

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**



**INFLUENCIA DE LOS ESTÍMULOS SUBLIMINALES EN LA MEMORIA DE  
TRABAJO**

**GUSTAVO ADOLFO LOPEZ ALARCON**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN NEUROCIENCIAS**

**Directores de Tesis: Prof. Dr. Pablo Gaspar Ramos**  
**Prof. Dr. José Egaña**

**2016**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE POSTGRADO**

**INFORME DE APROBACION TESIS DE MAGISTER**

**Se informa a la Comisión de Grados Académicos de la Facultad de Medicina,  
que la Tesis de Magister presentada por el candidato**

**GUSTAVO ADOLFO LOPEZ ALARCON**

**ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para  
optar al Grado de Magister en Neurociencias en el Examen de Defensa de Tesis  
rendido el día 19 de mayo de 2016.**

**Prof. Dr. Pablo Gaspar Ramos  
Director de Tesis  
Clínica Psiquiátrica  
Universidad de Chile**

**Prof. Dr. José Egaña  
Director de Tesis  
Facultad de Medicina  
Universidad de Chile**

**COMISION INFORMANTE DE TESIS**

**Prof. Dr. Pedro Maldonado**

**Prof. Dr. Eugenio Rodríguez**

**Prof. Dr. Alejandro Maturana**

**Prof. Dra. Leonor Bustamante  
Presidente Comisión**

## **Dedicatoria**

*A mis padres, quienes han dedicado su vida a velar por el bienestar y el desarrollo de mi familia. Sin su amor incondicional, esfuerzo y apoyo durante todos estos años de formación personal y académica, ninguno de mis logros hubiesen sido posibles.*

## **Agradecimientos**

*Deseo agradecer a todos quienes participaron de este trabajo, ya sea como asesores, colaboradores, voluntarios o consejeros ante mis inquietudes, entre quienes destaco a mis compañeros del laboratorio PsiquisLab, y a mis directores de tesis; Dr. Pablo Gaspar y Dr. José Egaña, siempre preocupados y con la mejor disposición para guiarme más allá de lo académico y entregarme las herramientas necesarias para realizar un trabajo científico riguroso.*

*Por último, deseo agradecerte a ti, mi compañera en estos siete años; tu amor y compañía fueron claves para tomar la decisión de embarcarme en este desafío. Por ayudarme e impulsarme a mejorar mi vida, siempre te estaré agradecido.*

## Índice

<b>Resumen</b> .....	1
<b>Abstract</b> .....	2
<b>1 Introducción</b>	
1.1 Memoria de trabajo.....	3
1.2 Subliminalidad y memoria de trabajo.....	3
1.3 Influencia de la valencia emocional en la memoria.....	5
1.4 Impacto de las emociones en la memoria de trabajo.....	6
1.5 Subliminalidad y emociones.....	7
<b>2 Hipotesis</b> .....	8
<b>3 Objetivos</b>	
3.1 Objetivo general.....	9
3.2 Objetivos específicos.....	9
<b>4 Metodología</b>	
4.1 Participantes.....	10
4.2 Estímulos.....	11
4.3 Diseño experimental.....	11
4.4 Análisis estadístico.....	15
<b>5 Resultados</b>	
5.1 Resultados de la prueba de subliminalidad.....	16
5.2 Resultado conductual en tareas de MT sin contenido emocional.....	17
5.2.1 Comparación entre la MT de figuras sin intervención subliminal versus MT intervenida con figuras concordantes y discordantes.....	17
5.3 Resultado conductual en tareas de MT con contenido emocional.....	21
5.3.1 Comparación entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención emocional negativa y positiva.....	19
5.3.2 Comparación entre MT de caras sin intervención subliminal versus MT de caras con intervención emocional negativa y positiva.....	21
<b>6 Discusión</b>	
6.1 Prueba de subliminalidad de los estímulos.....	23
6.2 La MT intervenida con figuras concordantes con la tarea.....	25
6.3 La MT intervenida con emociones subliminales.....	27
<b>7 Conclusión</b> .....	31
<b>Bibliografía</b> .....	33

## Resumen

La memoria de trabajo consiste en la capacidad para mantener en la memoria cierta cantidad de información por un breve periodo de tiempo, cuyos principales mecanismos han sido estudiados clásicamente bajo paradigmas conscientes y la evidencia con respecto a si ésta puede operar mediante procesos sub atencionales es materia de reciente discusión. Este trabajo busca determinar cómo la aparición de estímulos subliminales neutros y otros con contenido emocional durante la fase de mantención mental de la MT, afecta el rendimiento de este tipo de memoria a corto plazo.

El rendimiento, en base a porcentajes de acierto y tiempos de reacción de los sujetos, durante una prueba de memoria de trabajo tipo Sternberg, se vio disminuido cuando un estímulo de naturaleza negativa (expresión facial de rabia) fue presentado durante la mantención activa de items neutros. A su vez, en algunas de nuestras pruebas el rendimiento aumentó cuando un estímulo subliminal concordaba con los memorandos mantenidos en la memoria o cuando dicho estímulo era de carácter positivo (expresión facial de alegría). En una tarea complementaria, se pudo observar que los estímulos presentados a 16 milisegundos (subliminales) efectivamente estuvieron por debajo del umbral de percepción total consciente de los sujetos gracias a la utilización de una escala subjetiva de percepción (Perceptual Awareness Scale).\_Estos resultados se muestran acordes con la literatura que propone que la memoria de trabajo es permeable a cierto tipo de estímulos inconscientes a la vez que entrega evidencia acerca de posibles mecanismos subliminales que participan en la memoria de trabajo.

## **Abstract**

The working memory is the hability to keep in mind a relative small amount of information for a brief time. This kind of short term memory has been studied mostly under conscious conditions and there is a lack of evidence about the participation of unaware mechanisms over it. The present work intends to determinate how the presence of subliminal stimulus affects the performance in a type Sternberg working memory task depending on the emotional content of these stimuli.

The performance (accuracy and response times) decreased when a negative emotion (angry face) appears at 16 ms during the retention period of neutral items. At the same time the performance was enhanced when the subliminal stimuli had positive emotional content (happy face) or when neutral stimuli, presented subliminally during the retention period, matches the initial and the target figure.

Using the Perceptual Awareness Scale, we also proved that stimuli presented during 16 ms were efectively percibed as subliminal by the subjects. We conclude that these results are in accordance with previous evidence that has shown that working memory is permeable to certain types of subliminal stimuli. These stimuli can affect the conscious mechanisms of working memory.

# 1 Introducción

## 1.1 Memoria de trabajo

El concepto clásico de memoria de trabajo (MT) describe a ésta como la capacidad limitada para mantener mentalmente alguna información por un breve periodo de tiempo para su posterior utilización dentro de diversas facultades cognitivas que guían la conducta humana, constituyendo de esta manera una representación consciente y actualizada del momento<sup>1</sup>. Hoy existe amplia evidencia que resalta la importancia de la MT como un sistema que hace posible la mantención y manipulación de lo que está siendo percibido, capacidad sin la cual no es posible una adecuada interacción con el entorno. Debido a esto, su estudio cobra gran relevancia en desordenes psiquiátricos tales como los trastornos del ánimo en los que se ha observado una disminución importante en esta capacidad cognitiva<sup>2</sup>.

En la MT se pueden distinguir tres etapas; la etapa inicial de **codificación** de los estímulos (*encoding*) en donde el estímulo percibido se convierte en el centro o foco cognitivo, la etapa de **mantención** (*storage*) que corresponde a la capacidad para retener ésta representación del estímulo en la mente y finalmente la etapa de **recuperación** de la información (*retrieval*) en la que ésta representación es evocada por la memoria y manipulada con la finalidad de cumplir una serie de objetivos cognitivos<sup>3</sup>. En el presente estudio el trabajo se enfoca en el funcionamiento de la etapa de mantención de la MT.

## 1.2 Subliminalidad y memoria de trabajo

La mayoría de los modelos propuestos hasta ahora para explicar el funcionamiento de la MT suponen que el manejo de la información en sus diferentes



etapas se lleva a cabo de manera exclusivamente consciente, razón por la cual se hace necesario explorar el rol que juega la información inconsciente en esta importante habilidad. En este contexto, solo recientemente se han empezado a estudiar los mecanismos subliminales y su influencia en la MT. Estudios de Soto, en el 2011<sup>4</sup> y Dutta en 2014<sup>5</sup>, observaron que los sujetos son capaces de incorporar y codificar un estímulo subliminal, reteniéndolo en forma activa hasta generar una respuesta de MT. Para efectos de este trabajo, es importante destacar que estos estudios centran su metodología en la fase inicial de codificación subliminal del memorando, el que corresponde a una clave de orientación visual simple en una tarea de MT carente de contenido emocional. Estos trabajos destacan también debido a la utilización de una escala de percepción subjetiva de los estímulos presentados subliminalmente a 16 milisegundos (Perceptual Awareness Scale o PAS), de modo de asegurar que los estímulos efectivamente se encontraban bajo el umbral de percepción consciente de los sujetos. Otro de los pocos trabajos que ha probado la influencia de un estímulo subliminal en alguna de las fases de la MT es el estudio de Zedelius, en el que se demuestra que al presentar recompensas monetarias conscientes y también subliminales previo a la codificación y durante la mantención, se obtiene una optimización en el rendimiento de la MT, mientras que si la recompensa es mostrada de manera consciente durante la fase de mantención, ésta recompensa afecta negativamente la capacidad de recuperación de esta información<sup>6</sup>. Se propone así, para el caso de la memoria de corto plazo, que las fallas en esta etapa ocurren cuando un estímulo debe competir con otro por mantener su lugar en el foco cognitivo o cuando la fidelidad de su representación decae con el tiempo<sup>7</sup>. La evidencia con respecto al rol de ciertos estímulos

subliminales en la cognición proviene también de evidencia indirecta como el estudio de Tsushima en el 2006 que demostró que un estímulo subliminal simple e irrelevante es capaz de interferir en el rendimiento de otras tareas cognitivas incluso en mayor medida que uno consciente, debido a que el primero se filtraría a través de los sistemas de control inhibitorio <sup>8</sup>. Asumiendo que la evidencia con respecto al papel de los estímulos subliminales en el procesamiento de la MT es reciente y escasa, se espera que una mayor recopilación de información aporte en la elaboración de modelos de la MT que deberán tomar en cuenta este aspecto. *Así, el primer objetivo de este trabajo consiste en esclarecer el rol que juega la información subliminal durante la fase de mantención mental activa de la MT.*

### **1.3 Influencia de la valencia emocional en la memoria**

Emoción y conducta son procesos que se consideran estrechamente relacionados y, como se verá, un rasgo ampliamente descrito de los sistemas de memoria es su preferencia para codificar y almacenar información con contenido emocional. Al respecto, se cree que la amígdala es capaz de recibir información del contenido del estímulo en forma anticipada a la percepción y así mediante mecanismos de retroalimentación, facilita la percepción de estímulos emocionales y al asociarse con áreas del hipocampo potencia la codificación de la información emocionalmente saliente <sup>9</sup>. Ya en 1996 Cahill demostró que un estímulo con contenido emocional negativo se recuerda mejor que aquellos estímulos emocionalmente neutros <sup>10</sup>. Phelps además, encontró que tanto en sujetos sanos como en sujetos con daño en el hipocampo y la amígdala, la recuperación de estímulos verbales neutros embebidos en un contexto emocional (positivo o negativo) fue mejor que para los mismos estímulos bajo un contexto emocional neutro<sup>11</sup>. Más recientemente, Erk ha

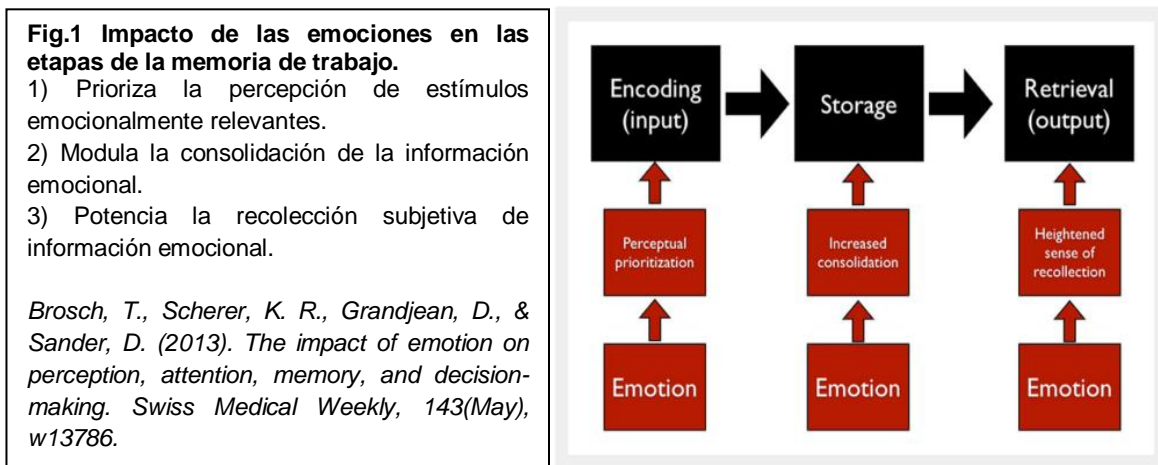
demostrado en una prueba de memoria de trabajo, que la memorización de ítems neutros se ve facilitada por un contexto emocional positivo consciente, previo a la memorización de palabras<sup>12</sup>. Estos fenómenos ampliamente demostrados dan cuenta de la relevancia biológica que posee la información emocional para ser codificada y retenida en los sistemas de memoria.

#### **1.4 Impacto de las emociones en la memoria de trabajo.**

Con respecto a la influencia puntual de las emociones en la MT, la evidencia es amplia y controversial ya que algunos autores han llegado a la conclusión de que en ésta pueden influir tanto el contexto emocional de la tarea como el estado anímico del sujeto, pero con respecto a la valencia de los estímulos se ha visto que ésta influye principalmente en la velocidad de las respuestas, mientras que la precisión de las respuestas permanece invariable, aún cuando la evidencia indirecta con neuroimagenes ha mostrado que la presentación de este tipo de estímulos produce cambios en la actividad de las regiones cerebrales involucradas en el uso de la MT<sup>13</sup>.

Una característica llamativa de la interacción entre la emoción y la MT es que las emociones tienen la capacidad de impactar notablemente en cualquiera de las etapas de la MT descritas (figura 1). Estudios han demostrado que al presentar escenas con contenido emocional negativo durante la fase de mantención mental de expresiones faciales se produce un detrimento en el desempeño, el cual fue correlacionado con un aumento simultáneo en la actividad cerebral en la amígdala y una desactivación de las regiones prefrontales ejecutivas durante la presentación de este distractor<sup>14</sup>. Un estudio similar de Díaz el 2011 demuestra que la presentación de distractores emocionales visuales durante la mantención mental de palabras empobrece el rendimiento de la memoria<sup>15</sup>. Es importante señalar que en todos

estos trabajos mencionados los distractores utilizados son más complejos perceptualmente con respecto al memorando (escenas complejas) y sus efectos solo fueron probados con valencias emocionales neutras y negativas de manera consciente. Lo anterior refleja que, además del sesgo atencional, estas tareas presentan fuertes elementos que interfieren con la mantención mental en la fase de mantención activa del estímulo que no tienen que ver exclusivamente con el factor emocional.



### 1.5 Subliminalidad y emociones.

Una estructura clave que está involucrada en la interacción entre las emociones y la memoria es la amígdala, cuya actividad ha sido asociada a la mantención y consolidación en la memoria de estímulos con relevancia emocional. Por otra parte, un fenómeno interesante de esta actividad emocional es que puede ser modulada por estímulos inconscientes<sup>16</sup>. A este nivel pre atencional se ha detectado, por ejemplo, actividad muscular y respuestas autonómicas que reflejan un arousal fisiológico ante la presentación subliminal de caras con contenido emocional y, a través de estudios con resonancia magnética funcional, se ha observado la

activación de la amígdala durante la presentación subliminal de expresiones faciales<sup>17</sup>. De esta manera, muchos autores concuerdan en que las emociones tienen la capacidad de interactuar y participar en la cognición de manera inconsciente y, de importancia para este trabajo, resulta evidente que un buen paradigma de estudio de este fenómeno se obtiene mediante la utilización de expresiones faciales.

En resumen, la estrecha relación existente entre la memoria y las emociones refleja un proceso continuo en donde ambas ejercen su influencia sobre la otra. Por otro lado, la literatura con respecto al papel que juegan los estímulos subliminales en el proceso emocional es amplia, no así en relación con el rol de la información subliminal puntualmente en la MT, la que solo recientemente ha sido estudiada a través de paradigmas subliminales con estudios en donde el contenido emocional queda fuera de análisis. De este modo, permanece la interrogante con respecto al rol de los estímulos subliminales y, más importante aún, su valencia emocional, dentro de las otras fases de la MT.

Considerando la estrecha relación que existe entre la memoria y las emociones, la segunda parte de este trabajo aborda la interrogante de si las emociones presentadas subliminalmente son capaces de modular de manera inconsciente el proceso de mantención y recuperación de la información ya codificada. Según esto, este trabajo propone los siguientes planteamientos:

## **2 Hipotesis**

**H0:** Los estímulos subliminales presentados en la fase de mantención mental de la MT no modifican el rendimiento final de la MT.

**H1:** Un estímulo subliminal sin contenido emocional, presentado en la fase de mantención mental de la MT y que concuerda con los memorandos, mejora el rendimiento de la MT.

**H2:** Un estímulo subliminal de carácter emocional positivo, presentado en la fase de mantención mental de la MT, mejora el rendimiento de la MT, a la vez que un estímulo de naturaleza emocional negativa lo empeora.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

El objetivo mayor de este trabajo es estudiar los efectos de la presentación de estímulos subliminales, con y sin valencia emocional, durante la fase de mantención mental de la información, en el rendimiento de una prueba de memoria de trabajo tipo Sternberg.

#### **3.2 Objetivos específicos**

a) Medir y comparar el rendimiento conductual, en términos del porcentaje de aciertos y tiempos de reacción (en milisegundos), entre una tarea clásica de MT tipo Sternberg para estímulos simples (figuras geométricas) y otra con estímulos con diferente valencia emocional (expresiones faciales de rabia versus alegría).

b) Determinar los efectos en el desempeño conductual al intervenir la fase de mantención mental de la MT mediante la presentación subliminal de estímulos con y sin valencia emocional.

c) Identificar el tipo de valencia emocional con el que se obtiene un mejor y a la vez un peor desempeño conductual en una tarea de MT tipo Sternberg.

- d) Determinar el grado de percepción subjetiva de los estímulos subliminales utilizados en este experimento mediante la aplicación de una escala subjetiva de percepción visual (Perceptual Awareness Scale).
- e) Replicar el efecto descrito en la literatura más reciente con respecto a la codificación de estímulos visuales bajo el umbral de conciencia en una tarea clásica de memoria de trabajo.

## **4 Metodología**

### **4.1 Participantes**

Para establecer la muestra de este experimento se han usado los siguientes criterios de inclusión: personas voluntarias de ambos sexos, mayores de 18 años hasta 45 años, nivel de educación superior (universitario) en curso o finalizado y estar en completa facultad y disposición para firmar el consentimiento informado. Por contraparte son criterios de exclusión; estar por debajo o sobre el rango de edad, presentar cualquier tipo de enfermedad diagnosticada y/o utilización de cualquier tipo de medicamento. En este trabajo el nivel socioeconómico no se ha utilizado como criterio de exclusión.

La muestra del experimento en total consiste finalmente de 23 voluntarios sanos (13 mujeres y 10 hombres), con edad promedio de 27 años (rango 19 a 45) y todos con estudios de nivel universitario (promedio 5 años  $\pm$  1 DS). Previo a todos los experimentos de este estudio, los sujetos aceptaron y firmaron el consentimiento informado aprobado por el comité de Ética del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (acta de Aprobación Proy. N° 156-2014 del 23 de Junio de 2015).

El estudio se llevó a cabo en las dependencias del Laboratorio de Psiquiatría Traslacional de la clínica psiquiátrica del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.

Tabla de descripción de la muestra:

Número de sujetos	Sexo	Años de Edad (promedio)	Años de estudio (promedio)
23	13 Femenino - 10 Masculino	27 (19 a 45)	5 +- 1 DS

## 4.2 Estímulos

Los estímulos presentados durante todos los ensayos se han clasificado en dos categorías: a) figuras geométricas simples (cuadrado, triángulo, círculo, estrella y cruz) y b) expresiones faciales con valencia emocional positiva (felicidad) y negativa (rabia) obtenidas del KDEF (Karolinska Directed Emotional Faces)<sup>18</sup>. Así, todos los estímulos son normalizados en cuanto a sus propiedades de color y tamaño, los cuales fueron finalmente presentados en un computador Intel® Core i7™ a 4.00 Ghz con tarjeta de video NVIDIA GeForce 720 GT con monitor LG® LED TV de 30 pulgadas a 60 Hz y a una resolución de 1360 x 768 píxeles, controlado mediante el software E-Prime® de Psychology Software Tools, Inc.

## 4.3 Diseño experimental

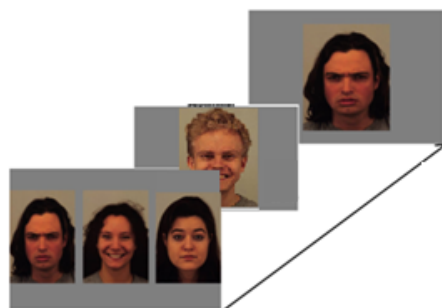
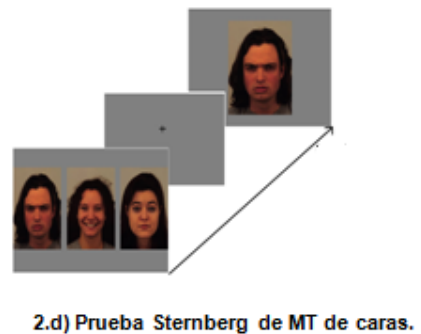
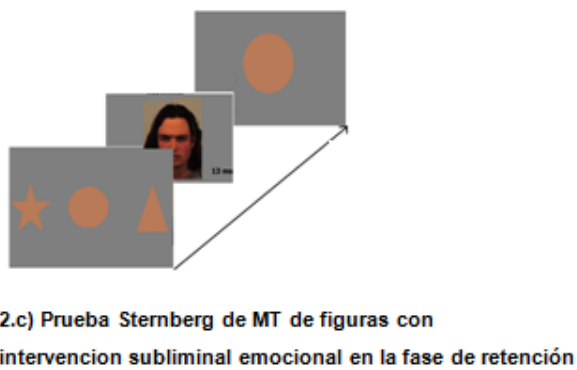
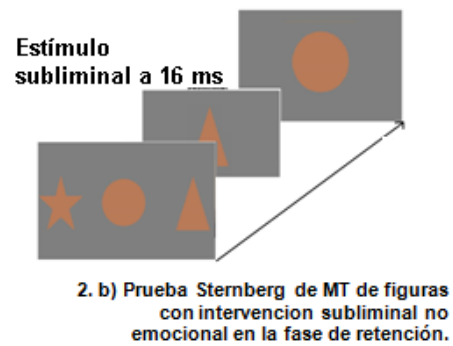
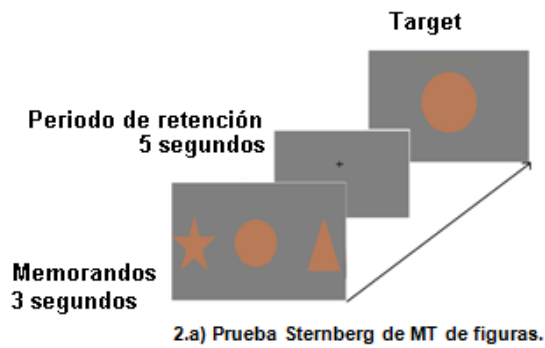
Los sujetos realizaron los experimentos sentados en un escritorio frente al monitor conectado al computador, el cual presentó una tarea de MT de mantención activa tipo Sternberg descrita por Baddeley<sup>19</sup>.

En la etapa previa al experimento, a los sujetos se les instruyó sobre el tipo de ensayo a realizar. El experimento principal consiste en que a los sujetos se les pide que observen un grupo de tres imágenes presentadas en el monitor (**memorandos**),



las que podrán ser figuras geométricas o caras que aparecerán simultáneamente en la pantalla por 3 segundos (**periodo de codificación**), debiendo retenerlos en su memoria por 5 segundos (**periodo de mantención mental activa**) ya que posteriormente deberán responder, presionando los botones de un teclado lo más rápido posible, si una imagen que se les presentará al final de cada ensayo (**target**) se encontraba en los ítems iniciales (respuesta dicotómica tipo SI/NO que da cuenta de la recuperación de los memorandos). Durante el periodo de mantención mental de los memorandos (5 segundos), existen ensayos en los que se presenta un estímulo subliminal (16,6 +-1 milisegundos de duración), el cual podrá corresponder a una figura o una cara con valencia emocional positiva (expresión facial de alegría) o negativa (expresión facial de rabia) el cual puede o no haber sido parte de los memorandos para el caso de las figuras (figuras concordantes y no concordantes), mientras que nunca lo hace para el caso del estímulo subliminal emocional (siempre es una cara no presenciada durante los memorandos). A los sujetos no se les informará de la presentación de los estímulos subliminales, solamente se les pide que continúen mirando la pantalla hasta la aparición del ítem target (Figuras 2a, 2b, 2c, 2d y 2e, muestran los cinco tipos de condiciones de MT en que se presentaron los estímulos). En todas las pruebas se recolectan la cantidad de aciertos y los tiempos de reacción de las respuestas correctas desde la aparición del target. En total los sujetos realizaron 150 ensayos aleatorios, es decir, 30 ensayos por cada condición en que se pone a prueba la MT.

**Fig. 2) Diseño experimental de las pruebas tipo Sternberg de MT (experimento principal)**

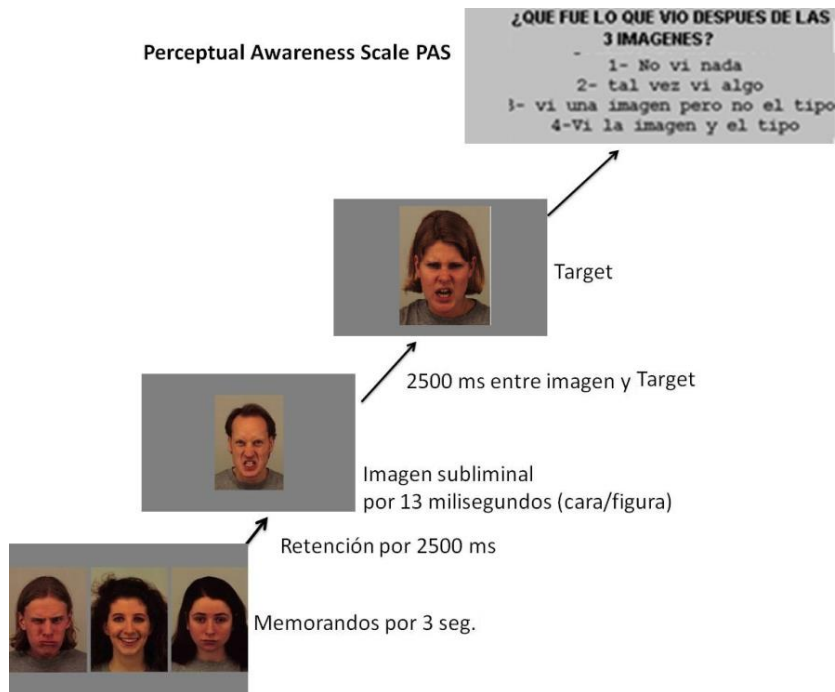


Con el objetivo de establecer el grado de percepción de los estímulos subliminales por parte de los voluntarios, se realizó una tarea complementaria (*prueba del grado*

*de subliminalidad de los estímulos*), la cual consistió en la misma tarea de MT tipo Sternberg descrita previamente, con la modificación de que posterior a la aparición del target el sujeto debe contestar una escala subjetiva de percepción consciente PAS con respecto al estímulo subliminal (Perceptual Awareness Scale), puesto que se ha observado que se obtienen resultados más fieles acerca del grado de percepción de un estímulo cuando el sujeto reporta su experiencia de manera subjetiva <sup>20</sup>. En esta escala subjetiva los sujetos debían relatar qué tan conscientes fueron de la presentación del estímulo subliminal según la siguiente graduación: 1= no vi nada; 2 = tal vez vi algo; 3= vi una imagen, pero no el tipo y 4= vi la imagen y el tipo (Figura 3). En esta tarea se recolectó el número de respuestas que se encontraron en cada una de las cuatro categorías de la escala y en total cada sujeto realizó 40 ensayos (20 de figuras y 20 de caras subliminales). Los resultados se expresan en función del porcentaje total de respuestas incluidas en cada categoría de la escala y se considera una percepción de la imagen por debajo del umbral de conciencia, a todas las respuestas referidas por parte del sujeto que se encuentren dentro de las 3 primeras categorías (figura 3).

**Fig. 3) Diseño experimental de la prueba complementaria del grado de subliminalidad de los estímulos.**

**Ejemplo de una prueba de subliminalidad para estímulos con contenido emocional.**



#### **4.4 Análisis estadístico**

Debido al análisis de la dispersión de los datos, para el análisis estadístico de los aciertos y los tiempos de reacción se ha optado por utilizar las pruebas estadísticas de Friedman para la comparación de las medianas de más de dos muestras relacionadas y la prueba de Wilcoxon para el post hoc entre pares de muestras relacionadas cuyas distribuciones no se han presentado con distribuciones normales. Todos los datos fueron analizados mediante el software IBM SPSS Statistics 20®.

## **5 Resultados**

### **5.1 Resultados de la prueba de subliminalidad**

En la escala de percepción subliminal (PAS) de las figuras geométricas la categoría que abarca el mayor porcentaje de respuestas es la número 4 (“vi la imagen y el tipo”, con un 45% de respuestas), sin embargo esta cifra no es superior a la posibilidad de azar y tampoco es superior a la suma de los porcentajes del resto de las categorías efectivamente subliminales (55% entre las tres); la 1 con un 10%, la 2 con un 25,8% y la 3 de un 19,2% (Tabla 1).

En el caso de la PAS de caras, la categoría que obtuvo un mayor número de reportes fue la categoría 3 (“vi una imagen pero no el tipo”) con un 52,5%, seguido de las categorías 2 de un 22,5% y la 4 con un 18,3%. El porcentaje más bajo (6,6%) corresponde la categoría 1 (“no vi nada”), completando un total de 81,6% de respuestas dentro de las categorías consideradas como subliminales, en que los sujetos no son capaces de percibir todos los atributos de las imágenes presentadas a 16 milisegundos (Tabla 2). En resumen, las dos clases de estímulos utilizados para intervenir subliminalmente la MT en el experimento principal, efectivamente presentaron un reporte subjetivo por sobre el 50% de percepción tipo subliminal.

## Tablas de resultados del reporte de percepción subjetiva mediante PAS.

Tabla 1: Reporte de percepción subjetiva de las figuras subliminales (N= 3)	
Categoría PAS figuras	Porcentaje de reporte
1 = No vi nada	10%
2 = Quizas vi algo	25,80%
3 = Vi una imagen pero no el tipo	19,2%
4 = Vi la imagen y el tipo	45%
El porcentaje de respuestas que fueron reportadas como subliminales corresponde a un 55% (suma de categorías 1, 2 y 3).	

tabla 2: Reporte de percepción subjetiva de las caras subliminales (N= 3)	
Categoría PAS caras	Porcentaje de reporte
1 = No vi nada	6,6%
2 = Quizas vi algo	22,5%
3 = Vi una imagen pero no el tipo	52,5%
4 = Vi la imagen y el tipo	18,3%
El porcentaje de respuestas que fueron reportadas como subliminales corresponde a un 81,6% (suma de categorías 1, 2 y 3).	

### 5.2 Resultado conductual en tareas de MT sin contenido emocional.

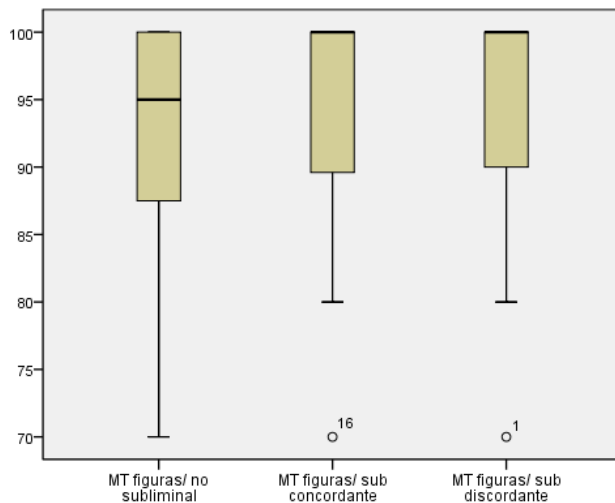
#### 5.2.1 Comparación entre la MT de figuras sin intervención subliminal versus MT intervenida con figuras concordantes y discordantes.

En relación con el rendimiento en la tarea de MT propuesta para estímulos simples de figuras geométricas, no se alcanzaron diferencias significativas entre las comparaciones de las medianas de los porcentajes de acierto en las diferentes condiciones (95% condición no subliminal, versus 100% en condición subliminal concordante versus 100% en condición subliminal discordante,  $p > 0.05$ , figura 4). Sin embargo, al analizar los tiempos de reacción si se han encontrado diferencias significativas; los sujetos responden más rápido cuando aparecen estímulos subliminales que concuerdan con los memorandos (estímulo subliminal que además se encontraba dentro de los tres memorandos) versus la condición no subliminal (1020 ms versus 1458 ms respectivamente,  $p=0.001$ ), y también cuando la presencia de estos estímulos concordantes se compara con la aparición de estímulos

subliminales que difieren del target (discordantes) y de los memorandos (1020 ms versus 1477 ms respectivamente,  $p < 0.001$ , figura 5). Este resultado es relevante según las hipótesis que plantea nuestro estudio y se discute más adelante en relación al efecto *clave de memoria* que propone esta investigación.

En esta condición no existen diferencias significativas entre la aparición subliminal de una figura discordante versus la condición sin intervención de figuras subliminales (1477 ms versus 1458 ms respectivamente,  $p > 0.05$ , figura 5).

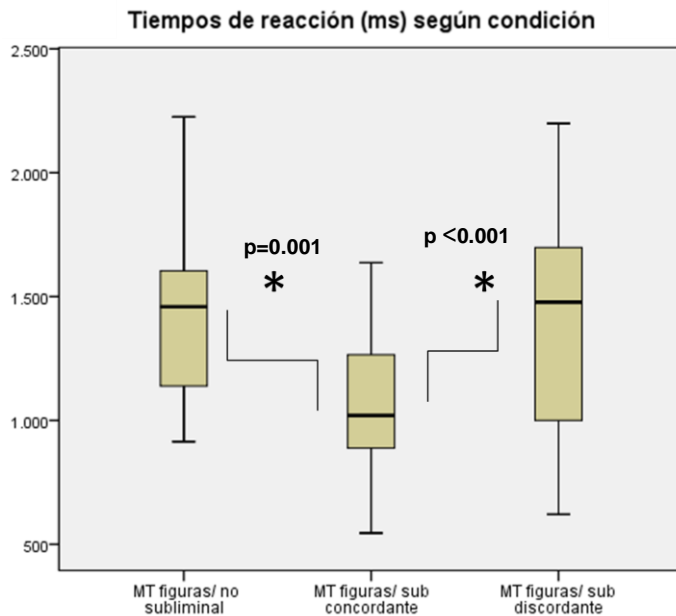
**Fig. 4) Medianas (RIQ) de los porcentajes de acierto entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención subliminal de un estímulo concordante (estímulo subliminal y algún memorandos son el mismo) y otro discordante (estímulo subliminal y memorandos son distintos); 95% (RIQ 86-100), 100% (RIQ 89-100) y 100% (RIQ 90-100) respectivamente,  $p > 0.05$ .**



**Estadísticos**

		MT figuras/ no subliminal	MT figuras/subliminal concordante	MT figuras/subliminal discordante
N	Válidos	20	20	20
	Perdidos	0	0	0
Mediana		95,0000	100,0000	100,0000
Mínimo		70,00	70,00	70,00
Máximo		100,00	100,00	100,00
Percentiles	25	86,2500	89,4000	90,0000
	50	95,0000	100,0000	100,0000
	75	100,0000	100,0000	100,0000

**Fig. 5) Medianas (RIQ) de los tiempos de reacción (ms) entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención subliminal de un estímulo concordante y otro discordante; 1458 ms (RIQ 1098 - 1606), 1020 ms (RIQ 885 – 1285) y 1477 ms (RIQ 968 – 1720) respectivamente.**



**Estadísticos**

		MT figuras/ no subliminal	MT figuras/ sub concordante	MT figuras/ sub discordante
N	Válidos	20	20	20
Mediana		1458,6900	1020,1500	1477,7350
Mínimo		914,06	545,00	621,00
Máximo		2225,16	1637,10	2198,86
Percentiles	25	1098,3375	885,1400	968,1875
	50	1458,6900	1020,1500	1477,7350
	75	1606,5625	1285,7900	1720,8525

### 5.3 Resultado conductual en tareas de MT con contenido emocional

#### 5.3.1 Comparación entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención emocional negativa y positiva.

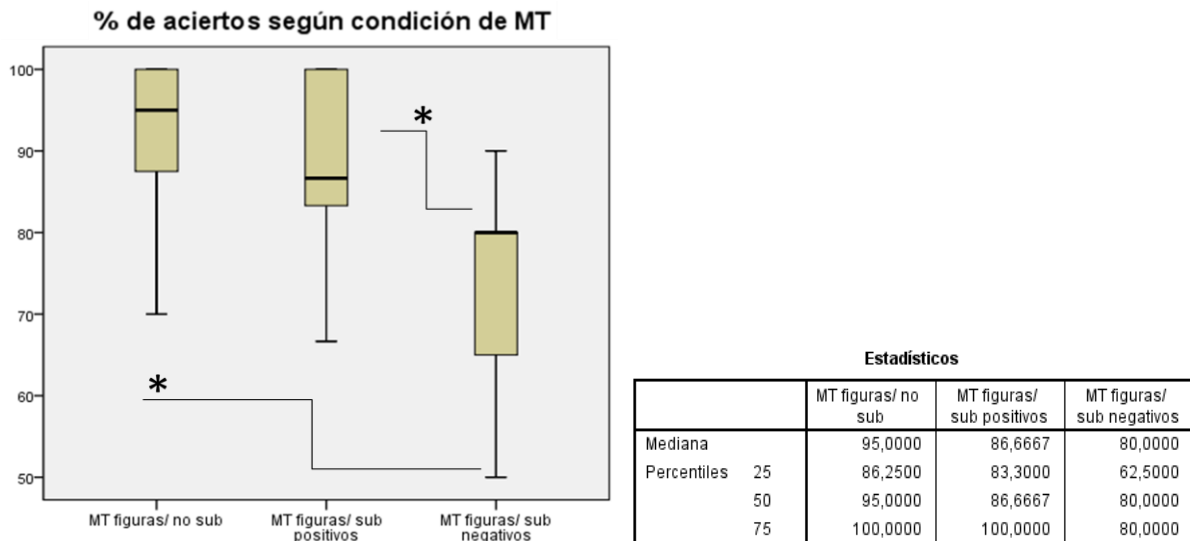
En relación a la MT de figuras, se observan diferencias significativas únicamente entre el estímulo subliminal negativo comparado con las otras dos condiciones en relación con las medianas de los porcentajes de aciertos; en la condición no intervenida se obtiene el resultado más alto con un 95% (RIQ 86 - 100), seguido de



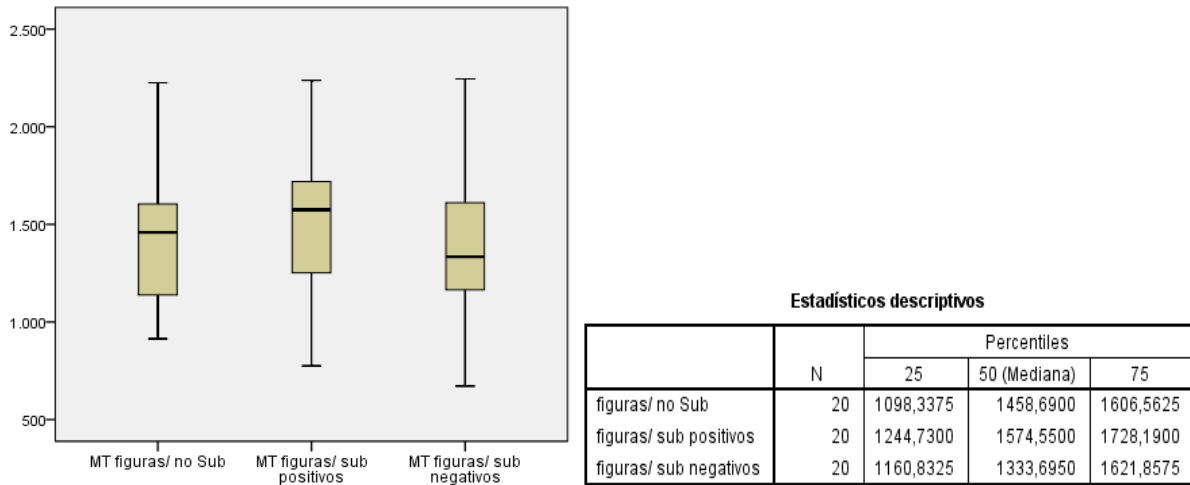
la intervención subliminal emocional positiva con un 86% (RIQ 83 – 100) y en el último lugar, con la menor cantidad de aciertos, la intervención subliminal de carácter negativo con un 80% (RIQ 62 – 80), con un valor  $p < 0.001$  en ambas comparaciones (figura 6).

Para los tiempos de reacción entre estas tres condiciones no se alcanzó una diferencia estadísticamente significativa (condición no subliminal 1458 ms (RIQ 1098 -1606), 1574 ms (RIQ 1244 - 1728) en condición subliminal positiva y 1333 ms (RIQ 1160 – 1621) en condición subliminal negativa; \*  $p > 0.05$ , figura 7).

**Figura 6) Medianas (RIQ) de los porcentajes de acierto entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención subliminal emocional positiva (alegría) y negativa (rabia); 95% (RIQ 86 -100), 86% (RIQ 83 - 100) y 80% (RIQ 62 – 80) respectivamente; \*  $p < 0.001$  en ambas. En este único caso se explicita el mínimo (40%) y máximo (90%) de las figuras intervenidas con emoción negativa debido a que la mediana coincide con el tercer RIQ**



**Figura 7) Medianas (RIQ) de los tiempos de reacción (ms) entre MT de figuras sin intervención subliminal versus MT de figuras con intervención subliminal emocional positiva (alegría) y negativa (rabia); 1458 ms (RIQ 1098 -1606), 1574 ms (RIQ 1244 - 1728) y 1333 ms (RIQ 1160 – 1621) respectivamente; \* p>0.05.**

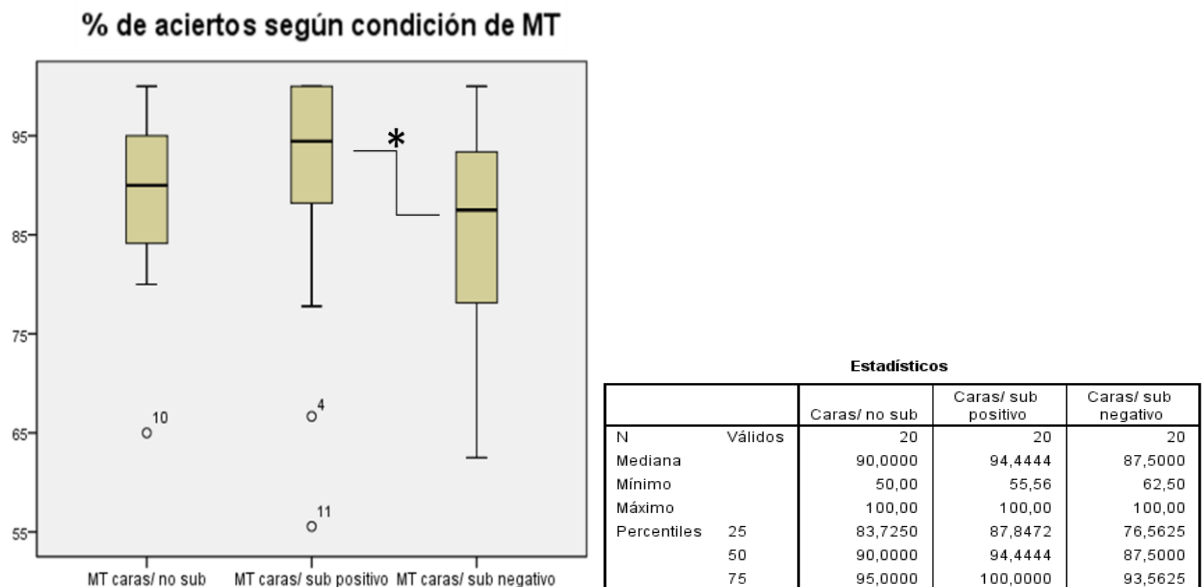


### **5.3.2 Comparación entre MT de caras sin intervención subliminal versus MT de caras con intervención emocional negativa y positiva.**

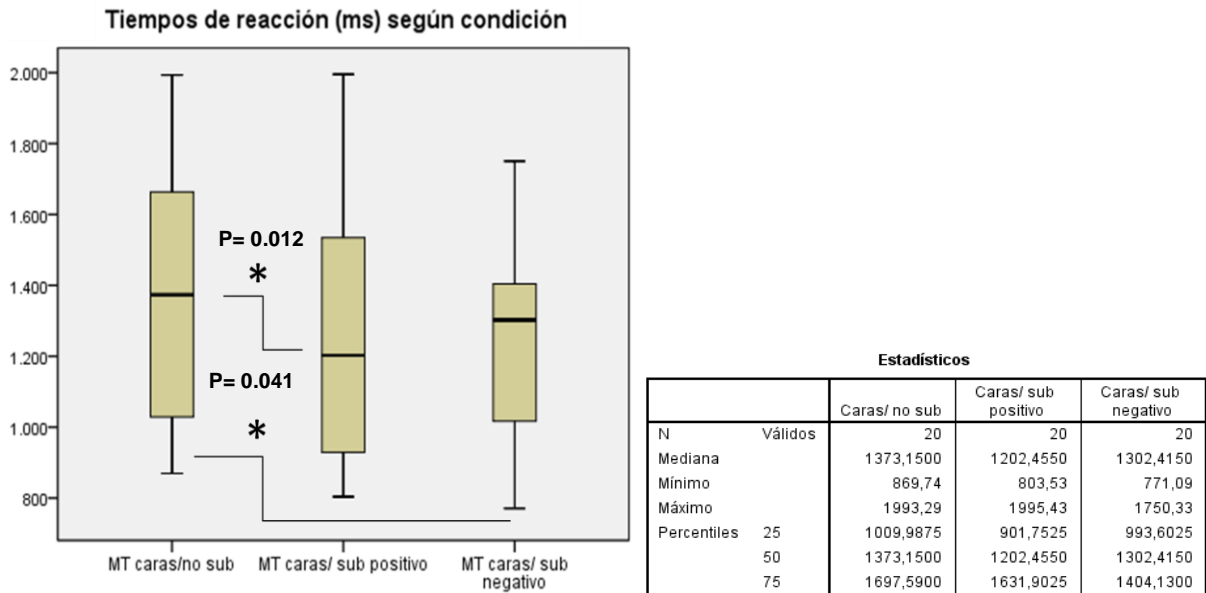
Al realizar las comparaciones entre el rendimiento de la MT de caras sin intervención subliminal y la MT de caras intervenida con contenido emocional positivo y negativo, se obtiene que los porcentajes de acierto entre la condición no subliminal (90% RIQ 83 – 95) y la intervención emocional positiva (alegría) (94% RIQ 87 – 100) no presentan diferencias significativas en sus medianas, de igual manera que ocurre entre la condición no subliminal y la condición subliminal negativa (rabia) (87% RIQ 76 – 93), sin embargo la diferencia con significancia estadística se observa al comparar la intervención subliminal positiva con la negativa (rabia), en donde el rendimiento disminuye significativamente en esta última situación (94% RIQ 87 – 100 versus 87% RIQ 76 – 93, respectivamente,  $p= 0.004$ , figura 8).

En relación a los tiempos de reacción de esta misma prueba, se observa que los sujetos responden más rápido bajo la intervención subliminal positiva versus la prueba de MT no subliminal (1202 ms RIQ 901 – 1631 versus 1373 ms RIQ 1009 – 1697 respectivamente,  $p= 0.012$ ). Este mismo resultado ocurre al intervenir la mantención mental con contenido negativo; los sujetos también respondieron más rápido bajo esta condición que cuando la MT de caras no fue intervenida con estímulos subliminales (1302 ms RIQ 993 – 1404 versus 1373 ms RIQ 1009 – 1697 respectivamente,  $p= 0.041$ ). Al comparar ambas intervenciones subliminales entre ellas (positiva versus negativa) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (figura 9).

**Fig. 8) Medianas (RIQ) de los porcentajes de acierto entre MT de caras sin intervención subliminal versus MT de caras con intervención subliminal emocional positiva (alegría) y negativa (rabia); 90% (RIQ 83 – 95), 94% (RIQ 87 – 100) y 87% (RIQ 76 – 93) respectivamente,  $p= 0.004$ .**



**Fig. 9) Medianas (RIQ) de los tiempos de reacción (ms) entre MT de caras sin intervención subliminal versus MT de caras con intervención subliminal emocional positiva (alegría) y negativa (rabia); 1373 ms (RIQ 1009 – 1697), 1202 ms (RIQ 901 – 1631) y 1302 ms (RIQ 993 – 1404) respectivamente**



## 6 Discusión.

En general, en nuestro experimento la MT se ha visto afectada por la presencia de estímulos subliminales de distinta clase; en algunas de nuestras pruebas, los estímulos que se relacionan con los memorandos (situación de concordancia entre imágenes) han mejorado el rendimiento, así como también lo hizo un estímulo subliminal de naturaleza positiva, a la vez que el negativo produjo un detrimento en la recuperación de los memorandos.

### 6.1 Prueba de subliminalidad de los estímulos.

Según los resultados aportados por la PAS, destaca el hecho de que las figuras son reportadas como subliminales en menor medida que las caras (tablas 1 y 2), lo cual concuerda con la literatura revisada, con respecto a que los estímulos con menores propiedades visuales como las figuras (formas, contrastes de colores, etc.), sean mejor operados por parte de los sistemas de memoria en comparación con los

rostros<sup>21</sup>, sumado al hecho de que ésta presenta un rasgo más complejo como la valencia emocional. Finalmente, se justifica que ambos tipos de estímulos fueron utilizados con algún grado de subliminalidad en las pruebas principales de MT, debido a que en ambos bloques de estímulos (figuras y caras) estos superaron la posibilidad de azar en la cantidad de respuestas ubicadas en las categorías definidas por nuestro estudio como subliminales. Sin embargo, como se ha visto en otros trabajos, es importante señalar que cabe la posibilidad de que solamente la categoría número 1 de esta PAS sea considerada como subliminal, puesto que es en ella en donde los sujetos mencionan no haber percibido absolutamente ninguna característica del estímulo<sup>22</sup>. Según nuestros resultados, considerar esta modificación implica asumir un grado de percepción no subliminal de los estímulos puesto que la categoría 1 obtuvo porcentajes de reporte inferiores al 50%, ante lo cual correspondería pensar que nuestros estímulos corresponden más bien a estímulos de corta duración que netamente subliminales. Ante esta diferencia, creemos necesario que nuestra escala de percepción deba contener entonces una opción en que los sujetos sean capaces de reportar qué aspectos del estímulo han apreciado, en especial con respecto a la emoción contenida en las caras, puesto que estas incluyen dos tipos de valencia emocional junto con otros atributos (color de piel, sexo, etc.). Así, mediante la PAS que utiliza el presente estudio, no es posible concluir al respecto del impacto que estos rasgos faciales ejercen durante la presentación subliminal de estímulos emocionales durante la mantención de otros items en la memoria de trabajo.

Otra limitación importante con respecto al reporte subjetivo de percepción, tiene que ver con la posibilidad de incluir la PAS dentro de la misma tarea principal de MT; en este estudio se ha realizado una prueba por separado debido al inconveniente de que al preguntar dirigidamente por la posible percepción de un estímulo subliminal, en cada uno de los ensayos de MT, se entrega una información al sujeto que podría sesgar los resultados. Por otra parte, incluir la PAS previo al target de la tarea principal interfiere drásticamente con el proceso de mantención mental de los memorandos. Al respecto se sugiere que la aplicación de la PAS se realice efectivamente posterior al target, pudiendo además utilizar una muestra distinta, quienes no realicen el experimento principal.

Finalmente se debe destacar que los resultados de estas prueba de subliminalidad son el promedio de las respuestas de los tres sujetos en su conjunto, lo cual presenta el inconveniente de la sensibilidad de un promedio ante valores extremos, más aún si se considera la escasa muestra utilizada (solo 3 sujetos en la prueba complementaria de subliminalidad) por lo que se recomienda, para futuros estudios, igualar la cantidad de personas que realicen ambas tareas, así como también es aconsejable incluir ensayos en donde no existan estímulos subliminales para la detección de falsos positivos.

## **6.2 La MT intervenida con figuras concordantes con la tarea.**

En relación al desempeño en la MT de figuras, es interesante la tendencia a presentar altos rendimientos en las condiciones testeadas (rango de 95% a 100% en las medianas de las tres condiciones), ya que esto también concuerda con la idea anteriormente descrita de que en éstas condiciones todos los estímulos

corresponden a figuras simples (memorandos, subliminales y targets). Cuando se analiza la velocidad de las respuestas, los resultados son significativos a favor de las figuras subliminales solo cuando éstas concuerdan con los ítems de la tarea completa (estímulo subliminal forma parte de los memorandos). Según esto se puede señalar que un estímulo subliminal no emocional (figura geométrica) que concuerda con el ítem a evocar es capaz de ingresar en la fase de mantención mental de la MT, produciendo un efecto de *clave de memoria* que entregaría una pista para facilitar la recuperación de la información previa. Esto se traduce en las respuestas más rápidas en esta condición de concordancia entre los estímulos y comprueba la primera hipótesis de este trabajo con respecto a la importancia de que el estímulo subliminal concuerda con los ítems memorizados para obtener un efecto recordatorio que mejore el desempeño al final de la tarea de MT, fenómeno que también ha sido descrito previamente bajo el nombre de *pista válida (cue validity effect)*<sup>23</sup>. Esto concuerda además, con los estudios que proponen la existencia de un *mecanismo atencional de refresco* de los ítems iniciales (en teoría, consciente) que opera durante el periodo de mantención de la MT, el cual serviría para mantener las representaciones mentales de estos ítems, con el objetivo de facilitar la recuperación posterior<sup>24, 25</sup>. Así, esta pista sería capaz de cooperar durante este proceso de refresco en forma paralela. En este contexto, la evidencia más concreta que apoya nuestro resultado con las figuras proviene del trabajo de Yi Pan, en donde los sujetos fueron capaces de reconocer un target subliminal en mayor proporción bajo condiciones de concordancia entre los contenidos de la MT (memorandos) y estos estímulos target presentados en el campo visual, concluyendo que son los contenidos de la MT los que potencian el proceso de percepción visual de un

estímulo subliminal cuando ambos son concordantes en cuanto a sus características (color y/o forma) mediante una regulación top down<sup>22</sup>.

### **6.3 La MT intervenida con emociones subliminales.**

Existe una amplia variedad de estudios en los que se ha demostrado que la información emocional contenida en las expresiones faciales puede ser percibida de manera involuntaria<sup>26</sup>, sin embargo en este estudio presentamos el mismo fenómeno embebido en una tarea de MT, lo cual ha sido menos descrito. En vista de los resultados, podemos afirmar que un estímulo subliminal negativo (rabia) que aparece en la etapa de mantención de la MT de items neutros como las figuras, es capaz de interferir con esta memorización, actuando como un *distractor* que disminuye el rendimiento de la MT ya sea al compararlo con una condición no subliminal o con la prueba subliminal de carácter positivo (felicidad) comprobando de esta manera nuestra segunda hipótesis, cabe mencionar que entre las otras dos (positiva versus neutra) no se establecen diferencias. Este resultado se ha demostrado en la literatura, realizando estas intervenciones de manera consciente, por lo que obtener este *efecto distractor*, únicamente por parte del estímulo emocional negativo en nuestra prueba subliminal, es un resultado relevante y novedoso que nos indica, como propone la evidencia, un mecanismo de interferencia cognitiva<sup>14</sup>, en el que un estímulo emocional negativo (presencia de rabia) puede cobrar mayor relevancia que un proceso cognitivo orientado a una tarea neutra, pues entrega información biológicamente relevante, como una amenaza, incluso a nivel sub atencional<sup>15</sup>. Con respecto a la influencia del estímulo subliminal positivo sobre la MT de las figuras se observa que éste estímulo no interrumpe ni mejora significativamente el rendimiento



ante la prueba no subliminal, por lo que no podemos hablar de un real efecto potenciador del contexto positivo para la ejecución de tareas como mencionaba la literatura inicial<sup>12</sup>, lo cual puede deberse entre otras cosas al ya elevado rendimiento que se observa para la MT de figuras sin intervención de ningún tipo (95%) o al tamaño de la muestra, pues efectivamente existe amplia evidencia que muestra que los estímulos positivos, al menos, no empeoran los rendimientos<sup>27</sup>.

La combinación de un rendimiento sin diferencias en aciertos entre las caras sin intervención subliminal y las intervenidas positivamente junto a un menor tiempo de reacción a favor del estímulo subliminal positivo, sí concuerda plenamente con la teoría del contexto positivo esperado. Por otra parte, si bien el estímulo negativo disminuye significativamente las velocidades de respuesta frente a la condición no subliminal (de igual manera que lo hace el positivo), este resultado se acompaña de una peor tasa de aciertos únicamente frente a la condición positiva, con lo que es posible reafirmar este efecto del contexto positivo igualmente para la MT de caras descrito previamente, sin necesariamente producirse el efecto distractor por parte del estímulo negativo.

Frente a esto cabe ampliar la discusión para resaltar el valor de este efecto positivo replicado en este trabajo. Al respecto, otros trabajos han demostrado que este tipo de valencia generaría este entorno emocional más adecuado bajo el cual opera un sujeto, lo cual facilita la recuperación de los ítems y así optimizaría la memoria de trabajo<sup>12</sup>. Dentro de estas teorías, la evidencia ha mostrado también que pequeñas o breves fluctuaciones en los sentimientos positivos podrían reclutar estructuras relacionadas con la elaboración y la flexibilidad cognitiva, utilizando la

dopamina como mediador, lo que además se ha observado en pruebas de resolución de tareas<sup>28</sup> y, de manera muy similar a nuestro experimento, en pruebas que incluyen recompensas subliminales<sup>6</sup>. Finalmente estos resultados terminan por comprobar la segunda hipótesis planteada con respecto a que el rendimiento en la MT se ve afectado de forma diferenciada según el contenido emocional de la intervención subliminal, con la salvedad de que es necesario distinguir los efectos del contexto positivo y de la interferencia cognitiva en relación al tipo de MT que se ponga a prueba. Así, la MT de figuras rinde de manera similar cuando en la fase de mantención se presenta una emoción positiva, mientras que ésta se interrumpe frente a una emoción negativa que se presente en esta misma fase. En el caso de la MT de expresiones faciales solo es distinguible el efecto del entorno positivo. Este último hecho es llamativo y puede deberse entre otras cosas a una preferencia, bastante descrita, por parte de los procesos cognitivos hacia los estímulos positivos por sobre los negativos<sup>12,29,30</sup>.

Una de las limitaciones más relevantes de este trabajo tiene relación con el hecho de que nuestro diseño experimental no incluye la utilización clásica de estímulos que enmascaren el ítem subliminal, ni tampoco, se han controlado ciertas características salientes de los estímulos como las caras y así lograr mantener solo el rasgo emocional de estas (características llamativas como el color de pelo, el tono de piel, etc.). Según esto, con nuestros resultados no es posible determinar el efecto del fenómeno de persistencia visual de este estímulo subliminal sobre el proceso de mantención mental ni tampoco determinar con exactitud el impacto de la valencia emocional aislado de las características llamativas de un rostro humano. Este hecho

es de gran importancia si se considera que ciertos rasgos en las expresiones faciales emocionales (p.ej. una boca sonriente) presentan un grado de saliencia visual que facilitan la orientación atencional y su detección, aún cuando estos aspectos sean controlados en cuanto al contraste, luminancia y color entre otros<sup>31</sup>. Así mismo, existe literatura en donde se demuestra que los sujetos tienen un grado de alerta con respecto a ligeras variaciones en la presentación de los estímulos, aún cuando estos sean presentados por 14 milisegundos y utilizando enmascaradores, sin embargo se observó que el enmascarador sí fue capaz de impedir el reconocimiento de la valencia emocional de los estímulos, afirmando finalmente que los estímulos emocionales si bien, y como hemos visto también en nuestro trabajo, potencian el procesamiento cognitivo, estos no capturan automáticamente la atención visual<sup>23</sup>.

A la fecha, algunos de los pocos trabajos que plantean el ingreso de un estímulo subliminal dentro de alguna de las etapas de la MT son los trabajos de Soto<sup>4</sup> y Yi Pan<sup>22</sup>, en donde los items neutros subliminales (figuras sin contenido emocional) logran acceder a la primera fase de codificación de la MT en forma de memorando y se logran asociar a los memorandos cuando son concordantes. Según esto, es posible afirmar que los resultados obtenidos en nuestro estudio, con respecto al ítem subliminal que ingresa en la segunda fase de mantención mental de la MT, afectando el desempeño de la MT, replican y complementan este fenómeno descrito.

Para descartar factores asociados a la muestra que puedan afectar los resultados de este estudio, se sugiere, entre otras cosas; disminuir el rango de edad de los participantes, incluir pruebas cognitivas iniciales, tales como el test de MOCCA y/o la Weschler Memory Scale con el objetivo de controlar las posibles diferencias basales

en el rendimiento conductual de cada sujeto o bien en su capacidad de comprender adecuadamente las instrucciones de la prueba.

Con respecto a los futuros alcances de este trabajo, resultaría interesante la posibilidad de aplicar esta prueba en diferentes poblaciones de interés clínico con el objetivo de estudiar la conjunción entre lo cognitivo y lo emocional, la cual se conoce estar alterada principalmente en relación a las patologías de salud mental, tales como la esquizofrenia, en donde el déficit de MT es un aspecto clave del deterioro cognitivo que surge en estos pacientes, además de la alteración en el procesamiento de la información emocional que también converge en esta condición<sup>15,32</sup>. En este mismo sentido, este trabajo podría estimular nuevos estudios para conocer el rendimiento en esta prueba al aplicarla en sujetos con trastornos del ánimo (trastorno afectivo bipolar en sus diferentes etapas) u otras formas de depresión en donde se ha visto que los sujetos presentan distintos grados de reactividad frente a estímulos con contenido emocional los cuales además, dependen tanto de la valencia de éste, como de la etapa clínica en que se encuentren los pacientes<sup>33,34</sup>.

## **7 Conclusión**

Se ha cumplido el objetivo general de esta investigación con respecto a que se ha podido determinar el efecto que ejercen ciertos estímulos cuando se presentan durante la fase de mantención activa de la MT, aún cuando los sujetos no son capaces de reportar en su totalidad la percepción de estos, resultado que además de ser relevante, es novedoso puesto que esta fase de la MT posee escasa evidencia mediante paradigmas subliminales y que además incluyan comparaciones simultáneas para poner a prueba la preferencia por los sistemas cerebrales entre

estímulos simples como las figuras u otras más complejas como las expresiones faciales. Así, el presente trabajo comprueba nuevamente el papel fundamental y diferenciado que pueden ejercer las emociones dentro de los sistemas de memoria, el cual sirve de explicación tanto para el aumento, como para la disminución del rendimiento observado en las diferentes pruebas.

Finalmente, al considerar las limitaciones mencionadas en nuestro diseño experimental, podemos concluir que nuestro estudio es factible de ser modificado en pos de obtener una mejor metodología en donde se controlen la mayor cantidad de factores concernientes a la presentación del estímulo que interviene la fase de mantención mental de la MT y así asegurar un nivel mayor de subliminalidad, tales como; el menor tiempo posible de presentación de dicho estímulo, la estandarización y/o eliminación de los rasgos faciales salientes, el uso de imágenes que enmascaren el ítem subliminal (masking) y una prueba de percepción subjetiva que permita obtener con mayor claridad el grado de percepción tanto de las figuras como de la valencia emocional de las caras.

## Bibliografía

---

- <sup>1</sup> Postle, B.R. “Working memory as an emergent property of the mind and brain. Neuroscience”. 139: 23–38, 2006.
- <sup>2</sup> Brodziak, A.; Brewczyński, A. and Bajor, G. “Clinical significance of knowledge about the structure, function, and impairments of working memory”. Med Sci Monit. 19: 327–338, 2013.
- <sup>3</sup> Brosch, T.; Scherer, K. R.; Grandjean, D.; and Sander, D. “The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision-making”. Swiss Medical Weekly. 143(May): w13786, 2013.
- <sup>4</sup> Soto, D.; Mäntylä, T.; and Silvanto, J. “Working memory without consciousness”. Current Biology. 21(22): 912–913, 2011.
- <sup>5</sup> Dutta, A.; Shah, K.; Silvanto, J. and Soto, D. “Neural basis of non-conscious visual working memory”. NeuroImage. 91: 336–343, 2014.
- <sup>6</sup> Zedelius, C. M.; Veling, H. and Aarts, H. “Boosting or choking – how conscious and unconscious reward processing modulate the active maintenance of goal-relevant information”. Consciousness and Cognition. 20(2): 355–62, 2011.
- <sup>7</sup> Jonides, J.; Lewis, R. L.; Nee, D. E.; Lustig, C. A.; Berman, M. G. and Moore, K. S. “The mind and brain of short-term memory”. Annual Review of Psychology. 59: 193–224, 2008.

---

<sup>8</sup> Tsushima, Y.; Sasaki, Y. and Watanabe, T. “Greater disruption due to failure of inhibitory control on an ambiguous distractor”. *Science*. 314 (5806): 1786–1788, 2006.

<sup>9</sup> Phelps, E. A. “Human emotion and memory: interactions of the amygdala and hippocampal complex”. *Current Opinion in Neurobiology*. 14(2): 198–202, 2004.

<sup>10</sup> Cahill, L.; Haier, R. J.; Fallon, J.; Alkire, M. T.; Tang, C. and Keator, D. “Amygdala activity at encoding correlated with long-term, free recall of emotional information”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 93(15): 8016–8021, 1996.

<sup>11</sup> Phelps, E.; LaBar, K. S. and Spencer, D. D. “Memory for emotional words following unilateral temporal lobectomy”. *Brain and Cognition*. 35(1): 85–109, 1997.

<sup>12</sup> Erk, S.; Kiefer, M.; Grothe, J.; Wunderlich, A. P.; Spitzer, M. and Walter, H. “Emotional context modulates subsequent memory effect”. *NeuroImage*. 18(2): 439–447, 2003.

<sup>13</sup> Grimm, S.; Weigand, A.; Kazzner, P.; Jacobs, A. M. and Bajbouj, M. “Neural mechanisms underlying the integration of emotion and working memory”. *NeuroImage*. 61(4): 1188–1194, 2012.

<sup>14</sup> Dolcos, F. and McCarthy, G. “Brain systems mediating cognitive interference by emotional distraction”. *J. Neurosci*. 26(7): 2072–2079, 2006

---

<sup>15</sup> Diaz, M.; He, G.; Gadde, S.; Bellion, C.; Belger, A.; Voyvodic, J. and McCarthy, G. "The influence of emotional distraction on verbal working memory: an fMRI investigation comparing individuals with schizophrenia and healthy adults". *Journal of Psychiatric Research*. 45(9): 1184–1193, 2011.

<sup>16</sup> Suslow, T.; Ohrmann, P.; Bauer, J.; Rauch, A. V.; Schwindt, W. and Arolt, V. "Amygdala activation during masked presentation of emotional faces predicts conscious detection of threat-related faces". *Brain and Cognition*. 61(3): 243–248, 2006.

<sup>17</sup> Killgore, W. D. and Yurgelun-Todd, D. A. "Activation of the amygdala and anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces". *NeuroImage*. 21(4): 1215–1223, 2004.

<sup>18</sup> Lundqvist, D.; Flykt, A. and Öhman, A. *The Karolinska Directed Emotional Faces - KDEF*, CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, ISBN 91-630-7164-9, 1998.

<sup>19</sup> Baddeley, A. "Working memory". New York, NY: Oxford University Press, 1986.

<sup>20</sup> Overgaard, M.; Timmermans, B.; Sandberg, K. and Cleeremans, A. "Optimizing subjective measures of consciousness". *Consciousness and Cognition*. 19(2): 682–684, 2010.



---

<sup>21</sup> Alvarez, G. and Cavanagh, P. “The Capacity of Visual Short- Term Memory Is Set Both by Visual Information Load and by Number of Objects”. *Psychol Sci.*15 (2): 106–111, 2004.

<sup>22</sup> Pan, Yi; Qiu-Ping Cheng and Qian-Ying Luo. “Working Memory Can Enhance Unconscious Visual Perception.” *Psychonomic Bulletin & Review* 19. (3): 477– 482, 2012.

<sup>23</sup> Koster, E.; Verschuere, B.; Burssens, B.; Custers, R. and Crombez, G.. “Attention for Emotional Faces under Restricted Awareness Revisited: Do Emotional Faces Automatically Attract Attention?” *Emotion*. 7 (2): 285–295, 2007

<sup>24</sup> Vergauwe, E. and Cowan, N. “Attending to items in working memory: evidence that refreshing and memory search are closely related”. *Psychonomic Bulletin & Review*. 22: 1001–1006, 2015.

<sup>25</sup> Souza, A. S.; Rerko, L. and Oberauer, K. “Refreshing memory traces: Thinking of an item improves retrieval from visual working memory”. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1339: 20–31, 2015.

<sup>26</sup> Eastwood, J.D. and Smilek, D. “Functional consequences of perceiving facial expressions of emotion without awareness”. *Conscious Cogn.* 14(3): 565–584, 2005.

<sup>27</sup> Sweeny, T.; Grabowecky,M; Suzuki, S. and Paller, K. “Long-Lasting Effects of Subliminal Affective Priming from Facial Expressions.” *Consciousness and Cognition* 18. (4): 929–938, 2009.

---

<sup>28</sup> Ashby, F.; Isen, A. and Turken, A. “A Neuropsychological Theory of Positive Affect and Its Influence on Cognition”. *Psychological Review*. 106(3): 529–550, 1999.

<sup>29</sup> Li, W.; Zinbarg, R.; Boehm, S. and Paller, K. “Neural and behavioral evidence for affective priming from unconsciously perceived emotional facial expressions and the influence of trait anxiety”. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 20: 95–107, 2008.

<sup>30</sup> D’Argembeau, A. and Van der Linden, M. “Facial expressions of emotion influence memory for facial identity in an automatic way”. *Emotion*. 7:507–515, 2007.

<sup>31</sup> Calvo, M. and Nummenmaa, L. “Detection of Emotional Faces: Salient Physical Features Guide Effective Visual Search.” *Journal of Experimental Psychology*. 137 (3): 471–494, 2008.

<sup>32</sup> Lee, S.; Chai, Y. and Seung, H. “Non-Conscious Perception of Emotions in Psychiatric Disorders: The Unsolved Puzzle of Psychopathology.” *Psychiatry Investigation*. 13 (2): 165–173, 2016.

<sup>33</sup> Suslow, T.; Konrad, C.; Kugel H.; Rumstadt, D.; Zwitterlood, P.; Schöning, S.; Ohrmann, P. et al.. “Automatic Mood-Congruent Amygdala Responses to Masked Facial Expressions in Major Depression.” *Biological Psychiatry*. 67 (2): 155–160, 2010.

<sup>34</sup> Altamura, M.; Padalino, F.; Stella, E.; Balzotti, A.; Bellomo, A.; Palumbo, R.; Di Domenico, A.; Mammarella, N. and Fairfield, B. “Facial Emotion Recognition in

---

Bipolar Disorder and Healthy Aging.” *Journal of Nervous & Mental Disease*. 204 (3):  
188–193, 2016.