entre las Tasas de Aciertos Acumulados de la prueba Memonum de las presentaciones Blanco – Negro (BN – $nA*100/T.Ses$ ) y Color (COL – $nA*100/T.Ses$ ).	48
<b>Figura 13.</b> Promedio de los tiempos de respuesta según la presentación de la prueba Memonum.	49
<b>Figura 14.</b> Promedio de la proporción de aumento y disminuciones de latencias de digitación según la presentación de la prueba Memonum.	50
<b>Figura 15.</b> Promedio de las Aceleraciones y Desaceleraciones máximas instantáneas de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta según la presentación de la prueba Memonum.	51
<b>Figura 16.</b> Promedio del Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta según la presentación de la prueba Memonum.	52
<b>Figura 17.</b> Puntajes asignados a las estrategias Secuencias de Digitación (SD), Repetición Mental (RM) y Visualización Mental (VM) por los participantes en la prueba Memonum.	53
<b>Figura 18.</b> Puntaje asignado al nivel de Distracción y al nivel de Dificultad por los participantes según la presentación de la prueba Memonum.	54
<b>Figura 19.</b> Promedio del Nivel de Conductancia de la Piel en las diferentes fases de la sesión experimental.	55
<b>Figura 20.</b> Promedio de la Frecuencia de Pulso en las diferentes fases de la sesión experimental.	56
<b>Figura 21.</b> Promedio de la Amplitud de Pulso en las diferentes fases de la sesión experimental.	57
<b>Figura 22.</b> Promedio de la Amplitud de Respiración en las diferentes fases de la sesión experimental.	58

## LISTA ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Formato de Consentimiento Informado.	76
<b>Anexo B.</b> Formato de Historia Clínica.	79
<b>Anexo C.</b> Formato de Autoinforme.	81

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BN.</b>	Presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum
<b>COL.</b>	Presentación Color de la prueba Memonum
<b>DE.</b>	Desviación Estándar
<b>EM.</b>	Entrenamiento Memonum
<b>EW.</b>	Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler
<b>FA.</b>	Formato de Autoinforme
<b>FINAL.</b>	Período Final
<b>PB.</b>	Período Basal
<b>RM.</b>	Repetición Mental
<b>SD.</b>	Secuencias de Digitación
<b>VM.</b>	Visualización Mental

**TÍTULO\* EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA MEMORIA OPERACIONAL Y SU CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS DE RESPUESTAS AUTONÓMICAS COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA MEMONUM, VARIANDO INTERVALOS DE EXPOSICIÓN DE DÍGITOS**

**AUTORES: ALBARRACÍN R., ANGELA PILAR. y CONDE C., CARLOS ARTURO.\*\***

**PALABRAS CLAVE: MEMORIA OPERACIONAL, PRUEBAS DE RETENCIÓN DE DÍGITOS, PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN, RESPUESTAS AUTONÓMICAS**

El presente estudio pretendió investigar la influencia de diversos intervalos de presentación de dígitos sobre el desempeño mnemónico derivado de la prueba MEMONUM, y su relación con respuestas autonómicas en una población universitaria.

La muestra estuvo conformada por 58 estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, con edades entre los 17 y 25 años de edad. Para la primera fase participaron 28 estudiantes, a quienes se les aplicó la prueba Memonum en sus dos presentaciones (Blanco - Negro sin interferencia atencional, y Color con interferencia atencional) con varios intervalos de presentación de los dígitos 1, 8 y 16 segundos, y el Formato de Autoinforme. Para la segunda fase participaron 30 estudiantes quienes debieron desarrollar la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, la prueba Memonum en sus dos presentaciones con el intervalo de exposición de 1 segundo y el Formato de Autoinforme, todo lo anterior acompañado por el registro autonómico del Nivel de Conductancia de la Piel, Frecuencia y Amplitud de Pulso, Frecuencia y Amplitud de Respiración.

Dentro de los resultados más importantes se encontró que el desempeño mnemónico de los participantes mejoró de forma directa con los tiempos de exposición de los dígitos empleados en la prueba Memonum. La presentación Color tuvo un efecto de interferencia a nivel atencional detectado por los análisis de variabilidad en el dominio del tiempo de los tiempos de respuesta. Por otro lado, las variables fisiológicas mostraron mayor activación durante la realización de las pruebas Memonum y Wechsler sugiriendo una mayor actividad simpática. Finalmente, se pudo concluir que la Prueba Memonum es una herramienta útil en la evaluación de la memoria operacional y para detectar perturbación a nivel atencional, proponiéndose como una prueba viable de evaluación y diagnóstico.

---

\* TESIS

\*\* FACULTAD DE SALUD. ESCUELA DE MEDICINA. MAESTRÍA EN CIENCIAS BÁSICAS BIOMÉDICAS. DIRECTOR DE TESIS: CARLOS ARTURO CONDE COTES.

**TÍTULO\* EVALUATION OF WORKING MEMORY PERFORMANCE AND AUTONOMIC CHANGES USING A NEW DIGIT SPAN TASK UNDER DIFFERENT TIME EXPOSURES.**

**AUTORS: ALBARRACÍN R., ANGELA PILAR. y CONDE C., CARLOS ARTURO.\*\***

**KEY WORDS: WORKING MEMORY, DIGIT SPAN TASKS, INFORMATION PROCESSING, AUTONOMIC RESPONSES**

In the current study we examined the influence of different digit time exposures on mnemonic performance using the Memonum Test and relationship between Memonum Test and autonomic responses in a university population.

Fifty eight students were recruited from Universidad Industrial de Santander. The students' age ranged between 17 and 25, with approximately equal representation of males and females. For the first stage 28 students participated. The Memonum Test was administered in two presentations (Black and White, without visual interference; and Color, with visual interference) with 1, 8 and 16 seconds of digit's exposition time and self-report format. In the second stage 30 students were submitted to Forward Digit Span Task, the Memonum Test (with two presentations and 1 second of digit's exposition time) and Self-report Format, during these tests we recorded the skin conductance level, pulse frequency, pulse amplitude and respiratory amplitude.

Main results were that participant's mnemonic performance improved with longer exposition time used in the Memonum Test. Color presentation interference on attention was detected by variability analysis of response time. Additionally, physiologic measures showed higher activation during Memonum Test and Forward Digit Span performance, suggesting higher sympathetic activity. Finally, we concluded that Memonum Test is a useful tool to evaluate working memory and detect interference on attention; "Memonum" is a viable test for evaluation and diagnostic.

---

\* THESIS

\*\* FACULTY OF HEALTH. MEDICAL SCHOOL. BIOMEDICS BASIC SCIENCE MASTERY.  
DIRECTOR OF THESIS: CARLOS ARTURO CONDE COTES.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretendió contribuir a la ampliación del conocimiento sobre la memoria operacional; por un lado, por medio del desarrollo de una nueva prueba computarizada denominada Memonum, la cual además de investigar este tipo de memoria a través de la tarea de retención de dígitos directos; permite evaluar el nivel de atención incluyendo estímulos de distracción visual posibilitando la evaluación de parámetros que pueden llegar a ser de referencia, asociados al proceso de atención en personas jóvenes saludables; y por otro lado, realizar la posible caracterización de este proceso con respuestas autonómicas. Considerando que son pocos los estudios realizados que muestran alguna caracterización sobre los efectos del tiempo de exposición y estímulos distractores sobre el desempeño mnemónico de tipo operacional, y su relación con respuestas autonómicas, el objetivo general del estudio fue evaluar la influencia de diversos intervalos de presentación de dígitos sobre el desempeño mnemónico derivado de una prueba de memoria a corto plazo, MEMONUM, y su relación con respuestas autonómicas en una muestra de estudiantes universitarios.

De esta forma, el proyecto se diseñó como un estudio de tipo experimental, planteado en dos fases, una primera orientada a evaluar la operatividad de la prueba Memonum, utilizando tres intervalos de exposición de dígitos 1, 8 y 16 segundos; evaluando además, los efectos de la perturbación sensorial visual sobre el desempeño de la misma.

Y una segunda orientada a adecuar los procedimientos y emplear el intervalo de 1 segundo para la caracterización del desempeño mnemónico y atencional con el registro autonómico; además de realizar una comparación con la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler como prueba de referencia. La muestra estuvo conformada por 58 estudiantes entre los 17 y 25 años de edad, pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander, incluidos de acuerdo a los criterios éticos de participación informada, los cuales fueron evaluados de la siguiente manera: Para la primera fase se evaluaron 28 estudiantes, a quienes se les aplicó la prueba Memonum, con los tres intervalos anteriormente descritos, en tres días distintos y un Formato de Autoinforme para evaluar las estrategias empleadas, el nivel de distracción y el nivel de dificultad generados durante la prueba Memonum. Para la segunda fase se evaluaron 30 estudiantes, a quienes también se les aplicó el Memonum con intervalo de exposición de dígitos de 1 segundo, según los resultados obtenidos en la primera fase, junto con la Tarea de Retención de Dígitos de la Escala de Wechsler, el Formato de Autoinforme y el Registro Fisiológico. Finalmente se realizó el análisis y discusión de los datos obtenidos.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El avance científico y tecnológico ha generado progreso y crecimiento sociocultural en diversas regiones durante años; permitiendo además, mejorar la calidad de vida de las personas tanto en áreas de la salud (física y mental), laboral, social y familiar, como en áreas académicas y profesionales.

El grupo de neurociencias UIS – UPB como grupo de investigación que pretende aportar a este progreso y crecimiento, se encuentra realizando estudios en humanos sobre temas como la memoria y específicamente sobre la memoria operacional; siendo este tema particularmente importante debido a que la población colombiana y nuestra región en general se ve expuesta cada vez más a problemas de violencia social y económica aumentando el riesgo a trastornos psicoafectivos, tanto en personas adultas, como en adolescentes y niños, afectando su estado emocional y muy posiblemente sus procesos mnemónicos.

A nivel mundial, unos 450 millones de personas en el mundo tienen problemas mentales, y ésta cifra crece dramáticamente. El porcentaje de trastornos mentales en el mundo (12,5%) sobrepasa a los índices de enfermedades como el cáncer y las complicaciones cardiovasculares (OPS, 2003). Dentro de este panorama mundial, no parece sorprendente que las investigaciones sobre los trastornos cognitivos como trastornos de aprendizaje, déficit de atención, Alzheimer y otras demencias, se estén incrementando significativamente (WFMH, 2003; García y García, 2004). En particular, recientes estudios en Colombia, han mostrado que existe una prevalencia de demencia del 1,3% en adultos mayores de 50 años de acuerdo a una investigación realizada por Pradilla, Vesga y León-Sarmiento (2003). Así mismo, se ha encontrado que Colombia posee una de las más altas incidencias de desórdenes mentales comparado con otros países (Demyttenaere y cols., 2004). Razón por la cual, cada vez crece más el interés por investigar sobre la cognición y procesos mentales en general, y en este caso específicamente sobre la memoria operacional.

Dado que la memoria operacional es un proceso que participa de manera importante en funciones cognitivas como el aprendizaje, el razonamiento, la toma de decisión, entre otras (Baddeley, 1999; Funahashi, 2006), es un componente esencial en el desarrollo adecuado de nuestras actividades diarias. Por lo tanto, se vio la necesidad no sólo de profundizar en el estudio de este tipo de memoria, sino además de plantear un estudio que relacionara la memoria operacional con procesos de atención, procesamiento de la información, y variables fisiológicas, que permitieran una caracterización y un conocimiento más aproximado.

De tal manera que este estudio fue propuesto con miras a desarrollar una prueba nueva denominada Memonum, para evaluar memoria operacional en una muestra de jóvenes universitarios, relacionada a indicadores autonómicos. Y por consiguiente, se espera que de los resultados obtenidos, exista la posibilidad de optimizar recursos y herramientas en el proceso de evaluación y diagnóstico de este proceso.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial los trastornos mentales afectan de un 10% a 30% de la juventud (WFMH, 2003). En Colombia se ha encontrado que los trastornos mentales en niños y adolescentes, tienen un prevalencia entre 12% y 29%, entre los que se incluyen el déficit de atención y trastornos de aprendizaje (WFMH, 2003). Así mismo, se ha encontrado que la prevalencia de presentar un deterioro o déficit cognitivo es del 1% al 5% en la población general, por ejemplo en el adulto mayor se encuentran trastornos como el Alzheimer y otras demencias, las cuales interrumpen su ritmo normal de vida, siendo difícil el desarrollo de actividades cotidianas (García y García, 2004). De acuerdo a este panorama, estudiar el fenómeno de la memoria es particularmente importante, debido a que es una capacidad humana fundamental en el proceso de adaptación y supervivencia, ya que influencia tanto el aprendizaje como la toma de decisión ante los diversos eventos y circunstancias que se deben afrontar (Baron, 1996).

Durante años se han venido utilizando una gran variedad de herramientas de evaluación y de diagnóstico para comprender este fenómeno, mostrando de forma cualitativa y cuantitativa el funcionamiento y la capacidad mnemónica de las personas. Entre las herramientas más utilizadas encontramos las pruebas neuropsicológicas y las pruebas de inteligencia; las cuales han contribuido con la elaboración de estrategias de promoción, prevención e intervención en el campo de la salud. No obstante, por lo general estas herramientas requieren que las personas suministren respuestas verbales o conductuales durante su aplicación, haciendo más difícil el proceso evaluativo si existe algún déficit o deterioro cognitivo; por esta razón se considera que los tests automatizados como la prueba que se pretende implementar, reemplazan la necesidad de respuestas verbales, permitiendo una mejor evaluación del funcionamiento y capacidades cognitivas (Lefebvre, Marchand, Eskes y Connolly, 2005). Así mismo, existen los equipos tecnológicos como instrumentos que sirven para el registro de nuevas variables que no se logran examinar a simple vista con las pruebas anteriormente mencionadas; como por ejemplo, procesos fisiológicos que son susceptibles de medición y que subyacen a los mecanismos cognitivos; contribuyendo de esta manera, en la comprensión del fenómeno que se quiere estudiar.

Dentro de la investigación sobre la memoria, se han desarrollado muchos estudios que abarcan distintos sistemas y tipos de memoria, como componentes esenciales en el desarrollo adecuado del aprendizaje y del lenguaje (Gathercole y Baddeley, 1993) algunos de ellos son la memoria a corto plazo y la memoria operacional (Baddeley, 1999). Sin embargo, no es fácil encontrar, el planteamiento y desarrollo de metodologías que incluyan tareas como la retención de dígitos, que muestren resultados sobre la importancia de los intervalos de tiempo durante la exposición

de los estímulos, como una posible variable para detectar diferencias significativas en los procesos mnemónicos y/o capacidad mnemónica de las personas, lo cual también comprende evaluar procesos de atención, percepción y procesamiento de la información. Igualmente, el procesamiento de la información en el sistema nervioso involucra múltiples aspectos siendo necesario profundizar en la caracterización y correlación de las respuestas autonómicas indicadoras de actividad global adaptativa asociadas a un proceso como la memoria operacional empleando tareas como la retención de dígitos.

Por lo tanto, el Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS – UPB, pensando en la oportunidad de ampliar el conocimiento y la posibilidad de proveer herramientas viables, útiles y accesibles, ha querido desarrollar una prueba novedosa denominada MEMONUM, la cual se basa en la tarea de retención de dígitos directos como instrumento para la evaluación de la memoria operacional por medio computarizado.

En ensayos piloto (datos no publicados y preparativos del presente proyecto) realizados para observar el desempeño de personas jóvenes durante la prueba, se ha indicado que cuando el tiempo de exposición del estímulo, en este caso de dígitos, es de 1 segundo (tiempo semejante a la presentación de dígitos o ítems de información de pruebas de referencia como la Tarea de Retención de Dígitos de Wechsler, ó la curva de Aprendizaje Verbal de Luria) las magnitudes de retención podrían ser semejantes a las pruebas convencionales ( $6 \pm 1$ ), pero cuando el intervalo de exposición de los dígitos es mayor (7 segundos), aspecto no evaluado en las pruebas de referencia, la cantidad de números retenidos por serie aumentaría de manera considerable (de 14 a 18 dígitos). Esto podría no cumplirse en casos donde se presentan defectos de atención, en los cuales el número de aciertos se mantendría alrededor de 7 dígitos por serie memorizada.

En este sentido, el presente estudio pretende aplicar la prueba MEMONUM, como instrumento que aportará al conocimiento sobre los efectos mnemónicos derivados de diversos intervalos de presentación de dígitos y su relación con respuestas fisiológicas en una población universitaria. Y adicionalmente, de los resultados obtenidos se posibilitará la utilización de herramientas que faciliten de forma rápida y eficiente estrategias de evaluación y diagnóstico en el área de la salud.

Por este motivo, este estudio pretende abordar las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el efecto que producen diversos intervalos de presentación de dígitos sobre la memoria y las respuestas autonómicas?
- ¿Cuál es el efecto sobre el desempeño mnemónico de incluir cambios de colores como estímulos distractores?

- ¿Es posible hacer inferencias acerca del procesamiento de la información mediante el análisis de los tiempos de respuesta de los números memorizados?
- ¿Existe correlación entre la percepción de dificultad y atención con el desempeño de la prueba?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL**

- Evaluar la influencia de diversos intervalos de presentación de dígitos sobre el desempeño mnemónico derivado de una prueba de memoria a corto plazo, MEMONUM, y su relación con respuestas autonómicas en una población universitaria.

#### **3.2. ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto de diferentes intervalos de exposición de dígitos (con y sin interferencia sensorial visual) sobre el desempeño mnemónico en una muestra de estudiantes universitarios, utilizando como criterio, la extensión de la serie de números recordada correctamente.
- Evaluar la variación de las respuestas autonómicas: frecuencia de pulso, conductancia de la piel y frecuencia respiratoria, en una muestra de estudiantes universitarios expuestos a la prueba MEMONUM.
- Correlacionar los efectos mnemónicos obtenidos de la prueba MEMONUM con la variación de las respuestas autonómicas registradas durante la aplicación de la prueba.
- Describir el análisis en el dominio del tiempo, resultante de los tiempos de respuesta durante la aplicación de la prueba en cada situación experimental.

#### 4. REFERENTES CONCEPTUALES

De acuerdo al planteamiento del estudio se abordarán los conceptos más fundamentales que se desarrollaron a lo largo de la investigación, como son: memoria, memoria operacional, atención, percepción y respuestas autonómicas.

La memoria se ha definido como un proceso de adquisición, almacenamiento y recuperación de la información (Baron, 1996), que requiere de otros procesos mentales como la atención, la percepción, el lenguaje, la emoción y el pensamiento, entre otros. Por este motivo, la memoria se ha considerado como un proceso fundamental de la existencia humana, desde que nosotros recordamos determinamos en gran parte quienes somos. Según Robertson (2002) sin la memoria, nosotros solamente seríamos capaces de realizar conductas reflejas y estereotipadas.

Desde hace tiempo, la memoria ha sido estudiada como un sistema que comprende otros sistemas de memoria. Estos sistemas han sido clasificados generalmente en tres: la memoria sensorial, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. La memoria sensorial, se ha definido como un sistema que retiene por períodos muy breves representaciones de la información proveniente de nuestros sentidos (tacto, gusto, olfato, visión y audición), justo por el tiempo suficiente para que podamos determinar cuál aspecto merece nuestra atención y pueda ser transferido a la memoria a corto plazo (Baron, 1996). De esta manera, la memoria a corto plazo, se caracteriza por retener cantidades limitadas de información por períodos relativamente cortos, después de realizar previamente un proceso de selección de esta información (Baron, 1996). Un ejemplo de este sistema de memoria lo observamos en la habilidad para recordar de 5 a 9 ítems, tal como un número telefónico; sin embargo, esta información se puede perder fácilmente sin ensayo o repetición (Robertson, 2002). Por esta razón, para que la información se almacene en la memoria a largo plazo, la cual ha sido definida como un sistema de retención de grandes cantidades de información por largos períodos, es necesario realizar el repaso elaborativo que es la repetición ó ensayo para transferir la información a la memoria de largo plazo (Baron, 1996; Baddeley, 1999; Alonso y Díez, 2000). Sin embargo, diversos investigadores como Quevedo y cols. (2003) han encontrado que las situaciones altamente emocionales aumentan la memoria a largo plazo y no la de corto plazo, por lo que en estos casos al parecer no se daría el repaso elaborativo.

Otros autores han planteado que la memoria se puede clasificar en Clases, Sistemas y Tipos de Memoria (Tulving, 1995). Dentro de las Clases de memoria encontramos la memoria Filogenética y la Ontogenética, la primera definida como la información almacenada y transmitida de generación en generación propia de

cada especie; y la segunda referida al almacenamiento de información a través de las experiencias vividas de cada individuo. Los Sistemas de memoria pueden ser de Corto plazo o memoria operacional y de Largo plazo. Y los Tipos de Memoria comprenden la memoria Explícita o Declarativa y la Implícita o Procedural, la memoria Explícita se refiere a la información que puede expresar conscientemente un individuo de forma verbal o comportamental. Mientras que la memoria implícita es definida como la expresión de información almacenada y/o aprendida sin conciencia de su adquisición coordinada en espacio y tiempo; es decir, sin recordar necesariamente cómo, cuándo y dónde se obtuvo la información.

La memoria operacional ha sido un concepto desarrollado desde hace varios años como un modelo de la memoria a corto plazo (Baddeley, 1998; Alsina y Sáiz, 2003), la cual ha sido definida como aquella que mantiene y manipula temporalmente información que es usada ó procesada justo en el momento que se necesita, participando de manera importante en funciones cognitivas esenciales como el aprendizaje, el razonamiento, la comprensión del lenguaje (Baddeley, 1999), el pensamiento, la planeación y la toma de decisión (Funahashi, 2006). Este sistema de memoria, además, comprende procesos necesarios para la realización de actividades cotidianas como por ejemplo, mantener una conversación, realizar operaciones aritméticas y recordar una serie de números o palabras (Allen y Lange, 1996), entre otras; toda la información obtenida de estas actividades es mantenida por un tiempo determinado para la realización de tareas, de tal manera que nosotros poseemos una capacidad de procesamiento de información limitada (Miller, 1956; Lee, Lu y Ko, 2007); por lo tanto, el repaso elaborativo, es decir, el ensayo o repetición es un componente esencial para el mantenimiento activo de la información (Becker y Morris, 1999), permitiendo tanto la consolidación y recuperación en un sistema de largo plazo (Cantor y Engle, 1993), como la posterior eliminación de la información cuando no se genera este proceso (Robertson, 2002).

Para estudiar la existencia de la memoria operacional, se han desarrollado diversas pruebas que permiten su evaluación, entre ellas encontramos algunas tareas como recuerdo de palabras y recuerdo serial inmediato (dígitos). Estas tareas han sido relacionadas con el efecto de primacía y recencia, explicando que el contenido inicial y final es más recordado que el contenido de la mitad. Es decir, la información final será con seguridad bien recordada, debido a que todavía se encuentra en la memoria a corto plazo. Así mismo, la información inicial también será más recordada porque ya habrá ingresado al sistema de memoria de largo plazo; mientras que la información de la mitad se desvanece de la memoria a corto plazo y como todavía no ha ingresado a la de largo plazo, entonces es difícilmente recordada y por tanto olvidada (Baron, 1996; Baddeley, 1999).

Numerosas pruebas se han elaborado para medir coeficiente intelectual entre las que se incluyen sub-pruebas de evaluación de la memoria como indicador fundamental en el desarrollo cognitivo (Wechsler, 1945; Terman, y Merrill, 1973).

Entre las sub-pruebas más reconocidas para evaluar memoria inmediata, se encuentra la tarea de retención de dígitos, utilizada ampliamente en las Escalas de Inteligencia y Memoria (Wechsler, 1945 y 1955; Lezak, 1983; Banken; 1985; Black, 1986).

Dicha sub-prueba consiste en la presentación de secuencias de dígitos de forma verbal que debe ser repetida por el examinado de manera directa, es decir en el mismo orden en que fue enunciada la serie; y de manera inversa, repitiendo la serie desde el último número hasta el primero. El recuerdo de los dígitos directos evalúa atención auditiva y memoria inmediata, y el recuerdo de los dígitos inversos evalúa memoria operacional y la capacidad del examinado para invertir mentalmente la secuencia. Según Spitz (1972) el desempeño normal para dígitos directos es de  $6 \pm 1$  y Lezak (1983) plantea que para dígitos inversos es de 4 ó 5.

En general, con la tarea de retención de dígitos o recuerdo serial inmediato se acepta que sujetos jóvenes, normalmente retengan entre 5 y 10 unidades de información (dígitos); sin embargo, este desempeño resulta del protocolo de esta sub-prueba en los que el tiempo de exposición de la información está alrededor de 1 segundo por dígito. Por tal motivo se piensa que intervalos mayores de exposición, pueden comprometer procesos como el de mantenimiento de la atención y modificar la probabilidad de reverberación de la información durante la adquisición con cambios consecuentes en el desempeño mnemónico (Awh, Vogel, y Oh, 2006).

En ensayos piloto (datos no publicados), utilizando la prueba Memonum en sujetos jóvenes para evaluar memoria operacional por medio visual, se encontró que el desempeño mnemónico estaba en un promedio de  $7 \pm 1$  de dígitos retenidos presentando el estímulo por 1 segundo, siendo coherente con el rendimiento descrito en la sub-prueba original (Spitz, 1972). Se habla de sub-prueba original debido a que la prueba Memonum fue elaborada como una adaptación de la Tarea de Retención de Dígitos Directos de la escala de Wechsler, por medio computarizado. No obstante, con el Memonum se han empleado otros intervalos de exposición de dígitos (3, 4, 6, 8 y 9 segundos) queriendo observar si existen cambios en el desempeño mnemónico. Sobre este aspecto, se ha evidenciado que el desempeño de individuos universitarios cambia cuando se presenta el estímulo por 8 segundos, encontrándose un desempeño de casi el doble de dígitos recordados, comparado con el intervalo de 1 segundo. Lo que podría estar sugiriendo que el desempeño mnemónico cambia dependiendo del tiempo de exposición de los estímulos, presentando un aumento en la cantidad de información almacenada y recordada.

Así mismo, diversos estudios han encontrado que la deficiencia del desempeño en esta tarea, puede ser un indicador de disfunción neuropsicológica. Black (1986) por ejemplo, halló que las personas con lesión cerebral especialmente del hemisferio izquierdo presentaron un deterioro en el desempeño de la sub-prueba

de Retención de Dígitos comparada con el resto de la escala. Otros hallazgos han obtenido resultados similares en personas que sufren esquizofrenia, donde el desempeño de esta tarea en particular, evidenció que la memoria operacional estaba afectada ya que los pacientes presentaban incapacidad y bajo rendimiento al realizar la sub-prueba (Silver, Feldman, Bilker y Gur, 2003). Adicionalmente, se ha encontrado que un desempeño pobre en la tarea de retención de dígitos de forma inversa se correlaciona con deterioro aritmético en niños (D'Amico y Guarnera, 2005).

Las diferentes tareas empleadas para evaluar memoria operacional han sido útiles en el estudio del desempeño mnemónico tanto de personas saludables como de personas con patologías, contribuyendo con el conocimiento sobre esta área. En este sentido, se ha encontrado que estas tareas además han servido como herramientas para ampliar y profundizar aún más el conocimiento abordando el estudio de componentes involucrados en el proceso de la memoria operacional como la actividad cortical y neural. De tal manera que estudios realizados con técnicas de neuroimagen como la tomografía de emisión de positrones o la resonancia magnética funcional, han presentado fuertes evidencias sobre la importante participación del lóbulo frontal y más específicamente del área prefrontal en el desarrollo de tareas de memoria operacional (Braver, Cohen, Nystrom, Jonides, Smith y Noll, 1997; Passingham y Sakai, 2004). Igualmente, estudios realizados sobre actividad eléctrica cortical utilizando electroencefalografía, han hallando resultados acordes con este planteamiento (Jensen y Tesche, 2002).

Todo lo anterior tiene que ver con la manera en cómo un individuo logra procesar cierta información, en este caso, el recuerdo serial inmediato, para así poder dar una respuesta de acuerdo a ese procesamiento; por ejemplo, la expresión verbal o conductual de las unidades de información recordadas. De acuerdo a esto, se encuentran varios procesos como la atención y la percepción fundamentales en el proceso de adquisición de la información, para su posterior almacenamiento y recuperación.

En primer lugar, sabemos que no podemos “absorber” toda la información disponible en nuestro entorno, razón por la cual atendemos selectivamente. El proceso de atención se ha definido como la focalización selectiva en una persona, objeto o acontecimiento específico, excluyendo otros estímulos extraños; por lo que este proceso se considera como una de las bases de la conciencia (Kandel, Schwartz y Jessell, 1999); de tal manera que la información que captamos se va consolidando en la memoria de acuerdo al nivel de atención que le prestemos (Baron, 1996).

El proceso atencional comienza con la entrada de información sensorial, la cual seleccionamos y almacenamos por breves o largos períodos de tiempo, dependiendo de la importancia o utilidad que tenga para nosotros esa información.

De acuerdo a esto, existen diferentes niveles de atención o control conciente sobre nuestra conducta. Uno de ellos es el Procesamiento Automático, el cual se ocupa de la ejecución de actividades que al parecer demandan poco de nuestras capacidades de atención o conciencia de ellas; por ejemplo, manejar carro; de forma que las conductas automatizadas se realizan con más facilidad y menos esfuerzo atencional (Baron, 1996).

Por otro lado, encontramos el Procesamiento Controlado, que implica mayor esfuerzo y control conciente de la conducta, donde la realización de tareas complejas, requieren de toda nuestra atención y mayor capacidad de procesamiento de información. Por ejemplo, el hecho de presentar pruebas que evalúen las distintas funciones mentales, como la memoria, el lenguaje y la capacidad intelectual, requieren de este tipo de procesamiento (Baron, 1996). Así mismo, el proceso atencional se encuentra ligado al proceso de percepción, el cual se ha definido como la capacidad de seleccionar, organizar e interpretar la entrada sensorial, para lograr la comprensión de nuestro entorno (Baron, 1996). De manera tal que nuestra memoria es un registro de percepciones, ya que el hecho que veamos, oigamos u olfateemos, influye obviamente en lo que recordemos (Baddeley, 1999).

Igualmente, varios estudios han demostrado que las variables autonómicas se encuentran directamente relacionadas con el comportamiento y funcionamiento mental, frente a diversas tareas y pruebas (Radda, Dittmar, Delhomme, Collet, Roure, Venert-Mury y Priez, 1995; Tsai, Levenson y Carstensen, 2000; Christie y Friedman, 2004).

En un estudio realizado por Radda y cols. (1995), sobre la medición de variables fisiológicas en personas expuestas a una condición real (actividad deportiva) y a una condición simulada (choque de automóvil simulado), encontraron que el sistema nervioso autonómico se ve involucrado en la pre-programación y coordinación motora para ejecutar las tareas específicamente en la situación real, evidenciando diferencias entre la realización exitosa o fallida de la tarea de acuerdo a las mediciones obtenidas de conductancia de la piel, temperatura y frecuencia respiratoria. Mientras que, en los resultados obtenidos para la condición simulada se observó que la conductancia de la piel es un indicador confiable que presenta diferencias significativas entre las personas que tenían un conocimiento previo de lo que iba a suceder (bajo nivel de vigilancia) y las que no lo tenían.

En otro trabajo hecho por Tsai y cols. (2000), donde compararon algunas variables autonómicas entre jóvenes y adultos mayores durante la presentación de películas emocionales, encontraron que para la emoción tristeza los adultos mayores mostraron un aumento significativo en la medición de la amplitud del pulso en comparación con los jóvenes, presentando una mayor activación simpática.

Por otro lado, en una investigación sobre la influencia de la activación autonómica en la memoria de palabras con contenido emocional, se evidenció que las palabras con contenido alertador, que se encontraban relacionadas semánticamente y que presentaron una mayor conductancia de la piel y aceleración del ritmo cardíaco, fueron mejor recordadas, en comparación con las palabras de contenido neutro y palabras que no se encontraban relacionadas semánticamente (Buchanan, Etzel, Adolphs y Tranel, 2006).

De acuerdo a lo anterior, se observa que las variables de conductancia de la piel y pulso parecen ser los mejores indicadores para discriminar el desempeño de los individuos frente a diferentes tareas y tests (Radda y cols., 1995; Tsai y cols., 2000; Christie y cols., 2004; Buchanan y cols., 2006). No obstante, la escasez de literatura sobre la relación entre variables autonómicas y memoria operacional, motivan la investigación sobre la posible caracterización de éste fenómeno correlacionado a mecanismos fisiológicos que contribuyan al entendimiento de la forma en cómo las personas pueden procesar determinada información y poder predecir una posible conducta, a partir de ese procesamiento.

## 5. MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en dos fases:

La primera orientada por un lado, a evaluar la operatividad de la aplicación de la prueba Memonum y explorar los efectos de la variación de tres intervalos de exposición de dígitos 1, 8 y 16 segundos, sobre el desempeño mnemónico de los estudiantes. Y por otro, evaluar los efectos de la perturbación sensorial visual sobre el desempeño de la prueba. La selección de los intervalos de exposición se realizó de la siguiente forma: el intervalo de 1 segundo se escogió teniendo en cuenta el protocolo de aplicación empleado en la sub-prueba de Wechsler. El intervalo de 8 segundos se seleccionó a partir de los resultados obtenidos en la prueba piloto, exponiéndose como el intervalo que mejor discriminaba el desempeño de los jóvenes al realizar la tarea con y sin interferencia visual. Finalmente, el intervalo de 16 segundos se eligió para observar si el desempeño mnemónico de los participantes presentaba un aumento, disminución o saturación en la cantidad de dígitos retenidos.

A partir de los resultados obtenidos de la primera fase, se pasó a una segunda fase, la cual permitió adecuar los procedimientos y emplear el intervalo de exposición de los dígitos de 1 segundo para la caracterización del desempeño mnemónico y atencional con el registro autonómico; además de realizar la comparación con la Tarea de Retención de Dígitos Directos de la Escala de Wechsler, y de incluir un análisis de variabilidad de los tiempos de respuesta de los participantes.

### **DISEÑO**

En la presente investigación se empleó un diseño de tipo experimental.

### **Sujetos**

Con base en los resultados de la prueba piloto realizada previamente a este proyecto, se utilizaron las diferencias de los promedios de los números de aciertos en cada intervalo de presentación y las desviaciones estándar de la información colectada en esa prueba para estimar el tamaño de la muestra de la fase 1. Posteriormente, con base en los resultados obtenidos en esta fase 1 (los mismos parámetros antes anotados), se estimó el tamaño de muestra para la segunda fase. Para estos cálculos se utilizó el programa Stata 9.0.

La muestra estuvo conformada por 58 estudiantes (hombres y mujeres) entre los 17 y 25 años de edad pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander, los cuales fueron divididos en dos grupos según las dos fases planteadas para el proyecto: En la primera fase se evaluaron 28 estudiantes con la prueba Memonum, a quienes se les presentaron los tres intervalos de exposición de dígitos 1, 8 y 16 segundos, sin la toma de registro fisiológico. Y para la segunda fase se realizó la aplicación de la prueba Memonum con el intervalo de exposición de 1 segundo y la Tarea de Retención de Dígitos Directos de la Escala de Wechsler como prueba de referencia, a 30 estudiantes. En esta segunda fase, se realizaron registros fisiológicos de manera simultánea a la aplicación de todas las pruebas antes mencionadas.

### **Consideraciones Éticas**

De acuerdo con los criterios éticos dispuestos por la legislación colombiana, el estudio se enmarca dentro de la investigación en seres humanos con Riesgos Mínimos según el Artículo 11, apartado B de la Resolución No. 008430 de 1993. Por este motivo, los sujetos fueron incluidos previa participación informada. Los participantes fueron debidamente notificados del objetivo, procedimientos y posibles riesgos del proyecto, aquellos que participaron en el estudio diligenciaron el formato de consentimiento informado (ver Anexo A).

Adicionalmente, se respetó la integridad y la dignidad de la persona, cualquier participante podía retirarse del estudio en el momento que lo deseara, sin ser presionado a permanecer en él. Finalmente, se les informó que los resultados son totalmente confidenciales, y que solamente serían publicados como informe colectivo y nunca haciendo referencia a individuos identificados. Adicionalmente, a cada participante se le proporcionaron sus propios resultados en caso de que los solicitara.

### **Instrumentos**

- **Protocolo de Historia Clínica**

Es un instrumento que consta de 9 (nueve) preguntas, utilizado como herramienta para evaluar los criterios de inclusión - exclusión para la segunda fase del proyecto, detectando posibles indicadores de enfermedades neurológicas ó cardiacas importantes, así como dificultades visuales, entre otras; que pudiesen afectar de manera importante la participación en el estudio (ver Anexo B).

- **Prueba Memonum:**

La prueba MEMONUM diseñada por el Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS – UPB (NYC), fue elaborada pensando en facilitar una herramienta útil y accesible para la evaluación de memoria a corto plazo, por medio de la tarea de Retención de Dígitos, la cual consiste principalmente en un “software” que funciona de la siguiente manera:

1. El programa lee de diferentes archivos que contienen secuencias de números aleatorios de una cifra y los presenta al evaluado por intervalos de tiempo (IP) que son predefinidos por el evaluador. Para el presente proyecto se determinaron los intervalos de 1, 8 y 16 segundos para la primera fase y para la segunda se determinó el intervalo de 1 segundo.
2. El programa presenta en la pantalla, una serie de números uno a uno; es decir, en cada ciclo de presentación de dígitos, el programa muestra un solo número nuevo y el evaluado debe digitar toda la serie que se le ha presentado hasta el ciclo actual. Ejemplo: En el primer ciclo, el programa presenta durante 1 segundo (IP=1) el número “2”, en consecuencia, el evaluado deberá digitar el número “2”; en el siguiente ciclo el programa presenta el número “5”, a continuación el evaluado deberá digitar los números “2” y “5” y así consecutivamente hasta cometer un error. En cada ensayo, se presentarán diferentes series de números aleatorios escogida previamente a partir de una base de datos generada por el programa. Para la primera fase esta secuencia se repitió tres veces y para la segunda solo una vez.
3. Con la misma estructura anterior, el programa tiene la opción de emitir inesperadamente cambios de color en el fondo de la pantalla con el fin de introducir interferencia sobre el proceso de atención. Esta secuencia se repitió también tres veces, para tener un total de seis ensayos (tres sin interferencia visual - blanco y negro; y tres con emisión de color) por intervalo de tiempo según lo planteado para la primera fase. Para la segunda fase nuevamente solo se realizó el ensayo una vez.
4. El programa registra las características técnicas de la sesión, el número de aciertos en cada serie y las latencias de respuesta en la digitación de cada número.

Así mismo, la prueba incluye varias subrutinas necesarias para su realización:

- A. Tiene una subrutina de entrenamiento orientada a ofrecer al evaluado, instrucciones y conocimiento sobre la prueba. Para ello se realizaron tres ensayos de entrenamiento con el intervalo de tiempo que se estableció previamente tanto en la primera fase como en la segunda.

B. Tiene la subrutina de evaluación propiamente dicha. En esta subrutina, el evaluado ingresó sus datos personales y comenzó como se mencionó anteriormente en la primera fase con los tres ensayos sin emisión de color con el intervalo de tiempo determinado en la subrutina de entrenamiento. Y luego con los tres ensayos con emisión de color ingresando nuevamente sus datos, con el mismo intervalo de tiempo que los ensayos anteriores. Y para la segunda fase solo se aplicó un ensayo sin emisión de color y un ensayo con emisión de color con un intervalo de tiempo de 1 segundo en una secuencia aleatorizada.

- **Formato de Autoinforme:**

Es un formato donde la persona evalúa tres aspectos de acuerdo a su desempeño durante la prueba (ver Anexo C), estos aspectos son: las estrategias que utilizó para realizar la tarea como “Secuencias de Digitación”, la cual se refiere a mantener la secuencia de números por su ubicación y trayecto de digitación en el teclado numérico, “Repetición Mental” y “Visualización Mental”. Además evalúa su percepción del nivel de distracción y su percepción del nivel de dificultad al realizar la prueba tanto a Blanco - Negro como en Color. Calificando cada aspecto en escalas de 0 a 10 siendo “0” el mínimo valor, y “10” el máximo.

- **Tarea de Retención de Dígitos Directos (Wechsler, 1945):**

Es una subprueba de la Escala de Inteligencia y Memoria de Wechsler (1945) e incluida en la Escala de Inteligencia de Stanford-Binet (Terman y Merrill, 1973). Específicamente esta sub-prueba evalúa memoria inmediata. En dicha sub-prueba la tarea consiste en la presentación de secuencias de dígitos que debe ser repetida por el examinado de manera directa. Las normas desarrolladas en Colombia (Ardila, Rosselli y Puente, 1992) fue resultado del estudio realizado por estos investigadores con 346 sujetos normales en 5 diferentes grupos de edad (desde 56 años hasta mayores de 75 años), de 3 diferentes niveles de escolaridad (0-5; 6-12 y > de 12 años). En este estudio se verificó que el nivel de escolaridad es determinante en el desempeño de esta sub-prueba. Según Spitz (1972) el desempeño normal para dígitos directos es de  $6 \pm 1$ , esperándose que las diferencias normales entre dígitos directos e inversos se encuentren entre 1 a 2 números.

- **Equipo de Registro Fisiológico:**

Se empleó el Equipo de registro fisiológico Physio Recorder S (Lafayette Instruments, modelo A-2340®), el cual registró las variables de nivel de

conductancia de la piel, a través de dos electrodos ubicados en la palma de la mano no dominante; la frecuencia de pulso registrada por medio de un pulsímetro puesto en el dedo índice de la mano no dominante; y la frecuencia de respiración medida con un pletismógrafo a nivel del tórax; adicionalmente se midieron las variables de amplitud de pulso y amplitud de respiración de manera continua durante un período basal y final, así como durante la aplicación de la prueba Memonum, la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y el diligenciamiento del Formato de Autoinforme para la fase dos.

## **Procedimientos**

### **Primera fase:**

Para todos los participantes, la prueba Memonum se aplicó en tres días diferentes, un día para cada uno de los intervalos (1, 8 y 16 segundos), siempre en horas de la mañana. La secuencia de aplicación de estos intervalos se realizó de manera aleatoria. Así mismo, la evaluación se llevó a cabo por grupos, pensando que en un futuro la prueba Memonum se pueda emplear como un instrumento de aplicación masiva. De forma tal, que dos grupos estuvieron conformados por 10 estudiantes y un grupo por 8, cada grupo dispuesto en un salón de computación a unas condiciones ambientales homogéneas, donde cada sujeto se ubicó frente a un computador. La distancia entre la pantalla del computador y los participantes fue de 40 centímetros aproximadamente. Así mismo, la pantalla de los computadores era de 17 pulgadas.

El primer día, se suministraron las instrucciones para la realización de la prueba, las cuales estaban acompañadas por una proyección (con ayudas audiovisuales) de los pasos a seguir. Seguidamente, cada estudiante realizó los tres ensayos de entrenamientos para verificar el entendimiento del manejo de la prueba. Luego, el sujeto ingresó sus datos personales y el instructor colocó el intervalo de tiempo y la secuencia elegida. Inmediatamente después el participante realizó los tres ensayos sin interferencia visual (Blanco - Negro). Al terminar los tres ensayos anteriores, se ingresó nuevamente los datos del evaluado y el instructor ingresó nuevamente el intervalo de tiempo y la secuencia, para que el participante realizara los tres ensayos con emisión de color. Finalizada la prueba, se procedió con el Formato de Autoinforme, en el cual el instructor indicó las pautas de diligenciamiento y el sujeto lo completó.

### **Segunda Fase:**

En esta fase, se realizó la aplicación de la prueba Memonum, la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y el Formato de Autoinforme de

manera individual, obteniéndose además en paralelo un registro de la Frecuencia de Pulso, Conductancia de la Piel y Frecuencia Respiratoria como indicadores de actividad autonómica.

Para esta fase los participantes fueron evaluados en una sala de investigación en humanos, adecuada a unas condiciones ambientales homogéneas, realizando la sesión en horas de la mañana. La prueba Memonum fue presentada en una pantalla de computador de 17 pulgadas, y a una distancia del participante de 40 centímetros aproximadamente. Como restricciones se tuvo en cuenta que los participantes no hubieran consumido bebidas como café, chocolate o gaseosas negras, así como alcohol o cigarrillo por lo menos dos horas antes de iniciar la sesión. Igualmente durante el registro fisiológico se retiraron los objetos metálicos como anillos, relojes, cadenas, pulseras, aretes, etc., aparatos electrónicos como celulares, entre otros. Y se recomendó a los participantes permanecer lo más quietos posible, procurando hablar solo cuando se requiriera.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera fase, se escogió trabajar con un tiempo de exposición de 1 segundo, para realizar la comparación con la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, como una prueba validada en la evaluación de la memoria operacional y la cual emplea un tiempo de exposición de 1 segundo. Se procedió de la siguiente manera: Los individuos fueron incluidos de acuerdo a la historia clínica. Durante la sesión el instructor explicó el objetivo y procedimientos a seguir, de tal manera que la persona debía leer y firmar el consentimiento informado si estaba de acuerdo en participar en el estudio. Seguidamente se procedía a colocar los dispositivos para el registro fisiológico, en primer lugar se realizó la colocación del pletismógrafo para registrar la variable de respiración el cual fue ubicado alrededor del tórax; inmediatamente después se ubicaron los dispositivos de conductancia de la piel fijándolos en la palma de la mano no dominante, y finalmente, el dispositivo de pulso fue puesto en el dedo índice también de la mano no dominante del participante. Adicionalmente, el equipo permitió colocar marcas durante el registro de las variables, lo que facilitó el análisis por segmentos de tiempo de la sesión experimental. En primer lugar se registró un Período Basal durante 3 minutos, para posteriormente y de manera aleatoria realizar la aplicación de la prueba Memonum, con (Color) y sin interferencia sensorial visual (Blanco – Negro), y la Sub-prueba de Wechsler, finalizada esta aplicación se proseguía con el diligenciamiento del Formato de Autoinforme y se registraba un Período Final por 3 minutos más para dar por terminada la sesión.

### **Análisis de Datos**

Para la primera fase se analizaron los resultados obtenidos de la prueba Memonum con los tres intervalos de exposición de los dígitos, 1, 8 y 16 segundos y las tareas realizadas con (Color) y sin interferencia visual (Blanco – Negro).

Adicionalmente se analizó el Formato de Autoinforme que contenía los siguientes aspectos a evaluar: Estrategias, Nivel de Distracción y Nivel de Dificultad.

En la segunda fase se analizaron los resultados de la prueba Memnum con el intervalo de exposición de 1 segundo de los dígitos y las tareas con (Color) y sin interferencia visual (Blanco – Negro), la Tarea de Retención de Dígitos de Wechsler, el Formato de Autoinforme y las variables fisiológicas: Nivel de Conductancia de la Piel, Frecuencia y Amplitud de Respiración, Frecuencia y Amplitud de Pulso.

De acuerdo a lo anterior cuando se compararon más de dos grupos, se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) paramétricos y no paramétricos (Kruskal – Wallis), según el análisis requerido, seguidos por la prueba *t* de Bonferroni para comparaciones múltiples siempre que fuera necesario. Igualmente cuando se compararon dos grupos se emplearon las pruebas *t-test Pareada* ó *t-test Student* según la exigencia requerida. Para los análisis de correlación entre variables se empleó la prueba de Spearman no paramétrica para distribuciones no normales.

Finalmente, se realizaron análisis de variabilidad en el dominio del tiempo de los tiempos de respuesta para comparar las tareas con (Color) y sin interferencia visual (Blanco – Negro) de la prueba Memnum. Las variables analizadas fueron: Tiempo de Sesión, Promedio de los tiempos de respuesta, Proporción de Aumentos y Disminuciones de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta, las cuales se obtuvieron del número de diferencias de los tiempos de respuesta consecutivos mayores o menores que cero. De esta forma, la proporción de aumentos corresponde al número de diferencias mayores que cero, dividido por el número total de diferencias consecutivas (incluyendo las diferencias iguales a cero). La proporción de disminuciones corresponde a lo descrito anteriormente pero con el número de diferencias menores que cero en el numerador. La variable Aceleraciones y Desaceleraciones máximas instantáneas, se obtuvieron de la siguiente manera: La máxima diferencia de digitaciones consecutivas corresponde a la desaceleración máxima; mientras que la mínima diferencia (el valor más negativo) corresponde a la aceleración máxima. Cabe resaltar que las diferencias de los tiempos de respuesta consecutivos siempre fueron procesados como Tiempo de Respuesta  $n+1$  – Tiempo de Respuesta  $n$ . Por último, la variable Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta se obtuvo de la diferencia entre el máximo tiempo de respuesta menos el mínimo tiempo de respuesta.

Para todas las pruebas estadísticas se estableció como nivel de significancia,  $p < 0,05$ .

## 6. RESULTADOS

Los resultados se analizaron teniendo en cuenta las dos fases de experimentación que se llevaron a cabo durante el estudio. La muestra que participó en la primera fase presentó una edad promedio de 19.5 años (DE = 2.01), participando 17 hombres y 11 mujeres. Mientras que la muestra de la segunda fase presentó un promedio de 21.43 años de edad (DE = 2.57), con la participación de 17 hombres y 13 mujeres.

Para la primera fase se realizó el análisis de los tres intervalos de tiempo de exposición de los dígitos (1, 8 y 16 segundos) y el efecto de la perturbación sensorial visual sobre el desempeño mnemónico de los participantes, pretendiendo responder a las siguientes preguntas:

*¿Cuál es el efecto que producen diversos intervalos de presentación de dígitos y estímulos distractores sobre el desempeño mnemónico evaluado por el número de dígitos retenidos?*

*¿Existe correlación entre el desempeño mnemónico de la prueba Memonum y las puntuaciones en el formato de autoinforme?*

Posteriormente, para la segunda fase se escogió el intervalo de exposición de 1 segundo en la prueba Memonum para compararla con la subprueba de Retención de Dígitos Directos de la Escala de Wechsler, como prueba estándar para evaluar memoria operacional. Adicionalmente, se analizaron las variables fisiológicas registradas durante toda la fase. De esta manera, en la segunda fase se pretendió dar respuesta a las siguientes preguntas:

*¿Existen diferencias entre el desempeño mnemónico de los participantes en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y la prueba Memonum?*

*¿Existe correlación entre el desempeño mnemónico obtenido de la prueba Memonum con la variación de las respuestas fisiológicas?*

*¿Existe correlación entre las puntuaciones del Formato de Autoinforme y los resultados del desempeño con la prueba Memonum?*

## FASE 1

### 1. Análisis del Desempeño Mnemónico (número de aciertos) según el Intervalo de Presentación (1, 8 y 16 segundos) y la Presentación Con (Color) y Sin Interferencia Visual (Blanco- Negro) de la Prueba Memonum:

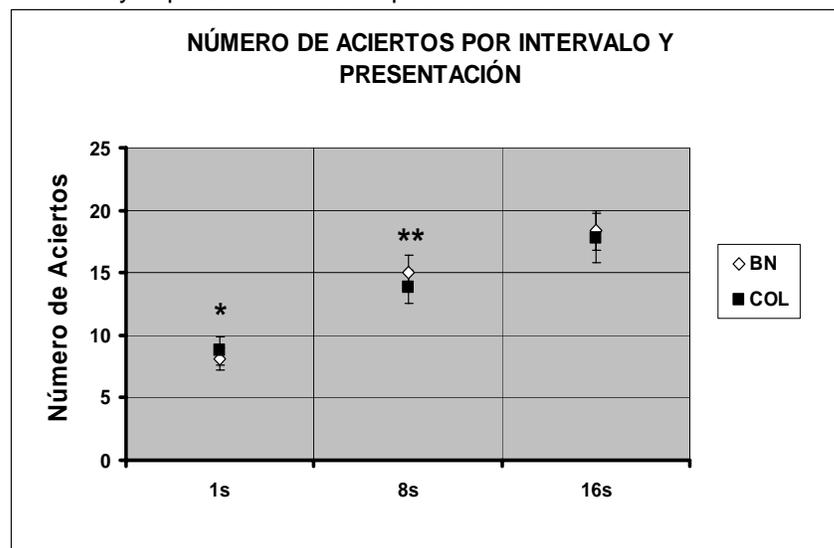
Para responder a la primera pregunta se analizó el número de aciertos, el intervalo de exposición y las presentaciones con y sin interferencia visual de la prueba Memonum, observando si existen diferencias en el desempeño mnemónico de los participantes.

Efecto de los ensayos consecutivos sobre el número de aciertos según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum: El análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis), no detectó diferencias estadísticas entre los 3 ensayos dentro de cada uno de los intervalos de exposición de 1, 8 y 16 segundos y la presentación sin interferencia visual (Blanco – Negro) ( $p > 0.05$ ). Tampoco hubo diferencias significativas entre la presentación con interferencia visual (Color) y los intervalos de 1, 8 y 16 segundos ( $p > 0.05$ ).

Con base en lo anterior, se procedió a realizar un promedio del número de aciertos de los 3 ensayos de cada individuo, para evaluar el desempeño mnemónico con este parámetro. El análisis de varianza de dos vías (ANOVA) (Figura 1), evidenció que existen diferencias atribuibles a los intervalos ( $F[2,150] = 22.89$ ,  $p < 0.001$ ), pero no para el factor presentación, ni interacciones significativas entre los factores ( $p > 0.05$ ).

El análisis *Post– Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), mostró que el número de aciertos alcanzado por los participantes en el intervalo de 1 segundo fue menor, que el alcanzado en los intervalos de 8 ( $t = 6.693$ ) y 16 ( $t = 4.286$ ) segundos. Así mismo, el número de aciertos alcanzado por los participantes en el intervalo de 8 segundos ( $t = 2.594$ ) fue menor que el alcanzado en el intervalo de 16 segundos.

**Figura 1.** Promedio del Número de aciertos (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



\*, Promedio del número de aciertos alcanzado por los participantes menor en el intervalo de 1 segundo (1s) que el alcanzado en los intervalos de 8 (8s) y 16 (16s) segundos en las presentaciones sin interferencia (Blanco – Negro, BN) y con interferencia (Color, COL) visual de la prueba Memonum (Kruskal – Wallis,  $p < 0.001$ ). \*\*, Promedio del número de aciertos alcanzado por los participantes menor en el intervalo de 8 segundos (8s) que el alcanzado en el intervalo de 16 segundos (16s) en las presentaciones sin interferencia (Blanco – Negro, BN) y con interferencia (Color, COL) de la prueba Memonum (Kruskal – Wallis,  $p < 0.001$ ).

Análisis de correlación entre la tasa del total de aciertos, la tasa de aciertos acumulados y las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum:

Para analizar la Tasa del Total de Aciertos se multiplicó el número de aciertos correctos de cada una de las presentaciones de la prueba Memonum por 100 dividido en el Tiempo de Sesión Total (BN ó COL –  $Aci \cdot 100 / T.Sesión$ ). Así mismo, la Tasa de Aciertos Acumulados se obtuvo de la multiplicación del número de aciertos acumulados de cada una de las presentaciones de la prueba Memonum por 100 dividido en el Tiempo de Sesión Total (BN ó COL –  $nA \cdot 100 / T.Sesión$ ).

El análisis de correlación no mostró diferencias significativas entre las presentaciones de la prueba Memonum con y sin interferencia visual en la tasa del total de aciertos, ni para la tasa de aciertos acumulados, en ninguno de los intervalos de presentación 1 ( $R^2 = 0.0067$  y  $R^2 = 0.0967$ ), 8 ( $R^2 = 0.0031$  y  $R^2 = 0.0286$ ), y 16 segundos ( $R^2 = 0.0045$  y  $R^2 = 0.1085$ ).

## 2. Análisis de Variabilidad en el dominio del tiempo según el Intervalo de Presentación (1, 8 y 16 segundos) y la Presentación (Blanco – Negro y Color) de la Prueba Memonum:

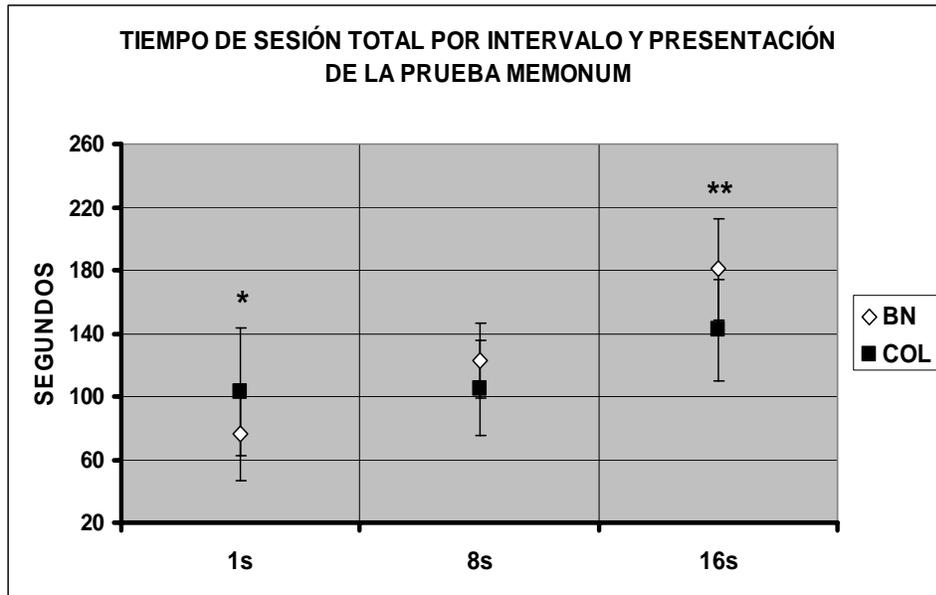
Los análisis de variabilidad de los tiempos de respuesta se emplearon como medidas indicadoras de procesamiento de información durante la realización de la prueba Memonum.

Análisis del tiempo de sesión total en el ensayo 1 por intervalo y presentación de la prueba Memonum: Los análisis T-Test pareado sobre el tiempo de sesión de las presentaciones Blanco – Negro vs. Color, no revelaron diferencias significativas en ninguno de los intervalos de presentación 1, 8 y 16 segundos ( $p > 0.05$ ).

Por otro lado, el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 2) comparando el tiempo de la sesión para cada intervalo de exposición en la presentación Blanco - Negro, mostró que existen diferencias significativas ( $H = 15.443$ ,  $p < 0.001$ ). El análisis *Post– Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que los participantes presentaron un mayor tiempo de sesión en los intervalos de 8 ( $Q = 2.669$ ) y 16 segundos ( $Q = 3.852$ ) en comparación con el intervalo de 1 segundo para la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum.

El mismo tipo de análisis anterior pero aplicado al tiempo de la sesión para cada intervalo de presentación en la presentación color, también mostró diferencias significativas ( $H = 6.277$ ,  $p = 0.043$ ). El análisis *Post– Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que los participantes presentaron un mayor tiempo de sesión en el intervalo de 16 segundos ( $Q = 2.504$ ) en comparación con el intervalo de 1 segundo para la presentación Color de la prueba Memonum.

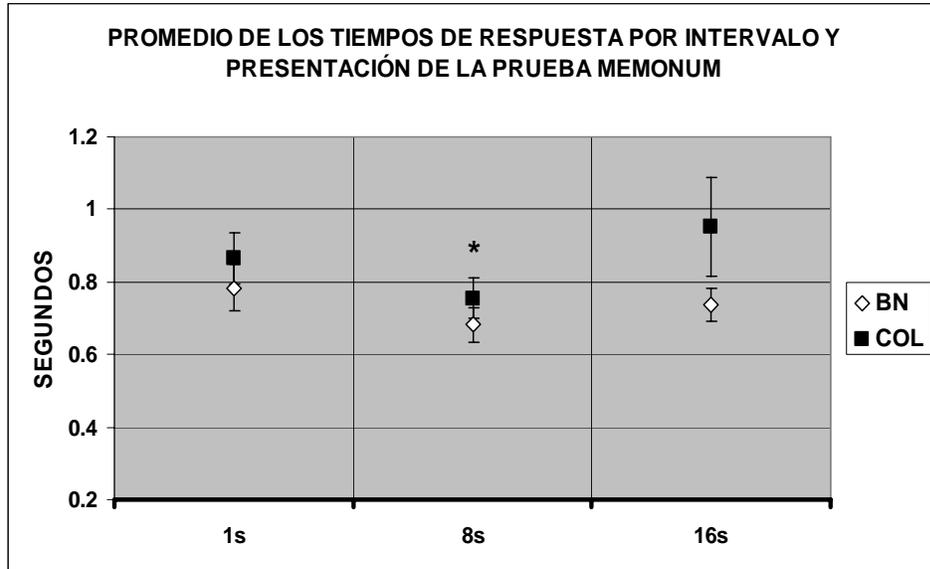
**Figura 2.** Promedio del Tiempo de la Sesión Total (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



\*, Promedio del tiempo de la sesión total menor en el intervalo de 1 segundo (1s) que en los intervalos de 8 (8s) y 16 (16s) segundos en la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum (Kruskal – Wallis,  $p < 0.001$ ). \*\*, Promedio del tiempo de la sesión total mayor en el intervalo de 16 segundos (16s) que en el intervalo de 1 segundo en la presentación Color (COL) de la prueba Memonum (Kruskal – Wallis,  $p = 0.043$ ).

Análisis del promedio de los tiempos de respuesta en el ensayo 1 por intervalo y presentación de la prueba Memonum: Los análisis T-Test pareado (Figura 3) revelaron diferencias significativas entre las presentaciones de la prueba Memonum para la variable Promedio de los tiempos de respuesta. El análisis reveló que el promedio de los tiempos de respuesta fue mayor en la presentación Color comparado con la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum en el intervalo de presentación de 8 segundos ( $t = -2.194$ ,  $p = 0.039$ ).

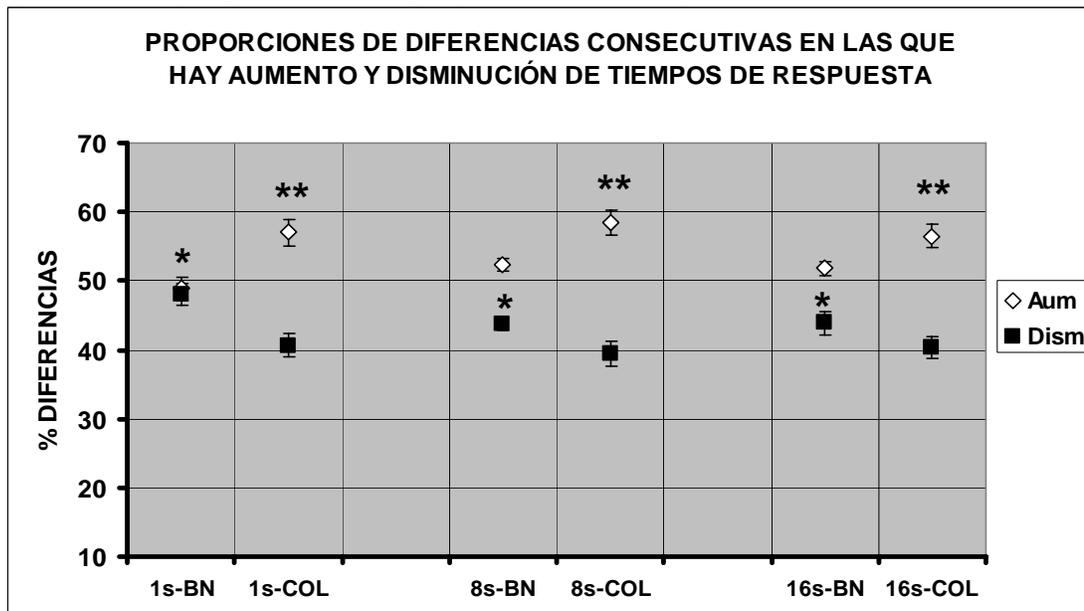
**Figura 3.** Promedio de los tiempos de respuesta (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



\*, Promedio de los tiempos de respuesta en la presentación Color (COL) mayor que en la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum en el intervalo de 8 segundos (8s) (T-Test pareada,  $p = 0.039$ ).

Comparación entre las diferencias consecutivas del porcentaje de disminuciones de latencias y el porcentaje de aumentos de latencias en el Ensayo 1 por intervalo y presentación de la prueba Memonum: Para el análisis de varianza de dos vías (ANOVA) se empleó el intervalo de exposición (1, 8 y 16 segundos) como *Factor 1*, la presentación (Blanco – Negro y Color) de la prueba Memonum como *Factor 2*, y el porcentaje de disminución o aumentos de los tiempos de respuesta como la *Variable*, este análisis (Figura 4) reveló que existen diferencias entre la presentación de la prueba Memonum para la variable proporción de disminuciones de los tiempos de respuesta ( $F[1,129] = 19.828$ ,  $p < 0.001$ ) y para la variable proporción de aumentos de los tiempos de respuesta ( $F[1,129] = 26.898$ ,  $p < 0.001$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), reveló que los participantes proporcionaron un mayor porcentaje de disminuciones de latencias de digitación ( $t = 4.453$ ) para todos los intervalos en la presentación Blanco – Negro comparada con la presentación Color. Igualmente, el análisis *Post-Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), mostró que los participantes proporcionaron un mayor porcentaje de aumentos en los tiempos de respuesta ( $t = 5.186$ ) para todos los intervalos de exposición 1, 8 y 16 segundos en la presentación Color en comparación con la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum.

**Figura 4.** Comparación entre el porcentaje de aumentos y disminuciones de latencias (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



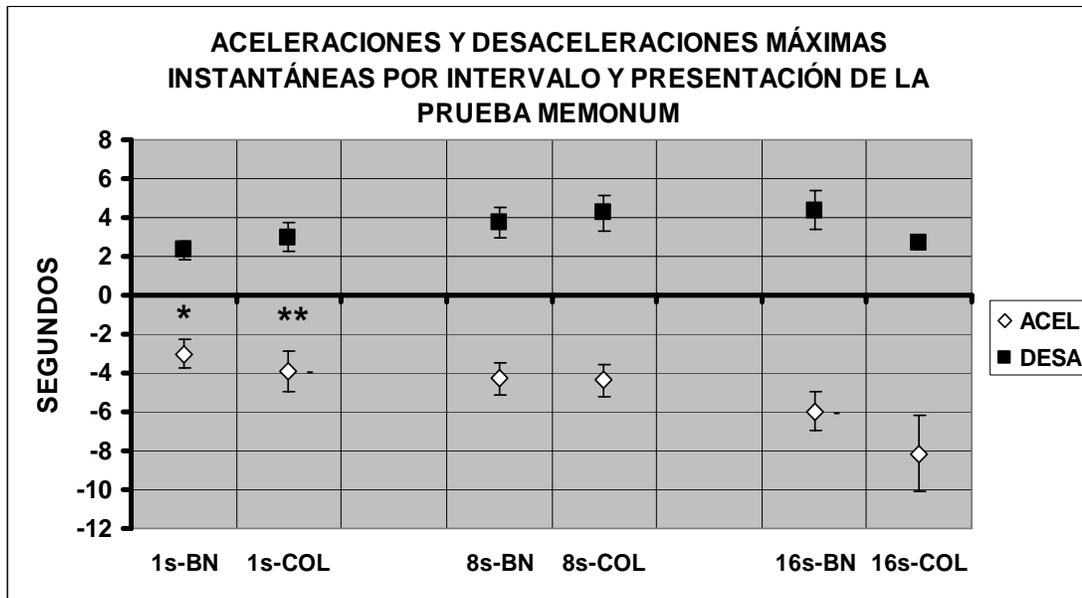
\*, Porcentaje de disminuciones de latencias (Dism) mayor para la presentación Blanco – Negro (BN) en todos los intervalos (1, 8 y 16 segundos) en comparación con la presentación Color (COL) (ANOVA de dos vías,  $p < 0.001$ ). \*\*, Porcentaje de aumentos de latencias (Aum) mayor para la presentación Color en todos los intervalos (1, 8 y 16 segundos) en comparación con la presentación Blanco – Negro (BN) (ANOVA de dos vías,  $p < 0.001$ ).

Comparación entre las diferencias consecutivas de aceleraciones y desaceleraciones máximas instantáneas en el ensayo 1 por intervalo y presentación de la prueba Memonum: Los análisis T-Test pareado empleados en cada intervalo de presentación (1, 8 y 16 segundos) para comparar la variable Aceleraciones o Desaceleraciones máximas instantáneas por presentación Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum, no revelaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, al realizar el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 5) para comparar la variable Aceleraciones máximas instantáneas por intervalo de presentación (1, 8 y 16 segundos) en la presentación Blanco – Negro evidenció que existen diferencias significativas ( $H = 9.374$ ,  $p = 0.009$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que los participantes presentaron menor cantidad de Aceleraciones máximas en el intervalo de 1 segundo ( $Q = 3.060$ ) en comparación con el intervalo de 16 segundos para la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum.

De la misma manera, el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 5) para comparar la variable Aceleraciones máximas instantáneas por intervalo de exposición (1, 8 y 16 segundos) en la presentación Color mostró que existen diferencias significativas ( $H = 7.057$ ,  $p = 0.029$ ). El

análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que los participantes presentaron menor cantidad de Aceleraciones en el intervalo de 1 segundo ( $Q = 2.633$ ) en comparación con el intervalo de 16 segundos para la presentación Color de la prueba Memonum.

**Figura 5.** Comparación entre el promedio de aceleraciones y desaceleraciones máximas instantáneas (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.

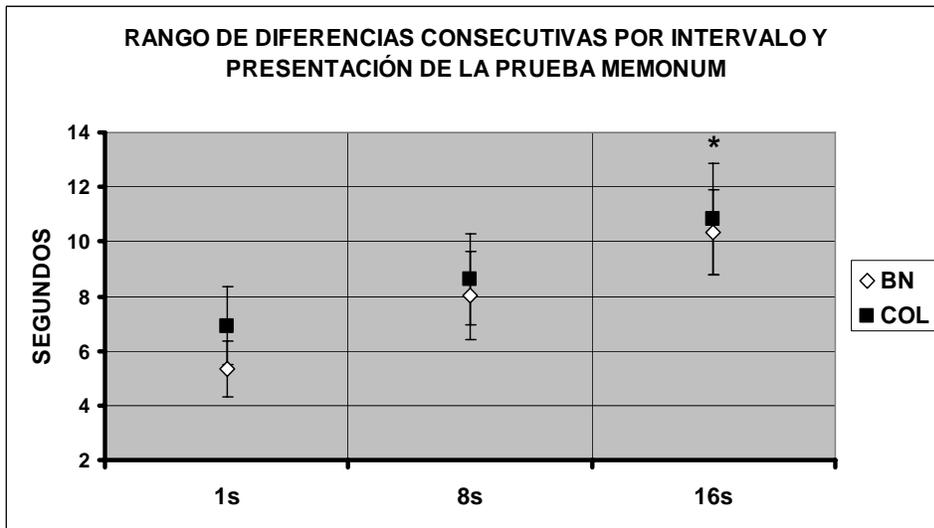


\*, Promedio de aceleraciones máximas instantáneas (ACEL) menor en el intervalo de 1 segundo (1s-BN) en comparación con el intervalo de 16 segundos (16s-BN) para la presentación Blanco – Negro (BN) (Kruskal - Wallis,  $p = 0.009$ ). \*\*, Promedio de aceleraciones máximas instantáneas (ACEL) menor en el intervalo de 1 segundo (1s-COL) en comparación con el intervalo de 16 segundos (16s-COL) para la presentación Color (COL) (Kruskal - Wallis,  $p = 0.029$ ).

Análisis del rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta en el ensayo 1 por intervalo y presentación de la prueba Memonum: Los análisis T-Test pareado empleados en cada intervalo de presentación (1, 8 y 16 segundos) para comparar la variable Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta por presentación Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum, no revelaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, al realizar el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 6) para comparar la variable Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta por intervalo de exposición (1, 8 y 16 segundos) en la presentación Blanco – Negro evidenció que existen diferencias significativas ( $H = 8.141$ ,  $p = 0.017$ ).

El análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que la variable Rango de las diferencia consecutivas fue mayor para el intervalo de 16 segundos ( $Q = 2.852$ ) en comparación con el intervalo de 1 segundo para la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum.

**Figura 6.** Promedio del Rango de diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta (media  $\pm$  EEM) según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



\*, Promedio del Rango de diferencias consecutivas mayor en el intervalo de 16 segundos (16s) comparado con el intervalo de 1 segundo (1s) en la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum (Kruskal – Wallis,  $p = 0.017$ ).

**3. Análisis de las variables Estrategia, Distracción y Dificultad del Formato de Autorreporte por cada Intervalo de Presentación (1, 8 y 16 segundos) de la Prueba Memonum:**

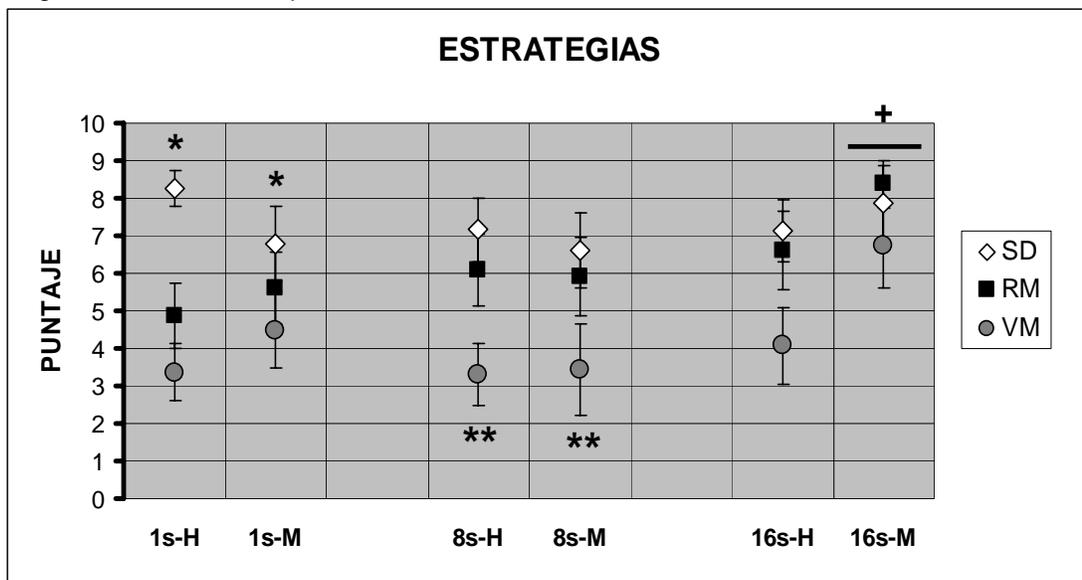
Valor asignado a las estrategias secuencias de digitación, repetición mental y visualización mental utilizadas en los intervalos de presentación 1, 8 y 16 segundos de la prueba Memonum: Para el análisis de las estrategias se empleó un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) (Figura 7) para cada intervalo de presentación, de tal manera que el intervalo de presentación (1, 8 ó 16 segundos) se utilizó como *Factor 1*, el género como *Factor 2*, y los puntajes asignados a las diferentes estrategias como *Variable*, mostrando que existen diferencias entre la variable estrategias ( $F[2,67] = 9.519$ ,  $p < 0.001$ ) para el intervalo de presentación de 1 segundo, pero no para el género ( $p > 0.05$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), evidenció que los participantes asignaron un menor puntaje a la estrategia Repetición mental ( $t = 2.751$ ) que a Secuencias de Digitación.

Igualmente, atribuyeron un mayor puntaje a Secuencias de Digitación ( $t = 4.303$ ) que a la estrategia Visualización Mental.

Por otro lado, el mismo tipo de análisis anterior, reveló que hay diferencias significativas entre las estrategias ( $F[2,62] = 6.905$ ,  $p = 0.002$ ) utilizadas en el intervalo de presentación de 8 segundos, pero no hubo diferencias entre el género ( $p > 0.05$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba  $t$  de Bonferroni), mostró que los estudiantes dieron un mayor valor a las estrategias Repetición Mental ( $t = 2.677$ ) y Secuencias de Digitación ( $t = 3.588$ ) que a la estrategia Visualización Mental.

Por último, el análisis de varianza de dos vías (ANOVA), evidenció que existen diferencias significativas entre el género ( $F[1,58] = 4.282$ ,  $p = 0.043$ ) en el valor asignado a las estrategias en el intervalo de 16 segundos. El análisis *Post-Hoc* (Prueba  $t$  de Bonferroni), mostró que la mujeres asignaron un valor mayor a las estrategias Secuencias de Digitación, Repetición Mental y Visualización Mental ( $t = 2.069$ ) que los hombres.

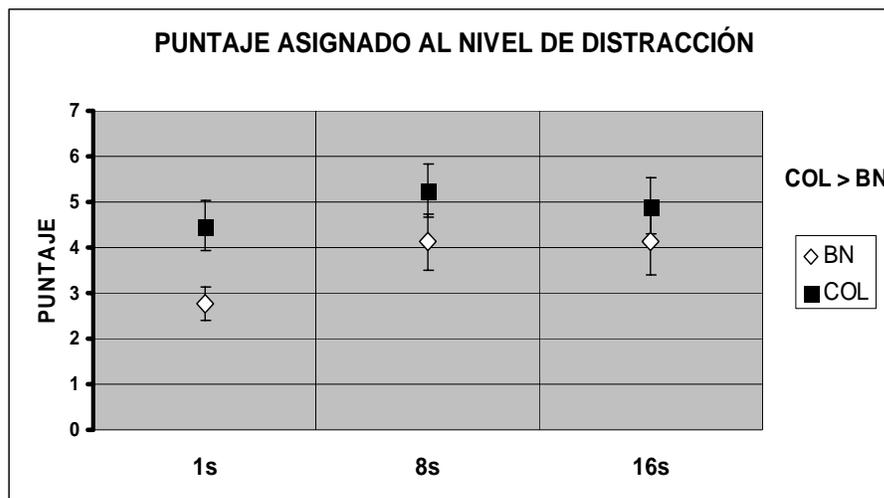
**Figura 7.** Puntajes asignados para las diferentes estrategias (media  $\pm$  EEM) por género según el intervalo de la prueba Memnum.



\*, Puntaje asignado para Repetición Mental (RM) menor que el asignado a Secuencias de Digitación (SD), y Puntaje asignado a Secuencias de Digitación (SD) mayor que el asignado a Visualización Mental (VM) en el intervalo de 1 segundo por hombres y mujeres (1s-H y 1s-M) (ANOVA de dos vías,  $p < 0.001$ ). \*\*, Puntaje asignado para Repetición Mental (RM) y Secuencias de Digitación (SD) mayor que el asignado a Visualización mental (VM) en el intervalo 8 segundos por hombres y mujeres (8s-H y 8s-M) (ANOVA de dos vías,  $p = 0.002$ ). +, Puntaje asignado a todas las estrategias por las Mujeres mayor que el asignado por los hombres en el intervalo de 16 segundos (16s-M) (ANOVA de dos vías,  $p = 0.043$ ).

Puntaje asignado al nivel de distracción percibido en los intervalos de presentación (1, 8 y 16 segundos) y la presentación (blanco-negro y color) de la prueba Memonum: Para el análisis de varianza de dos vías (ANOVA) (Figura 8) se utilizó el intervalo de presentación (1, 8 y 16 segundos) como *Factor 1*, la presentación (Blanco – Negro y Color) como *Factor 2*, y el puntaje del nivel de distracción como *Variable*, revelando que existen diferencias significativas entre la presentación de la prueba Memonum ( $F[1,136] = 6.386$ ,  $p = 0.013$ ) en el puntaje asignado al nivel de distracción por los participantes. El análisis *Post– Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), mostró que los participantes asignaron un puntaje menor al nivel de Distracción ( $t = 2.527$ ) en todos los intervalos de presentación para la presentación a Blanco - Negro de la prueba Memonum, comparada con la presentación Color.

**Figura 8.** Puntajes asignados para el nivel de Distracción (media  $\pm$  EEM) por los participantes según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.

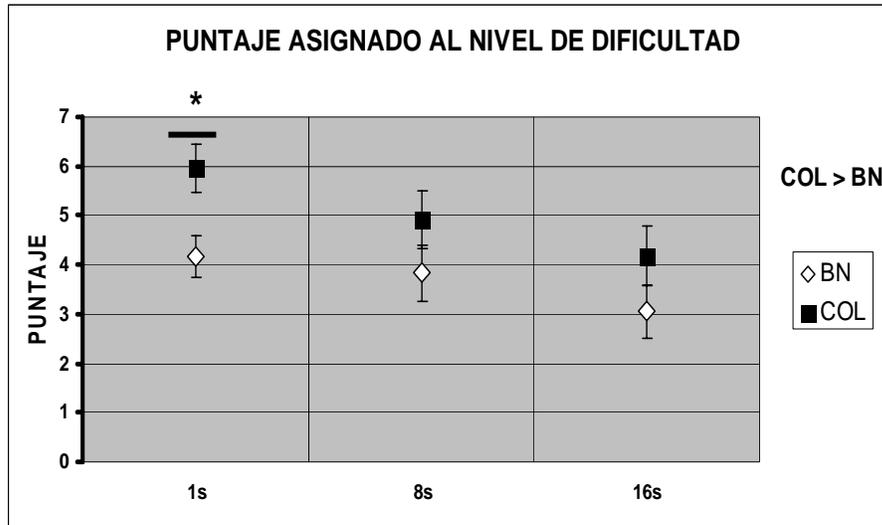


COL > BN, Puntaje de los participantes mayor asignado a Distracción en la presentación Color (COL) de la prueba, que el puntaje asignado a la presentación Blanco – Negro (BN) (ANOVA de dos vías,  $p = 0.013$ ).

Puntaje asignado al nivel de dificultad percibido en los intervalos de presentación (1, 8 y 16 segundos) y la presentación (blanco-negro y color) de la prueba Memonum: Para analizar el puntaje asignado al nivel de dificultad se empleó un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) (Figura 9), donde el intervalo de presentación (1, 8 y 16 segundos) se utilizó como *Factor 1*, la presentación (Blanco – Negro y Color) se utilizó como *Factor 2*, y el puntaje del nivel de dificultad se empleó como *Variable*, evidenciando que hay diferencias significativas entre el intervalo ( $F[2,136] = 3.684$ ,  $p = 0.028$ ) y la presentación ( $F[1,136] = 9.564$ ,  $p = 0.002$ ) de la prueba Memonum, en el puntaje asignado al nivel de Dificultad. El análisis *Post– Hoc* (Prueba *t* de Bonferroni), reveló que los estudiantes atribuyeron un puntaje mayor al nivel de Dificultad en el intervalo de 1

segundo ( $t = 1.446$ ) comparado con el intervalo de 16 segundos para ambas presentaciones. Igualmente, los estudiantes dieron un puntaje menor al nivel de Dificultad ( $t = 3.093$ ) cuando presentaron la prueba a Blanco - Negro, que cuando la presentaron a Color.

**Figura 9.** Puntajes asignados para el nivel de Dificultad (media  $\pm$  EEM) por los participantes según el intervalo y la presentación de la prueba Memonum.



\*, Puntaje de los participantes para el nivel de Dificultad mayor asignado en el intervalo de 1 segundo (1s) que el puntaje asignado por los participantes en el intervalo de 16 segundos (16s) en las presentaciones Blanco - Negro (BN) y Color (COL) de la prueba Memonum (ANOVA de dos vías,  $p < 0.028$ ). COL > BN, Puntajes asignados por los participantes al nivel de Dificultad mayor en la presentación a Color (COL) de la prueba memonum, que el puntaje asignado a la presentación en Blanco - Negro (BN) (ANOVA de dos vías,  $p < 0.002$ ).

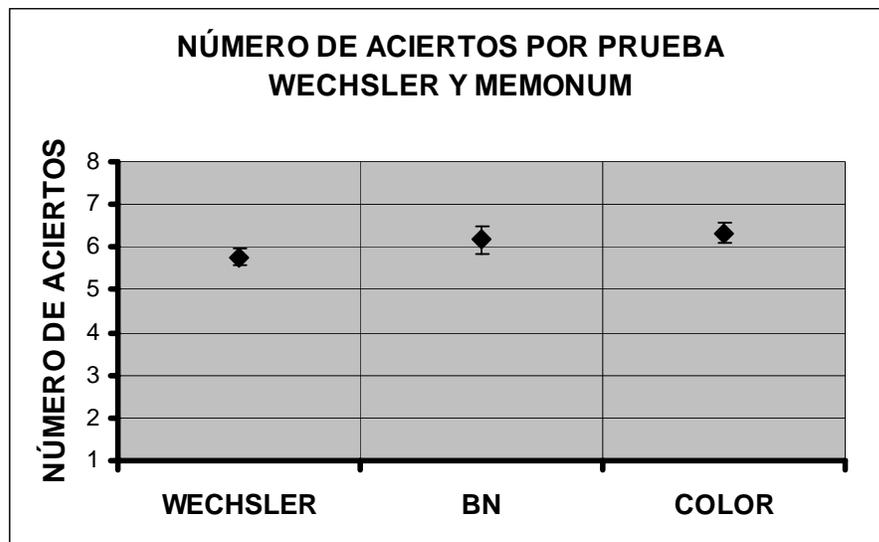
## FASE 2

### 4. Análisis del Desempeño Mnemónico (número de aciertos) de la Tarea de Retención de Dígitos de Wechsler y la Presentación (Blanco- Negro y Color) de la Prueba Memonum:

Para este análisis se realizó la comparación entre el número de aciertos obtenido por los participantes en las diferentes pruebas Tarea de Retención de dígitos directos y la prueba Memonum. Adicionalmente se realizó el análisis de correlación entre las mismas, para observar si existía alguna relación entre ellas.

Desempeño mnemónico (número de aciertos) en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y la prueba Memonum: Se empleó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 10) para comparar el número de aciertos alcanzado por los participantes en cada una de las pruebas Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y las presentaciones Blanco – Negro y Color de la Prueba Memonum, mostrando que no existen diferencias significativas entre el número de aciertos en las diferentes pruebas ( $p = 0.192$ ).

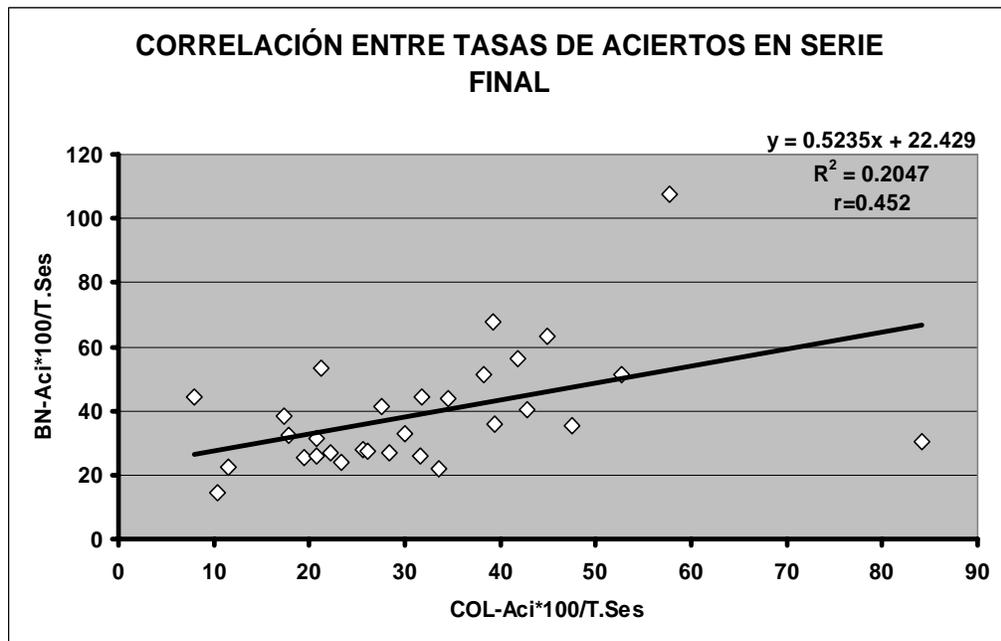
**Figura 10.** Promedio del Número de Aciertos obtenido por los participantes en las diferentes pruebas (media  $\pm$  EEM) Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler (Wechsler) y las presentaciones Blanco – Negro (BN) y Color de la prueba Memonum (Kruskal - Wallis,  $p = 0.192$ ).



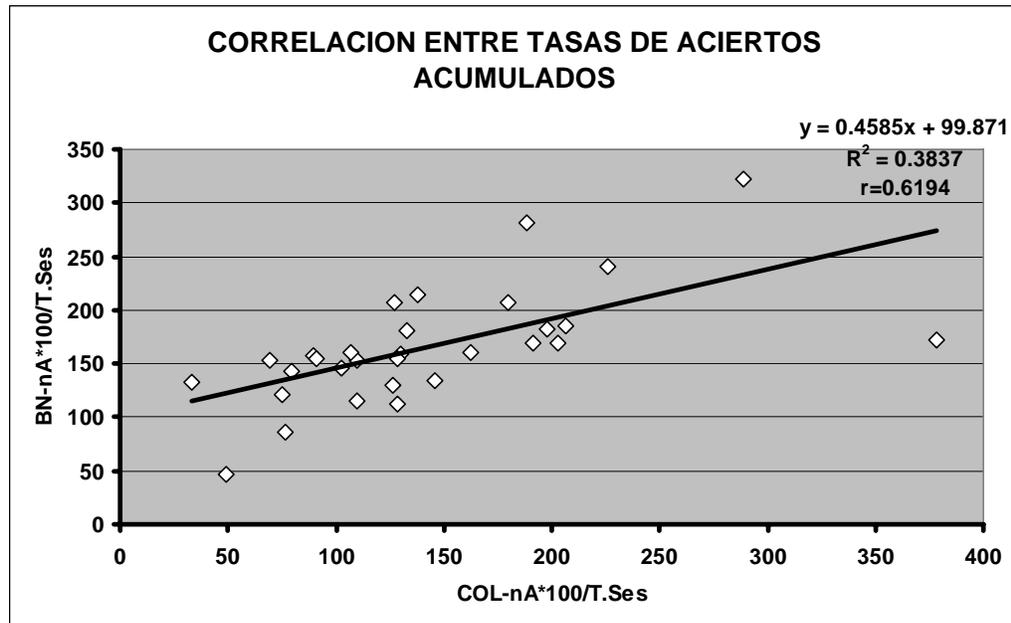
Correlación entre las tasas de aciertos de las presentaciones blanco – negro y color de la prueba Memonum: La tasa de aciertos de la presentación Blanco-Negro correlacionó positivamente y de manera significativa con la tasa correspondiente de la presentación Color ( $R^2 = 0.2047$ ,  $r = 0.452$ ) (Figura 11). De la misma forma, se encontró correlación positiva y significativa entre las tasas construidas con todos los números digitados correctamente en las dos presentaciones ( $R^2 = 0.3837$ ,  $r = 0.6194$ ) (Figura 12).

De tal manera que a medida que aumentan las tasas del total de aciertos y de aciertos acumulados en la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum, también aumentan en la presentación Color, sugiriendo que existe una relación directa entre las presentaciones.

**Figura 11.** Correlación entre las Tasas del Total de Aciertos de la prueba Memonum obtenidas de las presentaciones Blanco – Negro (BN – Aci\*100/T.Ses) y Color (COL – Aci\*100/T.Ses).



**Figura 12.** Correlación entre las Tasas de Aciertos Acumulados de la prueba Memonum de las presentaciones Blanco – Negro (BN – nA\*100/T.Ses) y Color (COL – nA\*100/T.Ses).

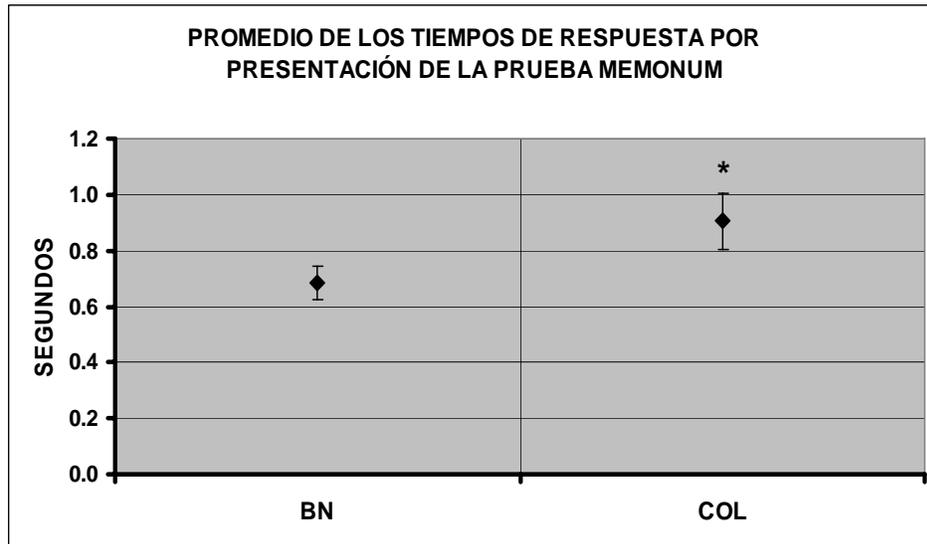


**5. Análisis de Variabilidad en el dominio del tiempo según la presentación (Blanco – Negro y Color) de la Prueba Memonum:**

Análisis del tiempo de sesión total por presentación de la prueba Memonum: La prueba T-Test pareada para comparar el tiempo de sesión entre las presentaciones de la prueba Memonum, no mostró diferencias significativas entre las presentaciones Blanco – Negro y Color para el tiempo de sesión total ( $p = 0.060$ ).

Análisis del promedio de los tiempos de respuesta por presentación de la prueba Memonum: Para comparar el promedio de los tiempos de respuesta entre las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum se empleó una prueba T-Test pareada (Figura 13), la cual reveló que existen diferencias significativas entre las presentaciones de la prueba Memonum, mostrando que el promedio de los tiempos de respuesta fue mayor en la presentación Color comparado con la presentación Blanco – Negro ( $t = -2.661$ ,  $p = 0.013$ ) de la prueba Memonum.

**Figura 13.** Promedio de los tiempos de respuesta (media  $\pm$  EEM) según la presentación de la prueba Memonum.

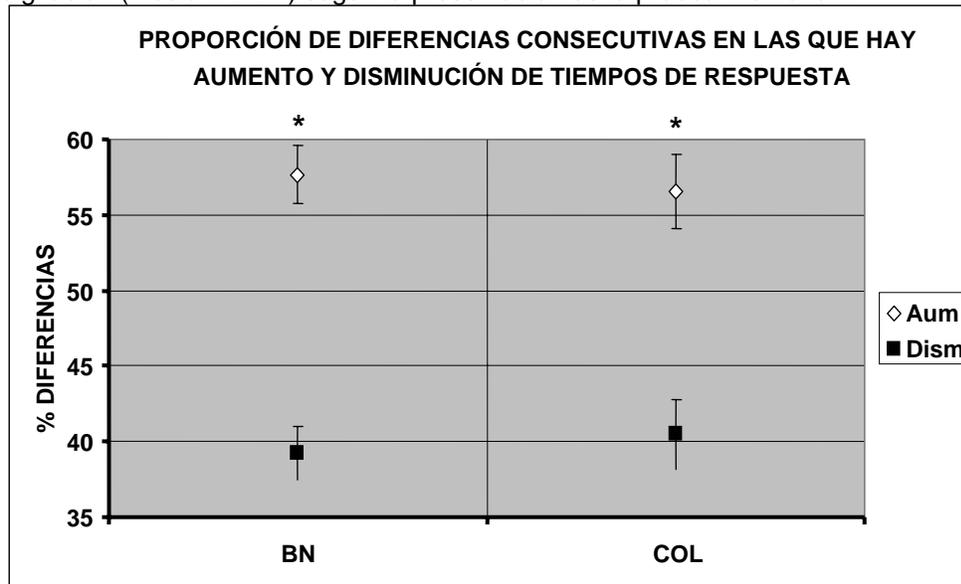


\*, Promedio de los tiempos de respuesta mayor en la presentación Color (COL) comparado con la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum (T-Test pareada,  $p = 0.013$ ).

Comparación entre las diferencias consecutivas del porcentaje de disminuciones de latencias y el porcentaje de aumentos de latencias por presentación de la prueba Memonum: La prueba T-Test pareada (Figura 14) fue utilizada para comparar la proporción de disminuciones o de aumentos de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta por presentación de la prueba Memonum, revelando que existen diferencias significativas entre el porcentaje de disminuciones y aumentos de latencias en las presentaciones de la prueba Memonum.

El análisis mostró que la proporción de aumentos de latencias es mayor que la proporción de disminuciones tanto en la presentación Blanco – Negro ( $t = 5.108$ ,  $p < 0.001$ ) como en la presentación Color ( $t = 3.430$ ,  $p = 0.002$ ) de la prueba Memonum.

**Figura 14.** Promedio de la proporción de aumento y disminuciones de latencias de digitación (media  $\pm$  EEM) según la presentación de la prueba Memonum.

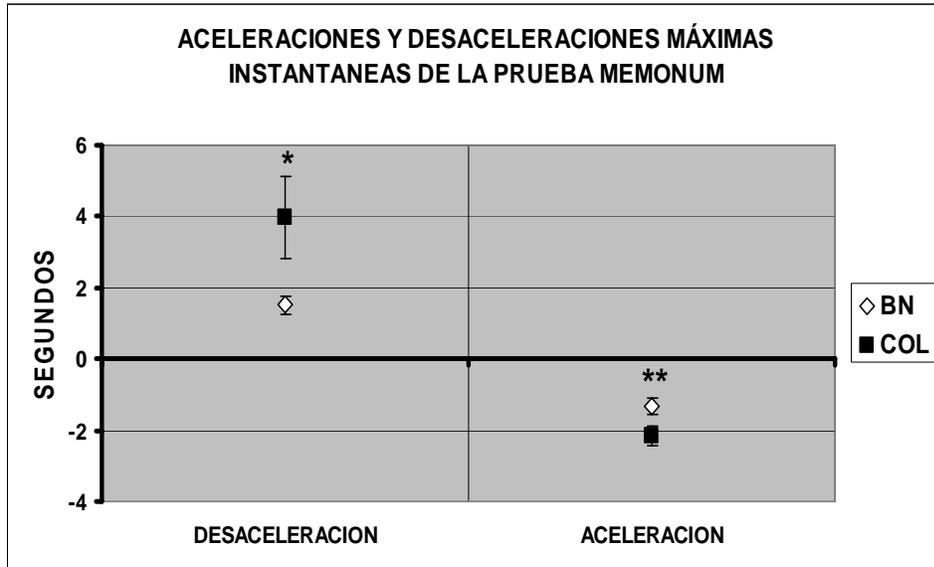


\*, Proporción de aumentos de los tiempos de respuesta (Aum) mayor que la proporción de disminuciones (Dism) en la presentación Blanco – Negro (BN) (T-Test pareada,  $p < 0.001$ ) y en la presentación Color (COL) de la prueba Memonum (T-Test pareada,  $p = 0.002$ ).

Comparación entre las diferencias consecutivas de aceleraciones y desaceleraciones máximas instantáneas por presentación de la prueba Memonum: Las pruebas T-Test pareadas (Figura 15) empleadas en cada presentación para comparar las Aceleraciones o Desaceleraciones máximas instantáneas de las diferencias consecutivas, revelaron que existen diferencias significativas entre las presentaciones de la prueba Memonum.

El análisis mostró que el promedio de las Aceleraciones máximas de las diferencias consecutivas fue menor en la presentación Blanco – Negro comparada con la presentación Color ( $t = -2.048$ ,  $p = 0.050$ ) de la prueba Memonum. Así mismo, se encontró que las Desaceleraciones máximas de las diferencias consecutivas fue mayor en la presentación Color comparada con la presentación Blanco – Negro ( $t = 2.383$ ,  $p = 0.024$ ) de la prueba Memonum.

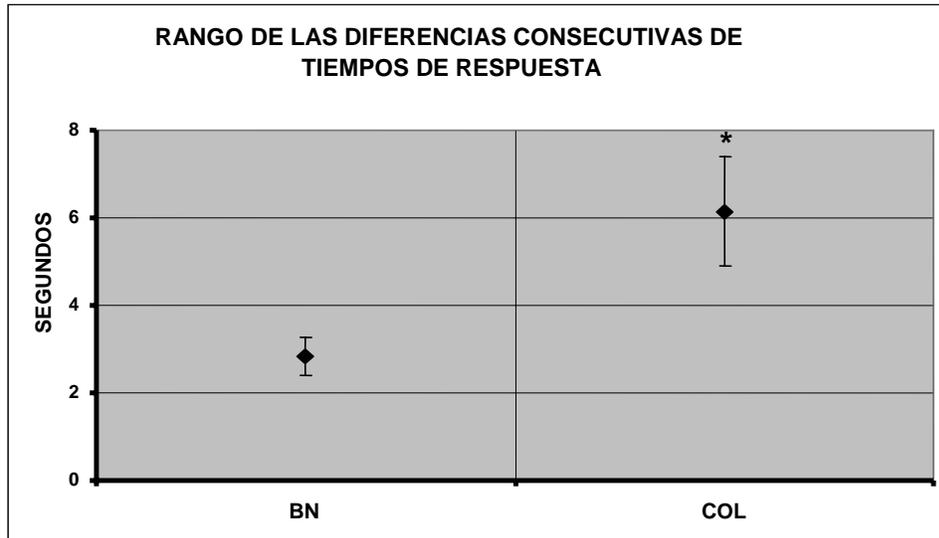
**Figura 15.** Promedio de las Aceleraciones y Desaceleraciones máximas instantáneas de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta (media  $\pm$  EEM) según la presentación de la prueba Memonum.



\*, Promedio de las Desaceleraciones máximas mayor en la presentación Color (COL) comparada con la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum (T-Test pareada,  $p = 0.050$ ). \*\*, Promedio de las Aceleraciones máximas menor en la presentación Blanco – Negro (BN) comparada con la presentación Color (COL) de la prueba Memonum (T-Test pareada,  $p = 0.024$ )

Análisis del rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta por presentación de la prueba Memonum: La prueba T-Test pareada (Figura 16) empleada para comparar el Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta por presentación de la prueba Memonum, reveló que existen diferencias significativas entre las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum. El análisis mostró que el Rango de las diferencias consecutivas fue mayor en la presentación Color comparado con la presentación Blanco – Negro ( $t = -2.502$ ,  $p = 0.018$ ) de la prueba Memonum.

**Figura 16.** Promedio del Rango de las diferencias consecutivas de los tiempos de respuesta (media  $\pm$  EEM) según la presentación de la prueba Memonum.

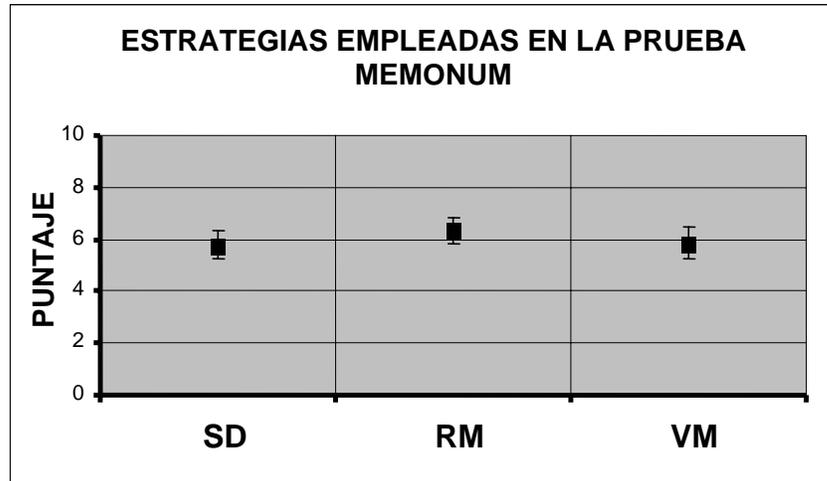


\*, Promedio del Rango mayor en la presentación Color (COL) comparado con la presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum (T-Test pareada,  $p = 0.018$ ).

**6. Análisis de las variables Estrategia, Distracción y Dificultad del Formato de Autorreporte de la Prueba Memonum:**

Valor asignado a las estrategias secuencias de digitación, repetición mental y visualización mental utilizadas en la prueba Memonum: Para comparar el puntaje asignado a las diferentes Estrategias se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Figura 17), el cual evidenció que no existen diferencias significativas entre las estrategias empleadas por los participantes durante la realización de la prueba Memonum ( $p = 0.777$ ).

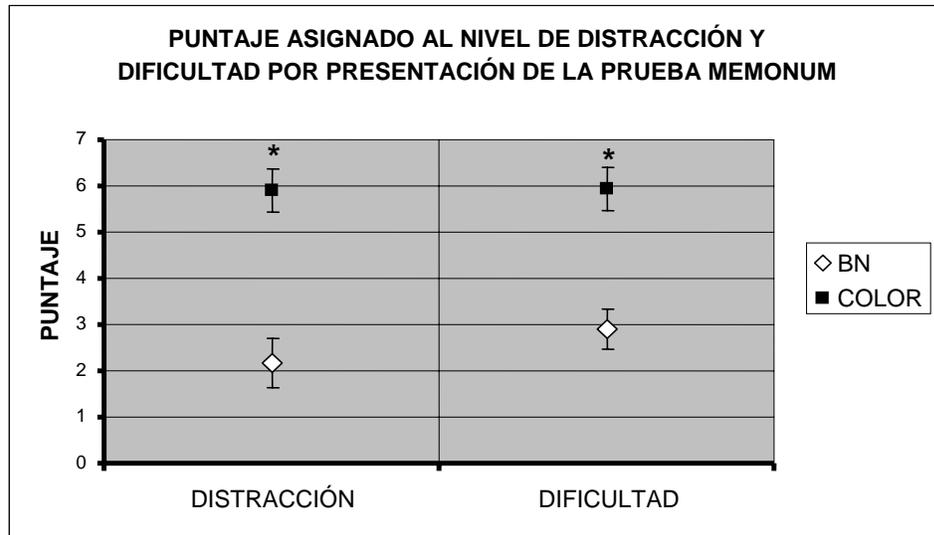
**Figura 17.** Puntajes asignados a las estrategias (media  $\pm$  EEM) Secuencias de Digitación (SD), Repetición Mental (RM) y Visualización Mental (VM) por los participantes en la prueba Memonum (Kruskal - Wallis,  $p = 0.777$ ).



Puntaje asignado al nivel de distracción y dificultad según la presentación (blanco-negro y color) de la prueba Memonum: Las pruebas T-Test pareadas (Figura 18) empleadas para comparar los puntajes asignados al nivel de distracción o al nivel de dificultad en las presentaciones de la prueba Memonum, revelaron diferencias estadísticas entre las presentaciones.

El análisis mostró que el puntaje asignado por los participantes al nivel de distracción en la presentación Color fue mayor comparado con el asignado a la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum ( $t = -5.146$ ,  $p < 0.001$ ). Igualmente, el puntaje asignado por los participantes al nivel de dificultad en la presentación Color fue mayor que el asignado a la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum ( $t = -5.788$ ,  $p < 0.001$ ).

**Figura 18.** Puntaje asignado al nivel de Distracción y al nivel de Dificultad (media  $\pm$  EEM) por los participantes según la presentación de la prueba Memonum.



\*, Puntaje mayor asignado al nivel de distracción en la presentación Color (COLOR), que el asignado a la presentación Blanco – Negro (BN) (T-Test pareada,  $p < 0.001$ ). \*\*, Puntaje mayor asignado al nivel de dificultad en la presentación Color (COLOR), que el asignado a la presentación Blanco – Negro (BN) (T-Test pareada,  $p < 0.001$ ).

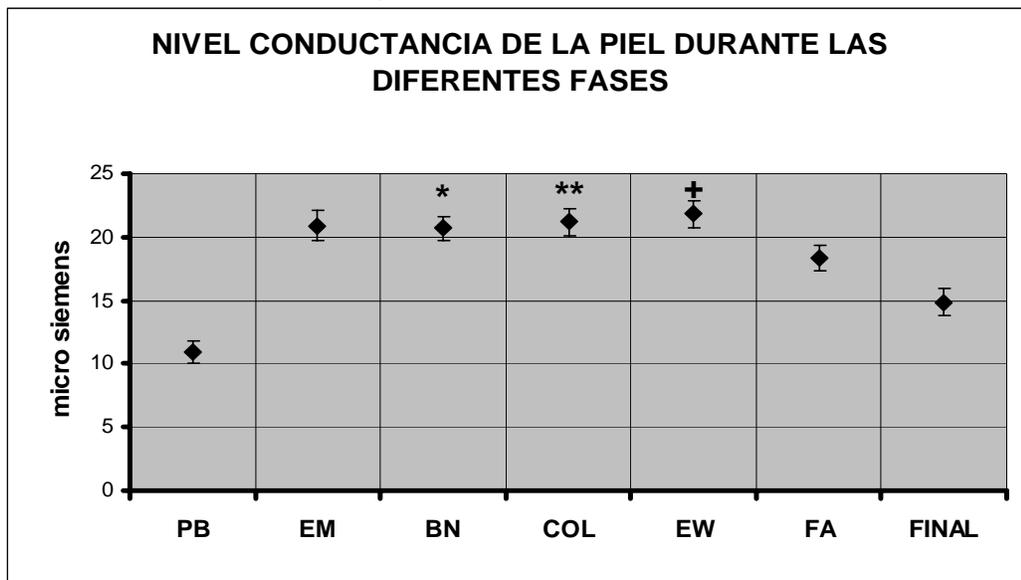
**7. Análisis de las Variables Fisiológicas (Conductancia de la piel, Frecuencia de Respiración y Frecuencia de Pulso) durante la aplicación de la Tarea de Retención de Dígitos de Wechsler, la Prueba Memonum y el Formato de Autoinforme:**

Además de las variables fisiológicas Nivel de Conductancia de la Piel, Frecuencia de Respiración y Frecuencia de Pulso se registraron otras medidas las cuales fueron: Amplitud de Respiración y Amplitud de Pulso. Sin embargo, la variable Frecuencia de Respiración debió ser excluida de los análisis dado que los datos obtenidos se encontraban alrededor de los 4 ciclos/minuto registro que no concuerda con el proceso de respiración normal en humanos que se encuentra alrededor de los 15 ciclos/minuto, y por consiguiente se estableció que este registro no era confiable. De tal forma que fueron en total cuatro variables analizadas durante la aplicación de todas las pruebas.

Para todas las variables fisiológicas se emplearon análisis de varianza de medidas repetidas de una vía (ANOVAs) no paramétricos de Friedman para comparar el promedio de los valores máximos de cada variable autonómica durante las diferentes fases evaluadas.

Análisis de las variables fisiológicas durante las diferentes fases de la sesión experimental: Período Basal (PB), Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler (EW), Entrenamiento Memonum (EM), Presentación Blanco – Negro (BN) de la prueba Memonum, Presentación Color (COL) de la prueba Memonum, Formato de Autoinforme (FA) y Período Final (FINAL): El análisis de varianza de medidas repetidas de una vía (ANOVA) no paramétrico de Friedman (Figura 19) reveló que existen diferencias significativas entre las diferentes fases de la sesión experimental para la variable fisiológica Nivel de Conductancia de la Piel y (Chi-square = 106.588,  $p < 0.001$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), mostró que la fase presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum presentó un Nivel de Conductancia de la Piel significativamente mayor en comparación con las fases Período Basal ( $Q = 6.724$ ) y Período Final ( $Q = 4.493$ ). Así mismo, la fase presentación Color de la prueba Memonum reveló un Nivel de Conductancia de la Piel significativamente mayor comparada con las fases Período Basal ( $Q = 7.538$ ) y Período Final ( $Q = 5.307$ ). Finalmente, la fase Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler mostró un Nivel de Conductancia de la Piel significativamente mayor en comparación con las fases Período Basal ( $Q = 8.081$ ), Formato de Autoinforme ( $Q = 3.407$ ) y Período Final ( $Q = 5.849$ ).

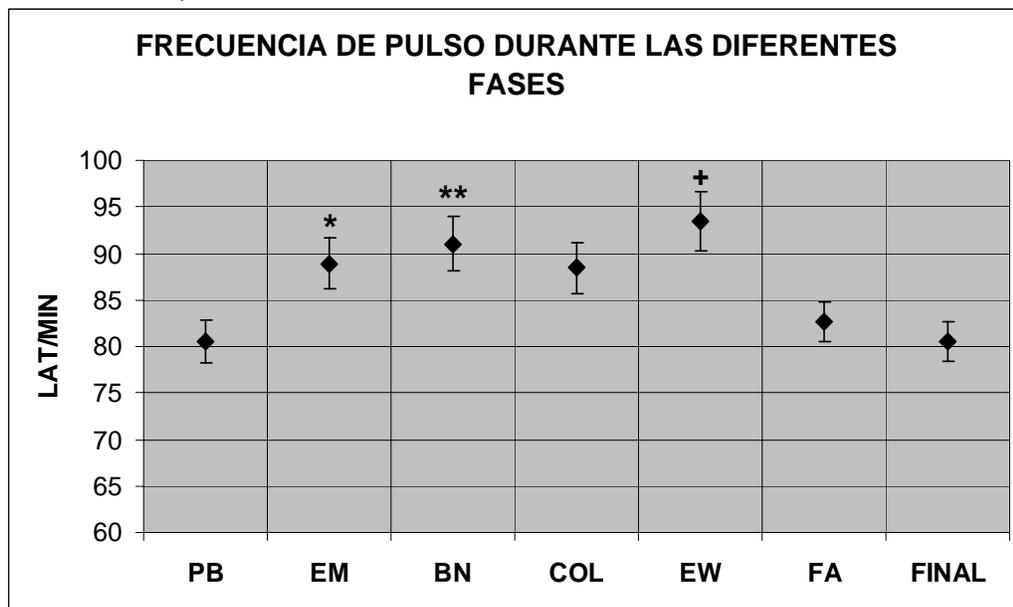
**Figura 19.** Promedio del Nivel de Conductancia de la Piel (media  $\pm$  EEM) en las diferentes fases de la sesión experimental.



\*, Nivel de Conductancia significativamente mayor en la fase BN (Presentación Blanco – Negro) de la prueba Memonum comparada con las fases PB (Período Basal) y FINAL (Período Final). \*\*, Nivel de Conductancia significativamente mayor en la fase COL (Presentación Color) de la prueba Memonum comparada con las fases PB (Período Basal) y FINAL (Período Final). +, Nivel de Conductancia significativamente mayor en la fase EW (Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler) comparada con las fases PB (Período Basal), FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final) (ANOVA medidas repetidas,  $p < 0.001$ ).

Así mismo, el análisis de varianza de medidas repetidas de una vía (ANOVA) no paramétrico de Friedman (Figura 20), mostró diferencias significativas entre las fases registradas para la variable Frecuencia de Pulso (Chi-square = 104.629,  $p < 0.001$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que la fase Entrenamiento Memonum presentó una Frecuencia de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Período Basal (Q = 5.379), Formato de Autoinforme (Q = 4.422) y Período Final (Q = 5.379). Igualmente, la fase presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum mostró una Frecuencia de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Período Basal (Q = 6.394), Formato de Autoinforme (Q = 5.438) y Período Final (Q = 6.394). Por último, la fase Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler presentó una Frecuencia de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Período Basal (Q = 6.275), Formato de Autoinforme (Q = 5.319) y Período Final (Q = 6.275) de la sesión experimental.

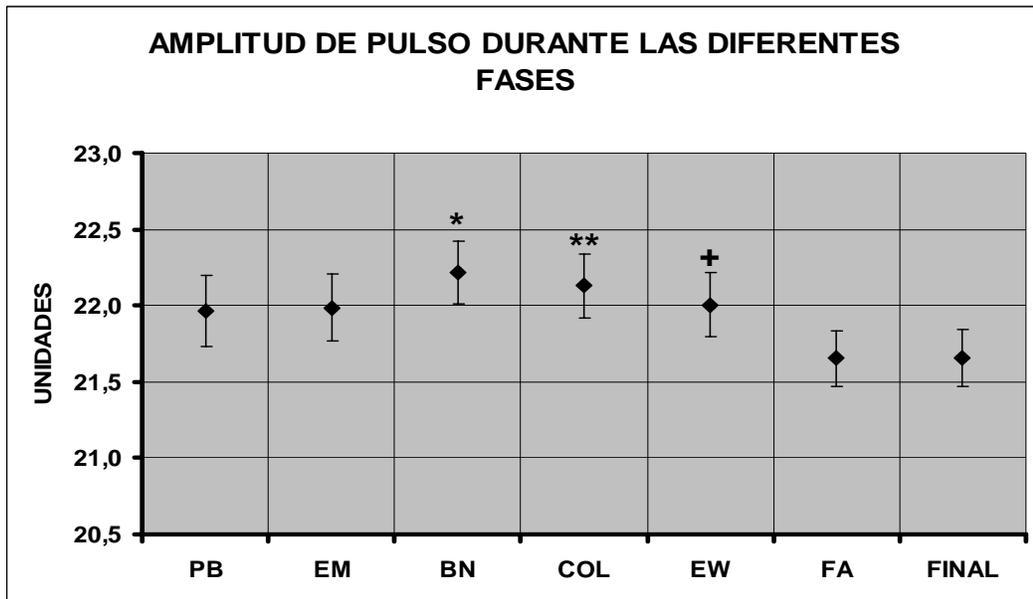
**Figura 20.** Promedio de la Frecuencia de Pulso (media  $\pm$  EEM) en las diferentes fases de la sesión experimental.



\*, Frecuencia de Pulso significativamente mayor en la Fase EM (Entrenamiento Memonum) comparada con las fases PB (Período Basal), FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final). \*\*, Frecuencia de Pulso significativamente mayor en la Fase BN (presentación Blanco – Negro) de la prueba Memonum comparada con las fases PB (Período Basal), FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final). +, Frecuencia de Pulso significativamente mayor en la Fase EW (Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler) comparada con las fases PB (Período Basal), FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final) (ANOVA medidas repetidas,  $p < 0.001$ ).

Por otro lado, el mismo tipo de análisis al realizado anteriormente (Figura 21), mostró diferencias significativas entre las fases registradas durante la sesión experimental para la variable Amplitud de Pulso (Chi-square = 70.796,  $p < 0.001$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba de Dunn's), reveló que la fase presentación Blanco – Negro de la prueba Memnum mostró una Amplitud de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Formato de Autoinforme (Q = 6.230) y Período Final (Q = 6.230). Por otra parte, la fase presentación Color de la prueba Memnum presentó una Amplitud de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Formato de Autoinforme (Q = 5.819) y Período Final (Q = 5.819). Por último, la fase Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler mostró una Amplitud de Pulso significativamente mayor en comparación con las fases Formato de Autoinforme (Q = 4.585) y Período Final (Q = 4.585).

**Figura 21.** Promedio de la Amplitud de Pulso (media  $\pm$  EEM) en las diferentes fases de la sesión experimental.

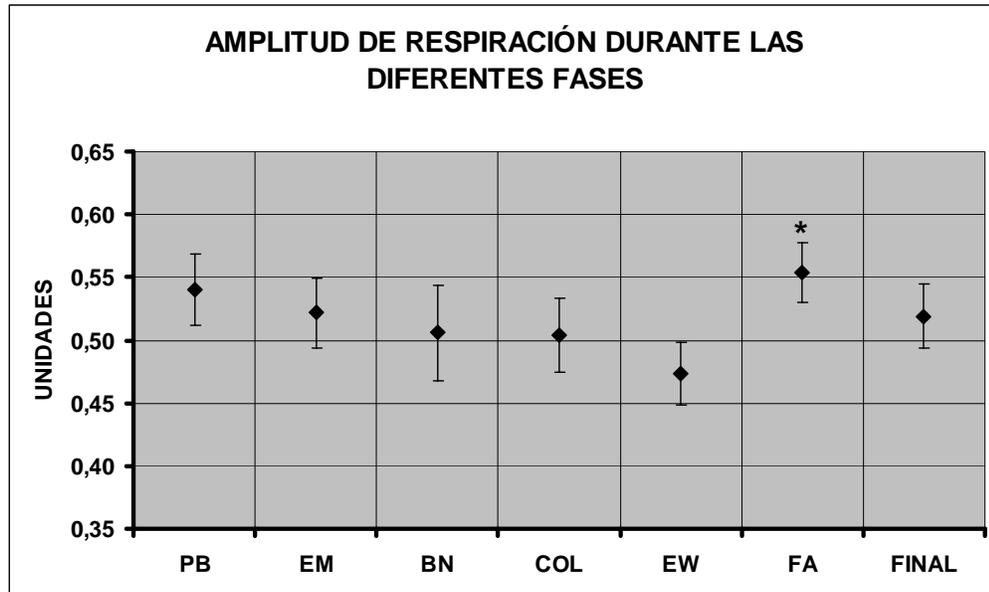


\*, Amplitud de Pulso significativamente mayor en la Fase BN (presentación Blanco – Negro) de la prueba Memnum comparada con las fases FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final). \*\*, Amplitud de Pulso significativamente mayor en la Fase COL (presentación Color) de la prueba Memnum comparada con las fases FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final). +; Amplitud de Pulso significativamente mayor en la Fase EW (Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler) comparada con las fases FA (Formato de Autoinforme) y FINAL (Período Final) (ANOVA medidas repetidas,  $p < 0.001$ ).

Por último, el análisis de varianza de medidas repetidas de una vía (ANOVA) no paramétrico de Friedman (Figura 22), mostró diferencias significativas entre las fases registradas durante la sesión experimental para la variable Amplitud de Respiración (Chi-square = 16.550,  $p = 0.011$ ). El análisis *Post-Hoc* (Prueba de

Dunn's), reveló que la fase Formato de Autoinforme presentó una Amplitud de Respiración significativamente mayor comparada con la fase presentación Blanco – Negro (Q = 4.082) de la prueba Memonum y la fase Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler (Q = 4.120).

**Figura 22.** Promedio de la Amplitud de Respiración (media  $\pm$  EEM) en las diferentes fases de la sesión experimental.



\*, Amplitud de Respiración significativamente mayor en la Fase FA (Formato de Autoinforme) comparada con las fases BN (presentación Blanco – Negro) de la prueba Memonum y EW (Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler) (ANOVA medidas repetidas,  $p = 0.011$ ).

**8. Análisis del Desempeño Mnemónico (número de aciertos) de la Tarea de Retención de Dígitos de Wechsler, la presentación (Blanco - Negro y Color) de la Prueba Memonum y las Variables Fisiológicas (Nivel de Conductancia de la piel, Amplitud de Respiración, Frecuencia de Pulso y Amplitud de Pulso):**

Para el análisis de las variables se correlacionaron el número de aciertos alcanzados por los participantes en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y la prueba Memonum con los valores Máximos de las variables fisiológicas: Nivel de Conductancia de la piel, Amplitud de Respiración, Frecuencia de Pulso y Amplitud de Pulso.

Correlación entre el desempeño mnemónico (número de aciertos) de la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, la prueba Memonum y las Variables Fisiológicas: Para el análisis de correlación se empleó la prueba de correlación de Spearman ( $r$  = Coeficiente de correlación y  $p$  = probabilidad) (Tabla 1), el cual reveló que la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler ( $p > 0.05$ ), no presentó ninguna correlación con ninguna de las variables fisiológicas. Así mismo, no se encontró ninguna correlación entre el desempeño mnemónico en la presentación Blanco – Negro y la presentación Color de la prueba Memonum ( $p > 0.05$ ) con las variables fisiológicas.

**Tabla 1.** Correlación entre la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, las Presentaciones de la prueba Memonum y las Variables Fisiológicas

	Conductancia Piel	Frecuencia Pulso	Amplitud Pulso	Amplitud Respiración
MEMONUM BLANCO-NEGRO	$r = -0,240$ $P = 0,201$ $N = 30$	$r = 0,349$ $P = 0,059$ $N = 30$	$r = -0,048$ $P = 0,803$ $N = 30$	<b><math>r = 0,125</math></b> <b><math>P = 0,510</math></b> <b><math>N = 30</math></b>
MEMONUM COLOR	$r = 0,128$ $P = 0,499$ $N = 30$	$r = -0,124$ $P = 0,515$ $N = 30$	$r = -0,110$ $P = 0,564$ $N = 30$	<b><math>r = 0,125</math></b> <b><math>P = 0,511</math></b> <b><math>N = 30</math></b>
RETENCIÓN DE DÍGITOS WECHSLER	<b><math>r = -0,036</math></b> <b><math>P = 0,850</math></b> <b><math>N = 30</math></b>	<b><math>r = -0,133</math></b> <b><math>P = 0,484</math></b> <b><math>N = 30</math></b>	<b><math>r = -0,082</math></b> <b><math>P = 0,666</math></b> <b><math>N = 30</math></b>	<b><math>r = -0,024</math></b> <b><math>P = 0,900</math></b> <b><math>N = 30</math></b>

## 7. DISCUSIÓN

Con el presente trabajo se pretendió contribuir al estudio de la memoria operacional mediante su evaluación con la prueba Memonum en estudiantes universitarios y su correlación con indicadores fisiológicos.

De esta manera, de la primera fase se comenzará por discutir sobre el desempeño de los participantes en la prueba Memonum teniendo en cuenta los tres intervalos de exposición de los dígitos 1, 8 y 16 segundos, y las presentaciones (Blanco – Negro y Color); posteriormente se discutirá sobre la valoración proporcionada por los participantes a las Estrategias, Nivel de Distracción y Nivel de Dificultad del Formato de Autoinforme. Por otro lado, de la segunda fase se discutirá sobre el desempeño de los participantes en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, la prueba Memonum y su relación con las variables fisiológicas. Finalmente, se discutirá sobre las valoraciones proporcionadas a las Estrategias, Nivel de Distracción y Nivel de Dificultad por los participantes en el Formato de Autoinforme.

### FASE 1

**¿Cuál es el efecto que producen diversos intervalos de presentación de dígitos y estímulos distractores sobre el desempeño mnemónico evaluado por el número de dígitos retenidos?**

El desempeño mnemónico se evaluó a partir del número de aciertos alcanzado por los participantes con los tres intervalos de tiempo de exposición de los dígitos 1, 8 y 16 segundos, en las dos presentaciones de la prueba Memonum, Blanco – Negro y Color. De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que el desempeño mnemónico de los participantes aumentó al desarrollar la tarea con los intervalos de 8 y 16 segundos comparado con el desempeño alcanzado en el intervalo de presentación de 1 segundo; mostrando que tiempos de exposición más amplios mejoran el desempeño mnemónico de los individuos (Fisher, 2001; Lecerf y Roulin, 2006).

Algunos investigadores como Lecerf y Roulin (2006), quienes aplicaron tareas visuo – espaciales en medio computarizado a jóvenes universitarios para evaluar memoria a corto plazo y memoria operacional empleando diversos intervalos de exposición de los estímulos (1, 3 y 5 segundos), encontraron que los participantes alcanzaban un mejor desempeño cuando el intervalo de codificación era más amplio específicamente en la tarea de memoria operacional, sugiriendo que un

tiempo más prolongado permite el uso de estrategias como el ensayo o repetición mejorando el desempeño mnemónico de los individuos (Lecerf y Roulin, 2006). Igualmente, Fisher (2001) mostró con la Tarea de Bloques de Corsi una prueba para evaluar memoria operacional espacial, que el desempeño mnemónico de los estudiantes universitarios mejoró al emplear tiempos de codificación más largos. Consistentemente con estos resultados, el presente trabajo demostró que al emplear diversos intervalos de exposición de dígitos en la prueba Memonum el desempeño mnemónico de los participantes mejoró, alcanzando un mayor número de aciertos de manera ascendente, con los intervalos de tiempo de 8 y 16 segundos presentados en la prueba. Igualmente, se puede inferir que el emplear intervalos de presentación más amplios en tareas de retención de dígitos directos puede estar comprometiendo procesos como el mantenimiento de la atención, según lo planteado por Awh y cols. (2006), permitiendo hacer uso del ensayo o repetición durante el proceso de adquisición generando cambios consecuentes en el desempeño mnemónico (Lecerf y Roulin, 2006; Awh y cols., 2006).

Por otra parte y de acuerdo a Lecerf y Roulin (2006), quienes encontraron que el tiempo de exposición afecta el desempeño mnemónico en la tarea de memoria operacional, pero no en la tarea de memoria a corto plazo, y quienes sugieren que este factor es útil en la distinción y determinación sobre si una prueba evalúa memoria operacional o de corto plazo; la prueba Memonum podría postularse como una prueba válida en la evaluación de la memoria operacional a través de la Tarea de Retención de Dígitos Directos, teniendo en cuenta los efectos que generaron los diferentes intervalos de presentación de dígitos sobre el desempeño mnemónico de los individuos.

Por otro lado, aunque el desempeño mnemónico de los sujetos mejoró con la ampliación de los tiempos de exposición de los dígitos, no se encontraron diferencias significativas entre el número de aciertos alcanzado por los participantes en las presentaciones de la prueba Memonum, sugiriendo que los efectos atencionales producidos por los cambios de color no modificaron este componente del desempeño. Algunos autores como Engle, Tuholski, Laughlin y Conwa (1999), han propuesto que la capacidad de la memoria operacional está en la habilidad para mantener activamente representaciones o información de manera temporal en presencia de distracción. De acuerdo a los resultados, al parecer los participantes lograron mantener activa la información (serie de números) durante la realización de la prueba en la presentación Color a pesar del cambio de color de la pantalla como estímulo distractor; razón por la cual se cree que el desempeño mnemónico ó número de aciertos alcanzado por los participantes en la presentación Color no fue diferente del alcanzado en la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum.

Aunque el número de aciertos en las dos presentaciones de la prueba no permitió evidenciar el efecto distractor de los cambios de colores, algunos de los análisis de variabilidad de los tiempos de respuesta si lo permitieron, evidenciando que los

participantes presentaron mayor proporción de aumentos de tiempos de respuesta (latencias de digitación) cuando realizaron la tarea en la presentación Color, sugiriendo que el nivel de procesamiento de información efectuado por los participantes fue mayor cuando desarrollaron la presentación Color comparada con la presentación Blanco – Negro. Es decir, el hecho que los participantes se demoraran más en responder cuando se les presentaba el estímulo distractor, muestra que posiblemente su procesamiento debió ser más controlado dirigido a mantener su atención en la serie de números, a pesar del cambio de color en el fondo de la pantalla (Engle, Tuholski, Laughlin y Conwa, 1999; Lecerf y Roulin, 2006) y por consiguiente llevándoles más tiempo para digitar cuando desarrollaron la tarea en la presentación Color que en la presentación Blanco – Negro. De esta forma, la presentación Color de la prueba Memonum al parecer si genera un efecto de perturbación atencional, exigiendo un nivel mayor de procesamiento, el cual se ve reflejado en tiempos de respuesta más lentos. El resultado anterior está en concordancia con el planteamiento de Luce (1986), quien expone que los tiempos de respuesta pueden revelar información acerca de actividad mental, de tal manera que si el procesamiento de información es altamente estructurado, este proceso demandaría diferentes cursos en el tiempo y por tanto estas diferencias serían reflejadas en los tiempos de respuesta, como ocurre en la presentación Color de la prueba Memonum.

Otros resultados como los análisis sobre el tiempo de sesión mostraron que la prueba Memonum presentada con el intervalo de exposición de 1 segundo fue realizada en menor tiempo que los intervalos de 8 y 16 segundos en la presentación Blanco – Negro, y fue menor que el intervalo de 16 segundos en la presentación Color. Este hallazgo es lógico teniendo en cuenta que en el intervalo de presentación de 1 segundo los participantes obtuvieron el menor número de aciertos con respecto a los otros dos intervalos en ambas presentaciones, por lo tanto el tiempo de la sesión también fue menor. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre las presentaciones Blanco – Negro y Color para cada uno de los intervalos, mostrando que el tiempo de sesión no fue diferente entre ellas, siendo coherente con lo hallado con el número de aciertos por cada intervalo, donde el desempeño mnemónico tampoco fue diferente entre las presentaciones, de tal manera que se puede inferir que existe una relación directa entre el tiempo de sesión y el desempeño mnemónico evaluado por el número de aciertos.

En cuanto a los resultados hallados con el promedio de los tiempos de respuesta solamente en el intervalo de 8 segundos se evidenció la diferencia entre las presentaciones, siendo la presentación Color la que presentó mayor duración en los tiempos de respuesta comparada con la presentación Blanco – Negro, de tal manera que en este intervalo los participantes se demoraron más entre una digitación y otra cuando desarrollaron la tarea en la presentación Color que en la presentación Blanco - Negro. Igualmente, los resultados arrojados por la variable Rango, mostraron que el intervalo de presentación de 16 segundos reveló mayor

variabilidad en la duración de los tiempos de respuesta en la presentación Blanco – Negro en comparación con el intervalo de 1 segundo, sin embargo, no es posible definir a qué se debe esta variabilidad.

Finalmente, en los análisis encontrados sobre las aceleraciones y desaceleraciones máximas instantáneas, se evidenció que el intervalo de presentación de 1 segundo mostró menor cantidad de aceleraciones en comparación con el intervalo de 16 segundos en ambas presentaciones; es decir, presentó digitaciones máximas menos rápidas con respecto al intervalo de 16 segundos tanto en la presentación Blanco – Negro como en la presentación Color, este resultado puede ser atribuido a que tanto la duración del tiempo de la sesión y de exposición del estímulo fue mayor en el intervalo de 16 segundos comparado con el de 1 segundo, posibilitando la presencia de mayor cantidad de aceleraciones en las digitaciones. Adicionalmente, se puede inferir que el tiempo de codificación de la información al ser mayor en el intervalo de 16 segundos, afianzó la consolidación de la serie numérica promoviendo que los participantes lograran una mejor recuperación de la información y por consiguiente, digitaran mucho más rápido la secuencia, independientemente de si se presentó o no cambio de color de la pantalla como estímulo distractor.

En conclusión, en esta primera fase se pudo evidenciar que el incremento de los intervalos de exposición de los dígitos en la prueba Memonum, aumentó el desempeño mnemónico de los individuos (Fisher, 2001; Lecerf y Roulin, 2006; Awh y cols., 2006), además de perfilarse como una prueba útil en la evaluación de la memoria operacional. Por otra parte, aunque los análisis de variabilidad evidenciaron diferencias principalmente entre los intervalos de exposición, también hallaron diferencias entre las presentaciones de la prueba Memonum, presentándose la presentación Color como una posible herramienta para generar un efecto de perturbación a nivel atencional.

### **¿Existe correlación entre el desempeño mnemónico de la prueba Memonum y las puntuaciones del formato de autoinforme?**

El Formato de Autoinforme se analizó a partir de las valoraciones asignadas por cada sujeto a las variables de Estrategia, Nivel de Distracción y Nivel de Dificultad; para cada uno de los tres intervalos de exposición 1, 8 y 16 segundos y las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum.

Al realizar los análisis de la variable Estrategia se encontró que la estrategia Secuencias de digitación fue la más utilizada por los participantes cuando realizaron la prueba Memonum con un tiempo de exposición de 1 segundo; mientras que las estrategias Secuencias de Digitación y Repetición Mental fueron más empleadas cuando los participantes desempeñaron la tarea con el intervalo de 8 segundos. Finalmente cuando la tarea se presentó con 16 segundos los

participantes emplearon en mayor medida todas las estrategias Secuencias de Digitación, Repetición Mental y Visualización Mental. Este resultado muestra que como consecuencia de la ampliación del intervalo de tiempo de exposición de los dígitos en la prueba Memonum, los individuos emplearon cada vez mayor cantidad de estrategias posibles, logrando alcanzar un mayor número de aciertos con los intervalos de 8 y 16 segundos en la prueba. Lo anterior sugiere que un mayor tiempo de exposición permite a las personas llevar a cabo un mejor proceso de codificación a través de la repetición de antiguas o nuevas estrategias, como un mecanismo para mantener activa la información, influyendo posteriormente en un mejor recuerdo o desempeño mnemónico de los sujetos (Becker y Morris, 1999; Lecerf y Roulin, 2006; Awh, Vogel, y Oh, 2006).

En cuanto a los resultados obtenidos para el nivel de Distracción y el nivel de Dificultad se encontró que los participantes asignaron una valoración más alta a la presentación Color en todos los intervalos de presentación 1, 8 y 16 segundos en comparación con la presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum, mostrando que los sujetos percibieron la presentación Color como una prueba con mayor grado de interferencia a nivel atencional y de dificultad. A pesar que el desempeño mnemónico en la presentación Color no se diferenció del desempeño en la presentación Blanco – Negro, se pudo evidenciar que la presentación Color al parecer genera un efecto de perturbación a nivel atencional que es percibido y enunciado por los participantes, lo cual de acuerdo a los análisis de variabilidad sobre las proporciones y aumentos de los tiempos de respuesta, se puede ver reflejado en un aumento en los tiempos de respuesta para esta presentación.

En resumen, el Formato de Autoinforme nos proporciona información útil para observar y cuantificar el tipo de estrategias empleadas durante la realización de la prueba Memonum, y la intensidad del nivel de distracción y dificultad que pueden generar las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum en los participantes, ampliando el conocimiento sobre los posibles procesamientos que llevan a cabo los individuos frente a la prueba Memonum presentada con diversos intervalos de exposición y las dos presentaciones que la componen.

## FASE 2

### **¿Existen diferencias entre el desempeño mnemónico de los participantes en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler y la prueba Memonum?**

Con la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler se ha planteado que el desempeño normal de las personas frente a esta tarea se encuentra ente los  $6 \pm 1$  de dígitos recordados (Spitz, 1972), asumiendo que el tiempo de exposición de

la información es de 1 segundo por dígito. Según los resultados, empleando un intervalo de exposición de 1 segundo por dígito en la prueba Memonum y comparada con la Tarea de Wechsler no se encontraron diferencias significativas entre el desempeño mnemónico de los participantes, el cual fluctuó entre los  $6 \pm 1$  de dígitos recordados, como se refiere en la literatura. De tal manera que la prueba Memonum se perfila como una herramienta válida en la evaluación de la memoria operacional a través de la Tarea de Retención de Dígitos Directos, aunque tenga como variación presentar la información por medio visual. Sin embargo, al realizar el análisis de correlación entre la Tarea de Wechsler y la prueba Memonum no se encontró ninguna relación entre ellas. Una posible razón puede ser la diferencia en la forma de aplicación de las pruebas, siendo la primera de aplicación verbal y la segunda por medio visual, es posible que los individuos estén usando recursos distintos para el procesamiento de la información (Alsina y Sáiz, 2003).

Adicionalmente, los análisis de correlación revelaron que hay una relación positiva entre las presentaciones de la prueba Memonum, insinuando que tanto la presentación Blanco – Negro como la presentación Color al parecer se encuentran evaluando memoria operacional.

Por otro lado, se evidenció que no existen diferencias significativas entre el desempeño mnemónico de los estudiantes al comparar las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum, siendo consistente con lo encontrado en la primera fase. En este mismo sentido, algunos de los resultados obtenidos con los análisis de variabilidad evidenciaron diferencias entre las presentaciones de la prueba Memonum. Por un lado, se encontró que los resultados sobre el promedio de los tiempos de respuesta, mostraron que la presentación Color presentó una duración de las latencias significativamente mayor que en la presentación Blanco – Negro, resultado que se evidenció sólo en el intervalo de 8 segundos para la fase 1, sugiriendo que los participantes emplearon más tiempo entre las digitaciones mientras realizaban la tarea en la presentación color, mostrando que posiblemente el cambio de color de la pantalla promueve a los estudiantes realizar un procesamiento más complejo, para mantener la atención y digitar correctamente la serie aunque se tarden más tiempo entre una digitación y otra (Engle, Tuholski, Laughlin y Conwa, 1999; Lecerf y Roulin, 2006).

En tanto, la variable aceleraciones y desaceleraciones de los tiempos de respuesta revelaron por una parte, que la presentación Color presentó más desaceleraciones que la presentación Blanco – Negro; y por otra que la presentación Blanco – Negro presentó menos aceleraciones que la presentación Color de manera significativa; mostrando, que los participantes presentaron mayor cantidad de disminuciones en la velocidad de la digitación cuando realizaron la tarea con la presentación Color; mientras que cuando desarrollaron la tarea en la presentación Blanco – Negro presentaron menor cantidad de aumentos de velocidad. Con lo anterior, se podría inferir que el cambio de color de la pantalla

presentado como estímulo distractor en la presentación Color genera en los individuos un efecto de interferencia a nivel atencional, exigiendo un nivel de procesamiento mayor que en la presentación Blanco – Negro para mantener y contestar correctamente la serie numérica, teniendo como consecuencia inducir a los individuos a disminuir la velocidad en la digitación durante el desarrollo de la prueba.

Desde otra perspectiva sería interesante que en futuras investigaciones se lograra especificar y relacionar la presencia de ciertos colores con la aparición de aumento y/o disminución de la velocidad de las latencias como un posible indicador de procesamiento de información, dado que la gama de colores utilizada para la presentación Color es muy amplia y que la presencia de aceleraciones y desaceleraciones se dan en momentos distintos.

Por otra parte, los resultados sobre la proporción de aumento y disminución de las latencias no mostraron diferencias entre las presentaciones de la prueba Memonum, en contraste con la fase 1, de tal manera que esta variable no fue lo suficientemente sensible para detectar diferencias entre las presentaciones.

Por último, los resultados obtenidos para el tiempo de sesión no evidenciaron diferencias entre las presentaciones de la prueba Memonum, al igual que en la fase 1, donde se encontró que ni el tiempo de sesión, ni el número de aciertos alcanzado por los participantes fueron distintos entre las presentaciones, sugiriendo una vez más que el desempeño mnemónico evaluado por el número de aciertos puede estar relacionado directamente con la duración de la sesión independientemente de la presentación. Igualmente, la variable Rango mostró que la presentación Color presentó una mayor variabilidad en la duración de los tiempos de respuesta comparada con la presentación Blanco – Negro, sugiriendo que los estudiantes presentaron mayor variabilidad entre el tiempo de las digitaciones durante la prueba en la presentación Color, posiblemente por el efecto de perturbación de esta presentación sobre la atención.

En conclusión, es posible inferir que la prueba Memonum es una herramienta viable en la evaluación de la memoria operacional, y en la evaluación del efecto de interferencia a nivel atencional con la presentación Color de acuerdo a los resultados obtenidos con los análisis de variabilidad.

Finalmente y como se ha podido observar, algunos de los resultados derivados de los análisis de variabilidad en la Fase 1 difieren de los encontrados en la Fase 2, mostrando ciertas debilidades en la reproducibilidad de la prueba Memonum. En este sentido, cabe apuntar que una de las principales causas de estas discrepancias se deba al diseño metodológico, el cual fue considerablemente distinto tanto en la forma de aplicación (colectiva e individual) como en la evaluación de las distintas pruebas en presencia de dispositivos para evaluación fisiológica en la segunda fase. Adicionalmente, algunos autores como Luce (1986) han planteado que el concepto de reproducibilidad en las pruebas psicológicas ha

cambiado debido a las diferencias individuales en el procesamiento de la información durante el desempeño de estas pruebas. En esta dirección, si la prueba Memonum se quiere utilizar como una herramienta de evaluación y posible diagnóstico de trastornos de atención y memoria, sería recomendable que su aplicación sea de manera individual, ya que los resultados en la segunda fase evidenciaron de forma más sensible el efecto de perturbación de la presentación Color sobre la atención.

### **¿Existe correlación entre el desempeño mnemónico obtenido de la prueba Memonum con la variación de las respuestas fisiológicas?**

En primer lugar se analizaron y compararon las variables fisiológicas registradas durante toda la sesión experimental. Y en segundo lugar realizaron los análisis de correlación entre el desempeño en la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, la prueba Memonum y las variables fisiológicas.

Diversos investigadores han encontrado que el realizar tareas mentales generan cambios en las respuestas autonómicas como en la conductancia de la piel, la frecuencia cardiaca, el pulso, la presión arterial y la respiración, entre otras (Radda, Dittmar, Delhomme, Collet, Roure, Venert-Mury y Priez, 1995; Tsai, Levenson y Carstensen, 2000; Christie y Friedman, 2004; Yoshino y Matsuoka, 2005). De acuerdo a los resultados, las variables fisiológicas registradas durante esta fase Nivel de Conductancia de la piel, Frecuencia y Amplitud de Pulso, y Amplitud de Respiración, mostraron cambios significativos durante el desarrollo de las diferentes tareas presentadas, evidenciando la relación entre funcionamiento mental y activación simpática, siendo consistente con lo planteado previamente. Básicamente estos resultados evidencian que los cambios en las respuestas autonómicas están dados por un aumento en la activación frente a la realización de tareas mentales (Radda, Dittmar, Delhomme, Collet, Roure, Venert-Mury y Priez, 1995).

En particular las variables de Nivel de Conductancia de la piel y Amplitud de Pulso mostraron mayor activación para las pruebas que al parecer generaron un nivel más elevado de estrés o tensión mental en los participantes como son la prueba Memonum en sus dos presentaciones Blanco – Negro y Color, y la Tarea de Retención de Dígitos Directos de Wechsler, con respecto a los períodos basal, formato de autoinforme y período final. Este resultado pudo ser debido al nivel de exigencia atencional y de procesamiento controlado requerido por las tres pruebas, además de atribuirles la condición de “fases de evaluación” de forma específica en contraste con las demás fases, aumentando el nivel de estrés en los participantes.

Por otro lado, la variable Frecuencia de Pulso mostró mayor activación cuando los estudiantes desarrollaron las fases de Entrenamiento Memonum, presentación

Blanco – Negro de la prueba Memonum y la Tarea de Wechsler, con respecto al periodo basal, formato de autoinforme y período final. En esta dirección, la Frecuencia de Pulso también se encuentra muy relacionada con ejercicio mental, siendo consistente con los resultados anteriores. En otros estudios se ha planteado que tanto la activación de las variables Frecuencia de Pulso como Amplitud de Pulso pueden ser predictoras de presión arterial, que aunque no son la misma medida son variables dirigidas a valorar la mecánica vascular (Steinback, O’Leary, Wang y Shoemaker, 2004); encontrando que durante la realización de tareas mentales los sujetos presentan un aumento en la activación tanto de la frecuencia y en la amplitud de pulso, como en la presión arterial, sugiriendo de esta manera que la presión arterial también estaría relacionada con procesamiento mental como indicador de activación simpática (Yoshino y Matsuoka, 2005).

En tanto, los resultados sobre la variable Amplitud de Respiración evidenciaron una activación mayor en la fase Formato de Autoinforme, comparada con las fases presentación Blanco – Negro de la prueba Memonum y Tarea de Wechsler. Sobre este aspecto algunos estudios (Backs y Seljos, 1994, citados por Ohsuga y cols., 2001) han reportado que la variable amplitud de respiración decae con el ejercicio mental, debido a una disminución en el volumen de ventilación (aire inhalado y exhalado con cada respiración normal), según esto, es posible que los estudiantes durante el desarrollo de las tareas presenten una disminución en el volumen de aire inhalado y exhalado manifestando una menor activación de la amplitud de respiración como consecuencia de un aumento de estrés ó ejercicio mental, posteriormente cuando diligencian el formato de autoinforme el cual al parecer no exige mayor trabajo mental, presentan un aumento en el volumen de ventilación y por tanto un aumento en la activación de la Amplitud de Respiración como respuesta a distensión mental.

Por último, los análisis de correlación entre el desempeño mnemónico y las respuestas autonómicas no evidenciaron ninguna relación entre ellas. De tal manera, que el aumento o disminución de activación fisiológica no dependió del desempeño mnemónico de los participantes, ni viceversa; con lo cual se puede inferir que la activación de las variables fisiológicas registradas, esencialmente diferencian estados de estrés o distensión mental generados por la exposición a tareas ó pruebas, independientemente del rendimiento alcanzado por los individuos.

En general, se puede concluir que los cambios en la activación de las diversas variables fisiológicas registradas en esta fase están relacionados con las fases que generaron mayor tensión o esfuerzo mental en los participantes, indicando que la realización de tareas se asocian principalmente a actividad simpática.

## **¿Existe correlación entre las puntuaciones del Formato de Autoinforme y los resultados de la prueba Memonum?**

En esta segunda fase, la valoración asignada a las diferentes Estrategias (Secuencias de Digitación, Repetición Mental y Visualización Mental) empleadas por los participantes para realizar la prueba Memonum, no mostraron ninguna diferencia en los puntajes asignados. Al parecer los estudiantes no presentaron una preferencia en la utilización de las estrategias en contraste con los resultados obtenidos en la primera fase, donde la estrategia más utilizada en el intervalo de exposición de 1 segundo fue Secuencias de Digitación. Es posible que las diferencias se encuentren específicamente a nivel de procesamiento individual, sin embargo, a nivel grupal no se cuenta con literatura que refiera el por qué de estos resultados.

Al igual que en la fase 1, la percepción del Nivel de Distracción y Dificultad, fue mayor para la presentación Color de la prueba Memonum que para la presentación Blanco – Negro, mostrando nuevamente que los participantes atribuyeron a la presentación Color un mayor nivel de interferencia a nivel atencional y de dificultad. Con este resultado se evidencia que al parecer el efecto de perturbación atencional que promueve la presentación Color es percibido y manifestado por los participantes, aunque este efecto no es apoyado por los análisis en la proporción de aumentos y disminuciones de latencias como en la fase 1; otros resultados argumentan que como consecuencia de la perturbación atencional los estudiantes presentan una disminución en la velocidad de digitación, un promedio de latencias mayor y un Rango mayor durante la realización de la tarea con la presentación Color, indicando que el tiempo de procesamiento de la información es más largo debido a la presencia del estímulo distractor (Wolach y Pratt, 2001).

## 8. CONCLUSIONES

En general, se pudo demostrar que el incremento de los tiempos de exposición de los dígitos empleados en la prueba Memonum, mejoraron el desempeño mnemónico de los participantes independientemente de la presentación, sugiriendo que un tiempo de exposición de la información más prolongado permite el uso de diversas estrategias que influyen en el desempeño mnemónico de los estudiantes universitarios.

Por otro lado, se pudo evidenciar que los análisis de variabilidad de los tiempos de respuesta son lo suficientemente sensibles para detectar diferencias entre las presentaciones Blanco – Negro y Color de la prueba Memonum, permitiendo elaborar inferencias sobre el procesamiento de información de los individuos cuando desarrollan la tarea con y sin perturbación sensorial visual.

Adicionalmente, se pudo observar que los cambios presentados por los participantes en la activación simpática registrada por el Nivel de Conductancia de la Piel, Frecuencia y Amplitud de Pulso, y Amplitud Respiratoria durante las diferentes fases de la sesión experimental, estuvieron asociados principalmente a actividad mental.

Así mismo, se evidenció que la Prueba Memonum es una herramienta útil para evaluar memoria operacional, a través de la Tarea de Retención de Dígitos Directos por medio visual, y para detectar perturbación a nivel atencional a través del análisis de los tiempos de respuesta, como se evidenció empleando la presentación Color. Esto permite proponer el “Memonum” como una prueba viable para evaluación y diagnóstico.

Finalmente, se pudo evidenciar la necesidad de seguir realizando estudios con la Prueba Memonum no sólo en personas jóvenes sino también en niños y adultos mayores, que permitan establecer esta prueba como una herramienta para evaluar y diagnosticar déficits de atención y de memoria operacional, tanto de forma individual como grupal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, C. Y LANGE, T. 1996. Primary sequential memory: An activation-based connectionist model. *Neurocomputing*, v. 11, p. 227-246.

ALONSO, M. Y DÍEZ, E. 2000. Efectos del Olvido Dirigido con el Método de las Palabras: Una comparación entre pruebas directas e indirectas de memoria. *Psicológica*, v. 21, p. 1-22.

ALSINA, A. Y SÁIZ, D. 2003. Un análisis comparativo del papel del bucle fonológico versus la agenda visuo-espacial en el cálculo en niños de 7-8 años. *Psicothema*, v. 15, no. 2, p. 241-246.

ARDILA, A. Y ROSELLI, M. 1992. Neuropsicología Clínica. Medellín: Prensa Creativa.

----- Y PUENTE, A. 1994. Neuropsychological Evaluation of the Spanish Speaker. New York. Plenum press.

AWH, E., VOGEL, E. K. Y OH, S. H. 2006. Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*, v. 139, p. 201-208.

BADDELEY, A. 1998. Recent developments in working memory. *Cognitive Neuroscience*, v. 8, p. 234-238.

-----1999. Memoria Humana. Teoría y Práctica. Madrid: McGraw-Hill.

BANKEN, J. (1985). Clinical utility of considering digits forward and digits backward as separate components of the Wechsler adult intelligence scale – revised. *Journal of Clinical Psychology*, v. 41, no. 45, p. 686-691.

BARON, R. A. 1996. Psicología. Tercera edición. México: Prentice-Hall.

BECKER, J. T. Y MORRIS, R. G. 1999. Working memory(s). *Brain and Cognition*, v. 41, p. 1-8.

BLACK, W. 1986. Digit repetition in brain-damaged adults clinical and theoretical implications. *Journal of Clinical Psychology*, v. 42, no. 5, p. 770-782.

BRAVER, T. S., COHEN, J. D., NYSTROM, L. E., JONIDES, J., SMITH, E. E. Y NOLL, D. C. 1997. A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, v. 5, p. 49-62.

BUCHANAN, T. W., ETZEL, J. A., ADOLPHS, R. Y. Y TRANEL, D. 2006. The influence of autonomic arousal and semantic relatedness on memory for emotional words. *International Journal of Psychophysiology*, v. 61, no. 1, p. 26-33.

CANTOR, J. Y ENGLE, R. W. 1993. Working-memory capacity as long-term memory activation: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 19, p. 1101-1114.

CHRISTIE, I. Y FRIEDMAN, B. 2004. Autonomic specificity of discrete emotion and dimensions of affective space: a multivariate approach. *International Journal of Psychophysiology*, v. 51, p. 143-153.

D'AMICO, A. Y GUARNERA, M. 2005. Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, v. 15, p. 189-202.

DEMYTTENAERE, K., BRUFFAERTS, R., POSADA-VILLA, J., GASQUET, I., KOVESS, V., LEPINE, J., Y COLS. 2004. Prevalence, severity, and unmet need for treatment of mental disorders in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *JAMA*, v. 291, p. 2581-2590.

ENGLE, R. W., TUHOLSKI, S. W., LAUGHLIN, J. E. Y CONWAY, A. R. 1999. Working memory, short term memory and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 128, p. 309-331.

Federación Mundial de la Salud Mental (WFMH). 2003. Día Mundial de la Salud Mental: Trastornos Emocionales y Conductuales de Niños y Adolescentes. [citado el 15 de Marzo año 2006]. Disponible en: <http://www.wfmh.org/wmhd/WMHD2003Spanish.pdf>

FISHER, M. H. 2001. Probing spatial working memory with the corsi blocks task. *Brain and Cognition*, v. 45, no. 2, p. 143-154.

FUNAHASHI, S. 2006. Prefrontal cortex and working memory processes. *Neuroscience*, v. 139, p. 251-261.

GARCÍA, L. V., GARCÍA, L. H. 2004. Evaluación física y funcional de adultos mayores con deterioro cognoscitivo. *Rev. Med. Risaralda*, v. 10, no. 2, p. 22-28.

GATHERCOLE, S. E. Y BADDELEY, A. D. 1993. Working memory and language. Cambridge, UK, Essays in cognitive psychology. [citado el 23 de Febrero de 2006]. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=ICLnqNRRc1AC&dq=working+memory+and+language+por+gathercole+y+baddeley+1993&pg=PP1&ots=qlo7UcqP4w&sig=m>

Gfk0ev9eVL3-

Xp22Xy158XBf8c&prev=http://www.google.com.co/search%3Fhl%3Des%26q%3Dworking%2Bmemory%2Band%2Blanguage%2Bpor%2BGathercole%2By%2BBaddley%2B1993%26meta%3D&sa=X&oi=print&ct=title&cad=one-book-with-thumbnail#PPR7,M1

JENSEN, O. Y TESCHE, C. D. 2002. Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *European Journal of Neuroscience*, v. 15, p. 1395-1399.

KANDEL, E., SCHWARTZ, J. Y JESSELL, T. 1999. Neurociencia y conducta. Segunda edición. Madrid: Prentice Hall.

LECERF, T. Y ROULIN, J. 2006. Distinction between visuo-spatial short-term memory and working memory span tasks. *Swiss Journal of Psychology*, v. 65, no. 1, p. 37-54.

LEE, Y., LU, M Y KO, H. 2007. Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, v. 17, p. 336-344.

LEFEBVRE, C. D., MARCHAND, Y., ESKES, G. Y CONNOLLY, J. 2005. Assessment of working memory abilities using an event-related brain potential (ERP)-compatible digit span backward task. *Clinical Neurophysiology*, v. 116, p. 1665-1680.

LEZAK, M. D. 198). Neuropsychological Assessment. Second edition. Oxford University press, Inc.

LUCE, R. 1986. Response Time: Their role in inferring elementary mental organization. New York: Oxford University Press.

MILLER, G. 1956. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psych. Rev.*, v. 63, p. 81-97.

OHSUGA, M., SHIMONO, F. Y GENIO, H. 2001. Assessment of phasic work stress using autonomic indices. *International Journal of Psychophysiology*, v. 40, p. 211-220.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2003. Hacia un plan Operativo de Salud Mental para Antioquia. Universidad de Antioquia. Dirección Seccional de Salud de Antioquia. [citado el 8 de Febrero año 2006] Disponible en: <http://www.disaster-info.net/desplazados/informes/ops/planopant2003/planop002intro.htm>

- PASSINGHAM, D. Y SAKAI, K. 2004. The prefrontal cortex and working memory: physiology and brain imaging. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 14, p. 163-168.
- PRADILLA, A., VESGA, A. Y LEÓN-SARMIENTO, F. 2003. National neuroepidemiological study in Colombia (EPINEURO). *Rev. Panam. Salud Pública*, v. 14, p. 104-111.
- QUEVEDO, J., SANT'ANNA, M. K., MADRUGA, M., LOVATO, I., DE-PARIS, F., KAPCZINSKI, F., IZQUIERDO, I. Y CAHILL, L. 2003. Differential effects of emotional arousal in short- and long-term memory in healthy adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 79, p. 132-135.
- RADDA, H., DITTMAR, A., DELHOMME, G., COLLET, C., ROURE, R., VENERT-MURY, E. Y PRIEZ, A. 1995. Bioelectric and microcirculation cutaneous sensors for the study of vigilance and emotional response during tasks and tests. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 10, p. 7-15.
- ROBERTSON, L. T. 2002. Memory and the brain. *Journal of Mental Education*, v. 6, no. 1, p. 30-42.
- SEAMANSA, J. Y YANG, C. 2004. The principal features and mechanisms of dopamine modulation in the prefrontal cortex. *Progress in Neurobiology*; v. 74, p. 1-57.
- SILVER, H., FELDMAN, P., BILKER, W. Y GUR, R. 2003. Working memory deficit as a core neuropsychological dysfunction in schizophrenia. *Am. J. Psychiatry*, v. 160, no. 10, p. 1809-1816.
- SPITZ, H. H. 1972. Note on immediate memory for digits: invariance over the years. *Psychol Bull.*, v. 78, no. 3, p. 183-185.
- STEINBACK, C., O'LEARY, D., WANG, S. Y SHOEMAKER, J. 2004. Peripheral pulse pressure responses to postural stress do not reflect those at the carotid artery. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, v. 24, p. 40-45.
- TERMAN, L.M Y MERRILL, M.A. 1973. Stanford-Binet intelligence scale. Manual for the third revision, Form L-M. Boston: Houghton-Mifflin Co.
- TSAI, J., LEVENSON, R. Y CARSTENSEN, L. 2000. Autonomic, subjective, and expressive responses to emotional films in older and younger chinese americans and european americans. *Psychology and Aging*, v. 15, no. 4, p. 684-693.
- TULVING, E. 1995. The cognitive neurosciences: Organization of memory, Quo vadis?. Massachusetts: Gazzaniza, pp. 839-847.

WECHSLER D. 1945. A standardized memory scale for clinical use. *J. Psychol*; v. 19, p. 87-95.

WOLACH, I. Y PRATT, H. 2001. The mode of short-term memory encoding as indicated by event-related potentials in a memory scanning task with distractions. *Clinical Neurophysiology*, v. 112, p. 186-197.

YOSHINO, K. Y MATSUOKA, K. 2005. Causal coherence analysis of heart rate variability and systolic blood pressure variability under mental arithmetic task load. *Biological Psychology*, v. 69, p. 217-227.

## **ANEXOS ANEXO A**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO:**

#### **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA MEMORIA OPERACIONAL Y SU CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS DE RESPUESTAS AUTONÓMICAS COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA MEMONUM, VARIANDO INTERVALOS DE EXPOSICIÓN DE DÍGITOS”**

El Laboratorio de Neurociencias y Comportamiento de la Universidad Industrial de Santander realizará un estudio llamado EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA MEMORIA OPERACIONAL Y SU CORRELACIÓN CON LOS CAMBIOS DE RESPUESTAS AUTONÓMICAS COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA MEMONUM, VARIANDO INTERVALOS DE EXPOSICIÓN DE DÍGITOS, en el cual se le ha invitado a participar con el fin de evaluar su desempeño mnemónico por medio de dos pruebas de memoria a corto plazo denominadas Memonum y Escala de Wechsler, y su relación con respuestas fisiológicas.

Por lo tanto, su decisión de participar en el presente estudio es voluntaria. Si usted decide participar, es importante que lea cuidadosamente este documento y lo firme.

#### **Objetivo del Estudio**

El propósito principal del proyecto es evaluar la influencia de diversos intervalos de presentación de dígitos sobre el desempeño mnemónico derivado de una prueba de memoria a corto plazo, MEMONUM, y su relación con respuestas autonómicas en una población universitaria.

#### **Duración de la participación en el estudio**

La duración será determinada por el tiempo de permanencia que emplee usted como participante para realizar la prueba.

#### **Evaluaciones**

Usted debe realizar la prueba Memonum, que consiste en una tarea de retención de dígitos por medio computarizado, donde usted debe digitar los números presentados en la pantalla en un teclado de computador. La prueba finaliza cuando usted cometa un error. Igualmente deberá presentar la prueba de Wechsler, la cual consiste en una tarea de retención de dígitos de manera verbal, y se realiza tres veces, cada ensayo termina cuando se cometa un error. Al mismo tiempo mientras realiza las pruebas, usted tendrá los dispositivos de registro autonómico para medir frecuencia de pulso, frecuencia respiratoria y conductancia de la piel, estos dispositivos son de colocación externa, los cuales no generan ningún riesgo o perjuicio para usted. Inmediatamente finalizadas las pruebas de memoria, usted deberá diligenciar el Formato de Autorreporte, en el cual calificará las estrategias utilizadas, la percepción de dificultad y distracción que le generó realizar las pruebas.

**Beneficios**

Los beneficios por participar en el estudio son: Los resultados de este proyecto contribuirán a la ampliación del conocimiento sobre el procesamiento de la información derivada de los efectos mnemónicos procedentes de diversos intervalos de presentación de dígitos y su relación con respuestas fisiológicas en una población universitaria, y la posibilidad de proveer instrumentos viables, útiles y accesibles para la evaluación y diagnóstico de procesos como la memoria operacional y la atención.

**Posibles Riesgos de la Participación**

No existe ningún riesgo serio conocido por participar en este estudio. Las posibles molestias pueden estar relacionadas con la exposición a los estímulos de la prueba, la colocación de los dispositivos de medición fisiológica y con el diligenciamiento de formatos.

**Confidencialidad**

Toda la información obtenida del estudio se mantendrá bajo estricta confidencialidad, velando por su integridad y dignidad como persona. Los datos serán utilizados únicamente por el personal investigador, los cuales podrán ser publicados por cualquier medio científico como revistas, congresos, entre otros; respetando la confidencialidad y anonimato de usted como participante. Su nombre y datos serán identificados mediante códigos y no con el nombre. Los informes serán suministrados únicamente si usted los solicita personalmente.

**Derecho a rehusar o retirarse del estudio**

Usted podrá rehusarse a participar del estudio o retirarse del mismo en el momento que así lo considere, sin necesidad de una explicación o justificación al personal investigador. Lo anterior, no implicará sanción alguna o pérdida de cualquier beneficio o derecho derivado de la participación.

El estudio y participación me ha sido explicada por: \_\_\_\_\_

Yo \_\_\_\_\_ con C.C. No. \_\_\_\_\_

Autorizo mi participación en el presente estudio.

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL PARTICIPANTE  
C.C. No:

\_\_\_\_\_  
FECHA

\_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL TESTIGO  
C.C. No:

\_\_\_\_\_  
FECHA

**Contacto Información Adicional:** Dra. Angela Pilar Albarracín R., Laboratorio de Neurociencias y Comportamiento, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander. Teléfono: 6344000 – Extensión: 3126. Correo electrónico: [anghille@yahoo.com](mailto:anghille@yahoo.com)



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

6811

Bucaramanga, octubre 30 de 2006

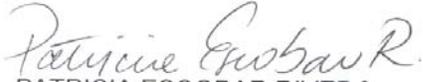
Doctora  
ANGELA PILAR ALBARRACÍN RODRÍGUEZ  
Estudiante Maestría en Ciencias Básicas  
Departamento de Ciencias Básicas  
Facultad de Salud  
UIS/Presente

Cordial saludo doctora Angela Pilar:

Después de evaluado y aprobado el proyecto: **"Evaluación del desempeño de la memoria operacional y su correlación con los cambios de respuestas autonómicas como consecuencia de la aplicación de la prueba Memonum, variando intervalos de exposición de dígitos"**; en sus aspectos técnico – científicos por el comité asesor de postgrados de la Maestría en Ciencias Básicas y el comité de Ética, éste ha quedado inscrito en ésta oficina bajo el código: **CB0602**.

Igualmente, se solicita hacer llegar a ésta dependencia, un informe de los avances al finalizar el estudio.

Atentamente,

  
PATRICIA ESCOBAR RIVERO  
Directora (e) de Investigación y Extensión  
Facultad de Salud - UIS

Copia: Dr. Luis Ernesto Ballesteros, director Dpto. Ciencias Básicas  
Dra. Zorayda Tarazona, directora Escuela de Bacteriología

Eida P

## ANEXO B

### HISTORIA CLÍNICA

#### Entrevista de rastreo, realizada individual y oralmente.

Gracias por su colaboración. Ésta información es confidencial. Será usada sólo para el estudio y sin identificar su nombre. Por favor responda las siguientes preguntas. Después le explicaré lo que haremos.

1. Usted sufre o ha sufrido de crisis, convulsión, epilepsia, disritmia?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

2. Usted sufre o ha sufrido de parásitos cerebrales?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

3. Usted tiene o ha tenido problemas con la bebida o con drogas?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

4. Usted tiene dificultades para escuchar? Usa aparato?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

5. Usted está viendo bien? Usa normalmente lentes para leer de cerca o de lejos?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

6. Usted tiene o ha tenido alguna enfermedad neurológica, mental, de nervios?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

7. Usted toma medicamentos controlados? Psicofármaco? En caso positivo, Cuál?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

8. Usted tiene marcapasos?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

9. Usted está embarazada?

- a) Si
- b) No

Observaciones:

**Nota:** En caso que la persona tenga los criterios conforme estipulados, pasar a la segunda etapa. En caso contrario agradecemos la participación, reiteramos la confidencialidad y el candidato o sujeto es eliminado.

## **ANEXO C**

### **INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN DEL FORMATO DE AUTOINFORME**

**El investigador debe enunciar lo siguiente:**

“A continuación usted debe diligenciar el siguiente formato donde debe calificar tres aspectos. El primero corresponde a las estrategias que posiblemente usted utilizó para realizar la prueba computarizada, por favor califique cada una de ellas marcando con una “X” el valor que usted considere del nivel en el que empleó la estrategia, tenga en cuenta que el cero “0” es el mínimo valor y diez “10” el máximo.

Ahora va a calificar el nivel de distracción que le generó realizar la prueba, primero cuando realizó la tarea y no se presentaron los colores (en la escala denominada DISTRACCIÓN BLANCO – NEGRO), y luego cuando realizó la tarea donde aparecieron los colores (en la escala denominada DISTRACCIÓN COLOR). Recuerde marcar con una “X” el valor correspondiente, teniendo en cuenta que el cero “0” es el mínimo valor y diez “10” el máximo.

Finalmente, usted va a calificar el nivel de dificultad que le generó realizar la prueba, nuevamente primero cuando realizó la tarea y no se presentaron los colores (en la escala denominada DIFICULTAD BLANCO – NEGRO), y luego cuando realizó la tarea donde aparecieron los colores (en la escala denominada DIFICULTAD COLOR). Recuerde marcar con una “X” el valor correspondiente, teniendo en cuenta que el cero “0” es el mínimo valor y diez “10” el máximo”.

## FORMATO DE AUTOINFORME

### ESTRATEGIAS

<b>SECUENCIAS DE DIGITACIÓN</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>REPETICIÓN MENTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>VISUALIZACIÓN MENTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

### DISTRACCIÓN BLANCO - NEGRO

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

### DISTRACCIÓN COLOR

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

### DIFICULTAD BLANCO - NEGRO

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

### DIFICULTAD COLOR

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------