



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA**

**TESIS**

**EFFECTO DE ESTÍMULOS AUDITIVOS ESTRESANTES EN LA  
MEMORIA ESPACIAL DE LARGO PLAZO**

**PRESENTA**

**Aura Odalis Arboleyda Fibela**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN INVESTIGACIÓN EN  
PSICOLOGÍA**

**TUTOR**

**Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera**

**COMITÉ TUTORAL**

**Dr. Rodrigo Carranza Jasso**

**Dr. Felipe Cabrera González**

**Aguascalientes, Ags 28 de mayo de 2019**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

MTRA. MARÍA ZAPOPAN TEJEDA CALDERA  
DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES  
P R E S E N T E

Por medio del presente como comité tutorial designado de la estudiante **AURA ODALIS ARBOLEYDA FIBELA** con ID 219499 quien realizó la tesis titulada: **EFFECTO DE ESTÍMULOS AUDITIVOS ESTRESANTES EN LA MEMORIA ESPACIAL DE LARGO PLAZO** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO** para que ella pueda proceder a imprimirla y así continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, nos permitimos enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 27 de mayo de 2019.



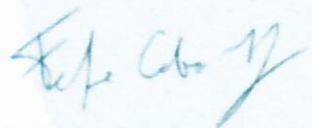
---

Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera



---

Dr. Rodrigo Carranza Jasso



---

Dr. Felipe Cabrera González

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado de la Maestría en Investigación en Psicología



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES**

**Asunto: Conclusión de Tesis  
DEC. CCS Y H OF. N° 0310**

**DRA. EN ADMÓN. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ SERNA  
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
P R E S E N T E.**

Por este conducto le informo que el documento final de Tesis/Trabajo Práctico Titulado: **“EFECTO DE ESTÍMULOS AUDITIVOS ESTRESANTES EN LA MEMORIA ESPACIAL DE LARGO PLAZO”**, presentado por la sustentante **AURA ODALIS ARBOLEYDA FIBELA** con ID. 219499, egresada de la **MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA**, cumple las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para presentar el examen de grado.

Sin más por el momento, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE  
“SE LUMEN PROFERRE”  
Aguascalientes, Ags., 28 de Mayo del 2019**

**MTRA. MARÍA ZAPOPAN TEJEDA CALDERA  
D E C A N A**

c.c.p. Dr. Alfredo López Ferreira. Secretario de Investigación y Posgrado del CCS y H.  
c.c.p. Dr. Pedro Palacios Salas. Secretario Técnico del Posgrado  
c.c.p. Mtra. Imelda Jiménez García. Jefa del Depto. De Control Escolar  
c.c.p. Lic. Aura Odalis Arboleyda Fibela. Egresada de la Maestría en Investigación en Psicología  
c.c.p. Archivo

**Índice**

Resumen..... 1

Introducción ..... 2

1 Memoria y estrés..... 4

    1.1 Aprendizaje y memoria..... 4

        1.1.1 Tipos de aprendizaje..... 5

        1.1.2 Condicionamiento clásico..... 5

        1.1.3 Condicionamiento instrumental ..... 6

        1.1.4 Fases del aprendizaje ..... 6

        1.1.5 Tipos de memoria ..... 7

        1.1.6 Memoria espacial..... 8

    1.2 Estrés ..... 11

    1.3 El concepto y un poco de historia..... 11

    1.4 La respuesta fisiológica del estrés. .... 12

        1.4.1 Respuesta galvánica de la piel (GSR) o Electrodermoactividad (EDA).... 14

    1.5 Memoria y estrés ..... 15

2 Método..... 17

    2.1 Pregunta ..... 17

    2.2 Hipótesis..... 17

    2.3 Objetivos..... 17

        2.3.1 Objetivo general..... 17

        2.3.2 Objetivos específicos ..... 17

    2.4 Participantes ..... 17

    2.5 Materiales ..... 18

        2.5.1 Programa MazeSuite 2.7 (Ayaz, Allen, Platek, & Onaral, 2008) ..... 18

2.5.2	Biopac Systems, Inc.....	19
2.6	Diseño experimental .....	19
2.6.1	Consentimiento e información .....	20
2.6.2	Exploración .....	20
2.6.3	Adquisición .....	21
2.6.4	Retención.....	22
2.7	Resultados de los primeros pilotajes.....	24
2.8	Primer pilotaje Laberinto de Morris.....	24
2.9	Pilotaje 2 Laberinto con cuartos .....	27
3	Resultados.....	29
3.1	Actividad electrodérmica (EDA) o Respuesta Galvánica .....	29
3.2	Resultados del laberinto.....	31
		3.2.1 Tiempo 36
3.2.2	Desplazamiento .....	37
3.2.3	Velocidad .....	38
		3.2.4 Errores 39
4	Discusión .....	41
5	Conclusión y propuestas.....	50

**Índice de figuras**

Figura 1 Esquema representativo de cada una de las fases del proceso de aprendizaje. Las dos primeras fases se establecen por la asociación de estímulos y respuestas y durante las dos últimas fases se omite el estímulo que fue asociado con la respuesta. Cada una de las curvas indica un nivel de respuestas manifestadas por el sujeto que aprendió una tarea (Modificado de Medina, López, Quirarte, & Alcalá, 2007). ..... 7

Figura 2 Sistemas simpático y parasimpático: Se muestra la actividad simpática y parasimpática y los órganos estimulados por cada sistema, así como la acción del órgano. .... 13

Figura 3 Laberinto A: Screenshot del laberinto de exploración, los círculos azules señalan los objetos localizados en orden contrario a los otros laberintos existentes, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo..... 21

Figura 4 Laberinto B y laberinto C: Screenshot del laberinto de adquisición, los círculos azules señalan los objetos localizados en orden, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo ..... 22

Figura 5 Laberinto de prueba: Screenshot del laberinto de prueba, los círculos azules son donde se encuentran los objetos localizados en orden, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo. .... 23

Figura 6 Screenshot del laberinto 3D: a) se muestra una parte del laberinto con plataforma y una clave espacial amarilla, b) se muestra una parte de del laberinto sin plataforma con dos claves ambientales, esfera amarilla y esfera verde. .... 24

Figura 7 Screenshot de los planos (2D) del laberinto: los círculos azules son donde se encuentran los objetos, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida y los límites y muros están marcados en rojo ..... 27

**Índice de gráficas**

Gráfica 1 .Velocidad de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención, no hubo diferencias significativas entre la velocidad de los participantes..... 25

Gráfica 2 Tiempo en segundos de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención \*  $p \leq 0.01$ ..... 26

Gráfica 3 Desplazamiento de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención. \*  $p \leq 0.01$ ..... 27

Gráfica 4 Número de errores cometido por los sujetos durante la prueba de entrenamiento. Se graficaron 3 ensayos de entrenamiento. .... 28

Gráfica 5 Actividad electrodermal: Actividad electrodermal entre grupo control y grupo experimental \*  $p > 0.01$ , las barras que se muestran son de error estándar..... 31

Gráfica 6 Tiempo en concluir la tarea. Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  ..... 32

Gráfica 7 Desplazamiento. Ilustración gráfica del desplazamiento obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  ..... 33

Gráfica 8 Velocidad. Ilustración gráfica de la velocidad obtenida por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.001$ ..... 34

Gráfica 9 Errores. Ilustración gráfica de los errores obtenidos por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.001$ ..... 35

Gráfica 11 Tiempo. Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\* $p < 0.005$ ..... 37

Gráfica 12 Velocidad. Ilustración gráfica la velocidad obtenida por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  ..... 38

Gráfica 13 Errores Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\* $p < 0.005$  \*\*\* $p < 0.001$ ..... 39

Gráfica 14 Errores Ilustración gráfica de los errores obtenidos por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  ..... 40

## **Resumen**

La memoria espacial es una habilidad que poseen los animales para obtener información del contexto y crear una representación de dónde se encuentran por medio de claves ambientales. Esta información les permite usar la información previamente aprendida para crear o predecir una secuencia establecida de lugares o movimientos para encontrar su destino (u objetivo). Esta habilidad se ha empezado a estudiar con humanos utilizando ambientes de realidad virtual que simulan contextos o tareas específicas. Sin embargo, aunque hay resultados comparables entre animales y humanos, existen circunstancias en donde los estímulos en humanos no parecen provocar la misma situación de estrés que se presenta con animales. Dentro de esta investigación se abordará el efecto que pueden tener los estímulos auditivos estresantes o neutrales en el desempeño de los jóvenes universitarios ante la tarea de memoria espacial en entornos virtuales y su retención posterior.

## **Abstract**

The spatial memory is an ability that animal's possess to obtain context information and create a representation of where they are by the environmental cues that surround them. This information allows them to use previously learned information to create or predict an established sequence of places or movements to find their destination (or goal). This ability has been studied in humans using virtual reality environments which simulate contexts or specific tasks. However, although there are comparable results between animals and humans, there are circumstances where the stimuli in humans does not appear to cause similar stress as it does in animals. This research addresses the effect caused by either stressful or neutral auditive stimuli, in the performance and subsequent retention of university students during a spatial memory task in virtual environments.



## Introducción

Algunos dicen que recordar es volver a vivir, y aunque en cierta manera poética lo es, yo diría que recordar nos ayuda a vivir. Los animales han seleccionado sus conductas a través del éxito de la conducta en el medio ambiente, por ejemplo, si tenemos dos jirafas, una jirafa con el cuello corto y otra con el cuello largo, las dos comen hojas del mismo árbol, las dos están en situaciones iguales con una pequeña diferencia, cuando las hojas del follaje inferior del árbol se terminen, una padecerá más hambre que la otra, una morirá de hambre antes que la otra, una conseguirá pareja con más probabilidad que la otra (no por ser más guapa tal vez, sino por el simple hecho de estar viva) y solo una de ellas podrá heredar sus genes para las futuras generaciones, ésta es una explicación un poco simplista de la evolución. Ahora incluyamos una pequeña variable más, tenemos las mismas jirafas, la de cuello largo y la de cuello corto, pero supongamos que a la de cuello largo le avergüenza mucho su cuello y por ello sigue comiendo del follaje inferior del árbol, pero su amiga de cuello corto pues es más tragona, así que se sube a su compañera y logra comer de las hojas de arriba del árbol, cuando se terminen de las hojas de abajo del árbol ¿ahora quién sobrevivirá? Una de ellas esta físicamente apta para sobrevivir y la otra no tiene cambios físicos, pero si ha modificado su conducta para poder adaptarse, entonces ¿las condiciones físicas nos adaptan al medio o las conductas nos adaptan al medio? ¿o es la interacción entre organismo y conducta? La modificación de las conductas es de vital importancia para la adaptación de los organismos, la variedad ambiental ha propiciado un abanico de conductas como una respuesta adaptativa, cuando esta repuesta resulta ser eficaz tiene una alta tasa de probabilidad de repetirse. Dentro de todo este proceso adaptativo interviene el aprendizaje y la memoria, esta última, que es la que nos interesa para esta tesis, es la que nos permite acceder a la información que ya ha sido aprendida, y reutilizarla en momentos posteriores (Izquierdo, 2015), permitiendo tener un repertorio de conductas que podrían ser utilizadas en ambientes novedosos.

En los últimos años, ha sido de gran interés el estudio de la memoria en ambientes estresantes, la psicología forense se ha enfocado en la veracidad de los relatos de personas que fueron sometidas ante situaciones estresantes como los relatos de violaciones, o asaltos, en otros ámbitos de la investigación, se estudia la amnesia producida en situaciones altamente estresantes como sismos, terremotos o balaceras.

El estrés en las personas actúa en forma de U invertida, y es dependiente del nivel de estrés y la duración temporal del estímulo. Se ha observado que si se aumenta el estímulo estresante en un periodo corto de tiempo se promueve la memoria, pero si el estímulo persiste por más tiempo, la memoria empeora, si este estímulo estresante aumenta podría llegar a interrumpir la consolidación de la memoria. Como se puede observar todavía faltan “huecos del conocimiento que rellenar”. Uno de ellos es conocer cuáles son los factores que impiden o promueven la memoria, y bajo qué circunstancias podemos crear un recuerdo que perdure o si ese recuerdo puede ser modificado a voluntad. Pero como sólo se tienen 2 años para esto, esta tesis intentará conocer la relación que podría existir entre la memoria espacial y los estímulos auditivos estresantes en una tarea espacial de realidad virtual.

Para ello se abordarán los siguientes capítulos, el primero, marco teórico, en el cual se verá qué se sabe sobre los temas relacionados a la memoria y estrés. El segundo, sobre la metodología, cómo podemos resolver la pregunta de investigación, los objetivos, y el “recetario” de cómo se puede replicar el experimento. En el tercer capítulo, se mencionan los resultados obtenidos en el experimento. En el capítulo cuarto, la discusión sobre los datos obtenidos. Y finalmente, capítulo 5, conclusión, un espacio reservado para un resumen de lo que pasó, qué cosas se podrían cambiar si se hiciera de nuevo y cuáles son las nuevas incógnitas que hay que resolver.

## 1 Memoria y estrés

### 1.1 Aprendizaje y memoria

El aprendizaje y la memoria son dos procesos que se encuentran relacionados, el aprendizaje es definido como un cambio relativamente permanente de la conducta como resultado de la experiencia previa con estímulos o respuestas específicas (Aguado-Aguilar, 2001; Domjan, 2016; Thompson, 1991), no dados por factores madurativos, de cansancio o por estimulaciones prolongadas al organismo que modifican el comportamiento.

Por otra parte, la memoria, plantea distintas definiciones que pueden dividirse en tres principales, la cognitiva; que indaga sobre las actividades del procesamiento que tienen lugar durante el curso del aprendizaje y el modo en que la información queda representada en la memoria, la neuronal; que se focaliza principalmente en los procesos fisicoquímicos que suceden en el cerebro y que permiten desarrollar las funciones de aprendizaje y memoria, y la conductual; que se ocupa en definir la relación o relaciones entre las variables ambientales y los cambios observables en la conducta (Aguado-Aguilar, 2001).

Cuando un organismo se encuentra frente a una situación novedosa, por ejemplo, visitar un nuevo salón de clases existen estímulos novedosos como los compañeros y otros cotidianos como las sillas o el pizarrón. Durante esta experiencia, se han observado cuatro fases principales, la primera es la codificación, durante esta fase, nuestro organismo pasa las imágenes, sonidos, olores, etc., a señales eléctricas, reacciones biológicas y elementos que como lo dice su nombre, codifica, es decir, transforma la información a algo más comprensible para el organismo. Después se almacena, esta fase es más fácil de entender por su nombre, pero es más difícil ya que no hay lugares predeterminados para guardar la información (aunque si hay más áreas que se ven más involucradas con un tipo específico de información). Sigue la fase de retener la información, por cuánto tiempo poseemos la información, puede guardarse por minutos o por años, y esta capacidad temporal dará un parteaguas a dividirla posteriormente. Y finalmente, recordar, esta última fase donde se pone a prueba las fases anteriores, y es la fase más importante para medir memoria, aunque es importante señalar que se puede tener memoria sin poder recordar a voluntad, o como dirían algunos, conscientemente.

Estas capacidades de codificar, almacenar, retener y recobrar información previamente experimentada (Izquierdo, 2015; Prado-Alcalá, Medina, SerafínLópez, & Quirarte, 2012; Squire, 1987), es lo que conocemos como memoria.

Estas capacidades proveen al organismo de un vasto bagaje para modificar su conducta posteriormente y esto crea cambios duraderos sobre la conducta o el potencial de conducta del individuo (Escobar & Gomez, 2006; Rosenzweig, 1992), que a su vez genera el aprendizaje previo provisto por él aprendizaje, lo cual nos hace regresar a la frase de inicio “la memoria y el aprendizaje son dos procesos que como vimos se encuentran íntimamente relacionados”.

### **1.1.1 Tipos de aprendizaje**

El aprendizaje se ha clasificado principalmente en dos, el asociativo y el no asociativo. El aprendizaje no asociativo, es uno de los aprendizajes más básicos, que se relaciona con el cambio de conducta y se da a partir de la presentación de un estímulo de una sola modalidad sensorial, estos procesos contribuyen a organizar y dirigir la conducta seleccionando los estímulos a los que habremos de reaccionar (Ferrándiz, 1997). El aprendizaje asociativo se caracteriza por una conducta que es modificada cuando el individuo asocia dos o más estímulos, ya que puede que existan asociaciones entre estímulo y respuesta, o asociar un estímulo con otro estímulo o una cadena de estímulos y respuestas (Rodrigo & Prados, 2003) como el condicionamiento clásico y el instrumental.

### **1.1.2 Condicionamiento clásico**

El fisiólogo Iván Pávlov investigaba sobre la salivación por alimentos en un perro, el grupo de investigación tenía una campana para recordarles la hora de alimentar al perro, pero un día que ya no había alimento sonó la campana y notaron que el perro comenzó a salivar como si estuviera en contacto con su comida. En ese momento observaron que había una relación entre el estímulo de la campana y la comida que provocaba salivación, al seguir indagando sobre ese suceso identificaron cuatro componentes necesarios en el condicionamiento clásico, que son: el estímulo incondicionado (EI), la respuesta incondicionada (RI), el estímulo condicionado (EC) y la respuesta condicionada (RC). Antes del condicionamiento el EI (comida) provoca la RI

(salivar), pero durante el condicionamiento, el EC (Sonido) es apareado con el EI (comida), finalmente el EC (Sonido) es capaz de provocar una RC (Salivar). La asociación repetida de ambos estímulos produce que un EC genere una RI (Klein, 1994). En este condicionamiento podemos distinguir dos principales, el condicionamiento apetitivo; en el cual el EI posee propiedades de refuerzo positivo como los alimentos y el condicionamiento aversivo; aquí el EI tiene propiedades negativas como un choque o sabores desagradables.

### **1.1.3 Condicionamiento instrumental**

En el condicionamiento instrumental existe una asociación entre la respuesta y la consecuencia de la respuesta, el sujeto modifica su medio para responder al estímulo o a la consecuencia previamente asociada. En este condicionamiento se puede aumentar la aparición de una respuesta con un reforzador positivo o al contrario disminuir la aparición de una respuesta con un reforzador negativo (Prado-Alcalá & Quirarte, 1993). Al igual que en el instrumental, se pueden distinguir algunos tipos de condicionamiento como el moldeamiento; en el cual se refuerzan las respuestas que pertenecen a la respuesta deseada; el encadenamiento, en el que se condiciona primero alguna acción de una secuencia inicial deseada y luego se añaden componentes adicionales; y los programas de reforzamiento, en él se refuerza la respuesta deseada (Peterson, 1989).

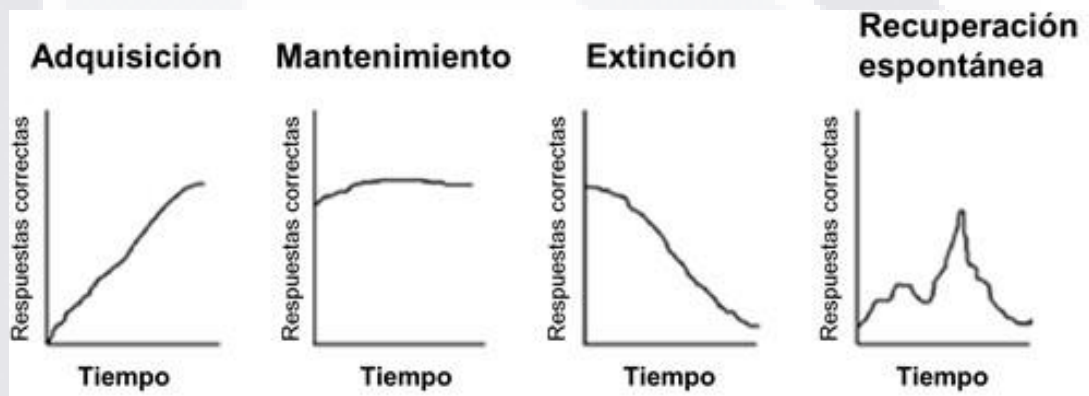
### **1.1.4 Fases del aprendizaje**

En el proceso de aprendizaje pueden presentarse cuatro fases, adquisición, mantenimiento, extinción y recuperación espontánea (Izquierdo, 2015), estas fases que a continuación serán explicadas con el ejemplo de una rata que fue condicionada a mostrar una respuesta de palanqueo (Figura 1).

- a) Fase de adquisición:** En esta fase se recibe la información, en la cual se incrementa paulatinamente el número de respuestas condicionadas, debido a la asociación de estímulos entre la comida y tocar la palanca.
- b) Fase de mantenimiento:** En esta fase la respuesta condicionada alcanza un máximo de respuestas y se manifiesta de manera más o menos estable,

durante la primera fase de adquisición y la segunda de mantenimiento se lleva a cabo la fase de consolidación.

- c) **Fase de extinción:** Aquí se puede observar un decremento en la magnitud y frecuencias de las respuestas condicionadas hasta que desaparece completamente ante la omisión del estímulo al que fue asociado. En esta fase se deja de dar recompensa a la rata cuando palanquea.
- d) **Fase de recuperación espontánea:** En esta fase, existe una reaparición eventual de la respuesta condicionada durante la fase de extinción. Cuando la rata ha dejado de palanquear porque ya no hay comida, de repente vuelve a palanquear.



**Figura 1** Esquema representativo de cada una de las fases del proceso de aprendizaje. Las dos primeras fases se establecen por la asociación de estímulos y respuestas y durante las dos últimas fases se omite el estímulo que fue asociado con la respuesta. Cada una de las curvas indica un nivel de respuestas manifestadas por el sujeto que aprendió una tarea (Modificado de Medina, López, Quirarte, & Alcalá, 2007).

### 1.1.5 Tipos de memoria

Como vimos en la introducción, la memoria por sus distintas fases se puede dividir en distintos tipos de memoria, la primera división se hace para distinguir los tipos de información manejada que pueden ser de manera implícita o explícita que se abordarán a detalle más adelante y la otra ya antes mencionada el tiempo que la información permanece guardada como la memoria de corto plazo (MCP), que puede durar minutos, segundos u horas y la memoria de largo plazo (MLP), que puede ser más duradera, y

llega a durar días, semanas, años y en algunos casos toda la vida (Bermúdez-Rattoni & Alcalá, 2002; Wickelgren, 1973).

La memoria implícita es aquella información que obtenemos sin ser conscientes de ello (Aguado-Aguilar, 2001), dentro de esta memoria se encuentra el condicionamiento clásico simple, la habilidad para identificar objetos como resultado de su presentación reciente, el aprendizaje de hábitos, caminar, entre otros (Milner, Squire, & Kandel, 1998; Ruiz-Vargas, 1999). Por otra parte, en la memoria declarativa tenemos la retención de lugares, el lenguaje, los significados y las personas que hemos conocido durante nuestra vida, esta memoria a su vez se ha dividido en memoria semántica; en la que se incluyen las palabras, los símbolos verbales y su significado y la memoria episódica, en la que se incluye la información que se adquiere de los eventos en nuestra vida, es un aprendizaje de experiencias inmediatas y existe una relación entre el espacio y el tiempo (Tulving, 1984) y dentro de la memoria episódica encontramos la memoria espacial.

#### **1.1.6 Memoria espacial**

La memoria espacial es definida como la capacidad que posee un organismo de ubicarse dentro de un entorno previamente visitado (Kessels, Haan, L. J. Kappelle, & A. Postma, 2001; D. Luna & Martínez, 2015). La utilidad de la memoria espacial ha sido de gran importancia ya que esta capacidad permite recordar el lugar de comida que ha sido guardada, como en el caso de las ardillas que esconden su comida, les permite regresar a su nido después de salir a cazar, como los guepardos o algunas aves, regresar a un lugar que provee de mayores comodidades en una estación del año, como las migraciones de patos y también permite evitar lugares que fueron peligrosos anteriormente (Shettleworth, 2010). La memoria espacial plantea que al momento de desplazarnos en un espacio nuevo, seleccionamos la información importante del contexto, como árboles, rocas, montañas, ríos, calles, semáforos, tiendas, casas, etc., esta información genera claves ambientales que facilitan los próximos desplazamientos (Allen, 2004). Cuando se regresa a un lugar en el que ya se ha estado, tenemos un recuerdo del lugar, pero al momento de volver a desplazarse, ubicamos las claves que nos ayudan a localizarnos y en ese momento actualizamos la información para recordar el siguiente paso, como cuando se

llega a una esquina y a partir de ahí, podemos decidir si era hacia la derecha o hacia la izquierda. Esto se ha estudiado en modelos animales y en humanos.

Para las investigaciones en animales sobre el tema de la memoria espacial, se ha utilizado laberintos de ambiente artificial, como el laberinto radial de 8 brazos o el laberinto radial de 4 brazos, en los cuales su objetivo principal es encontrar nuevamente el camino en el que anteriormente encontró comida (a algún reforzador) (Roberts & Veldhuizen, 1985; Ruetti, Mustaca, & Bentosela, 2008), el laberinto de Barnes muy parecido a los laberintos radiales, pero con la diferencia que aquí no hay caminos o muros, sino que la comida está escondida “por debajo del laberinto”, y tiene que recordar el lugar en el cual consiguió comida. Otro laberinto que también es muy usado, es el laberinto de agua de Morris, este laberinto presenta un reto distinto, ya que el objetivo de la rata no es comida, sino el objetivo es encontrar una plataforma para descansar, ya que la rata ha estado nadando durante un tiempo (Quirarte et al., 2009).

Este laberinto se ha utilizado con humanos al haber sido adaptado a tareas de realidad virtual, en el cual se encontraron similitudes de comportamiento dentro de esta tarea entre roedores y humanos en la adquisición de memoria espacial (D. Luna & Martínez, 2015). Pero a pesar de las similitudes encontradas entre humanos y roedores, existen diferencias dentro de la tarea, en experimentos con roedores, la tarea implica una respuesta fisiológica relacionada con la supervivencia de la especie, es decir, para la rata le implica no saber qué está pasando, no saber el objetivo entre otros aspectos ya que como es entendible, a la rata jamás se le explicará que sólo es una tarea, que realmente no está en peligro y tampoco puede dejar el experimento si lo desea, y que al contrario de lo que sucede con humanos, todos estos términos son explicados. Este tipo de situaciones, entre otras, crean diferencias entre animales y humanos ya que se ha observado que los niveles de glucocorticoides (hormona presente en eventos estresantes) en tareas estresantes son mayores en animales que en humanos (Sandi, Loscertales, & Guaza, 1997).

Por otra parte, existen tareas que intentan simular pruebas que logren simular virtualmente las condiciones, y aunque por el momento no tendrán la misma magnitud de respuesta, si abonan datos nuevos a la indagación de la memoria espacial en humanos. Pero estas nuevas modalidades nos llevan a distinguir los entornos que pueden ser



experimentados, las diferencias que existen entre realidad virtual, conocimiento por mapas y la experiencia directa.

Para las personas los entornos pueden ser experimentados de varias maneras, ya que se poseen variaciones sensoriales que los hacen experimentar el mundo diferente, la información que recibe un ciego no será la misma que alguien que no lo es, la información de alguien que escucha será distinta a la de un sordo, y así continuamente entre las diferencias de cada persona. Para la mayoría de las personas, la forma de conocer el mundo y su contexto es a través de la visión, con ella no sólo conocemos colores y figuras, sino que con el tiempo aprendemos a distinguir distancias, tamaños y hasta la velocidad a la que se desplazan los objetos o nosotros en casos como por ejemplo al andar en bicicleta. Esta experiencia proveniente de la vista es enlazada a información de olor, sonido, presión, tacto y todo empieza a complejizarse cuando comenzamos a caminar, toda esa información se actualiza conforme caminamos y con ello podemos comprender distancias, y posteriormente recordar un aproximado de distancia recorrida de un punto A, a un punto B (Allen, 2004). Esta experiencia directa nos ayuda posteriormente a conceptualizar mapas, ubicando montañas, edificios y calles, los cuales son más fáciles de ubicar conforme se tiene experiencia con el lugar, en experimentos hechos con estudiantes extranjeros que recién se habían mudado, se les pedía que dibujaran el recorrido que hacían entre su casa hacia la escuela, encontraron que conforme los jóvenes llevaban más tiempo viviendo en la nueva ciudad, los dibujos sobre su recorrido eran cada vez más exactos, incluyendo número de calles, distancias y lugares importantes como tiendas, semáforos y nombres de calles, en conclusión los sujetos podían pasar esa experiencia directa y transformarla en planos de 2 dimensiones (Cohen, 2013). Pero los entornos virtuales plantean una tercera opción de espacialidad.

Los entornos virtuales implican sus propias formas de adquirir la información, principalmente porque se ven sometidos a dos contextos distintos que se unen para formar uno solo, ven a través de otro que es el mismo, existe un desfase en la percepción de las distancias, la locomoción se ve más localizada en partes específicas del cuerpo, y la percepción se modifica para adaptarse a estas modalidades (Allen, 2004). Aunque a pesar de estos cambios en el ambiente, los sujetos pueden adaptarse a localizarse dentro de una realidad virtual y tener nuevos conceptos de espacialidad.

## **1.2 Estrés**

### **1.3 El concepto y un poco de historia**

El concepto de estrés inicialmente fue acuñado por la física y era utilizado para describir cuando un material cambiaba de forma debido a una presión excedente al umbral de resistencia. Con el tiempo Hans Selye adaptó el término a la medicina como una respuesta específica del organismo a cualquier demanda del exterior (Selye, 1949), ya que observó cambios morfológicos en las células al ser afectadas por el ambiente, ya que las células se degradaban sin “motivo aparente”. Para este momento histórico la definición de estrés dio un gran salto debido a que se concluyó que existía un motivo inexplicable fuera del cuerpo que repercutía dentro del cuerpo, durante este momento se decidió dividir el concepto en dos; el estrés (para la respuesta que ocurría dentro del cuerpo) y el estímulo estresante (para aquello ambiental que causaba la respuesta). Actualmente el término estrés es utilizado por distintas ciencias como la física, la biología y la psicología por mencionar algunas, por esa razón la definición más amplia sobre estrés es referida como cualquier cambio en la homeostasis desencadenados por estímulos externos (Kim, Lee, Han, & Packard, 2001).

Estos estímulos externos pueden ser químicos, como el contacto con sustancias nocivas; físicos, como los cambios rápidos de temperatura; biológicos, como una gripe y en el caso de los animales humanos y no humanos, pueden ser de índole psicológica. El estrés producido por estímulos psicológicos no es únicamente externo, sino que puede ser interno o externo, ejemplo de ello puede ser una respuesta de estrés producido únicamente por encontrarse con características similares a las de un suceso traumático anterior (Kloet, Joëls, & Holsboer, 2005; Szabo, Tache, & Somogyi, 2012).

Una situación estresante se origina con la evaluación inicial del evento que pone en peligro la integridad física o psicológica del sujeto, pero aquí también interviene la capacidad del sujeto para controlar el estímulo, la respuesta (o su ausencia de ella) tendrá repercusiones ambientales que alterarán (mejorando o empeorando) la situación. Así pues, existe un juego complejo entre el sujeto y la situación estresante, esta última incluye la magnitud, duración y calidad del episodio estresante (Anguiano & Reynoso, 2000).

Para aportar un poco de claridad el estrés ha sido clasificado en 2 tipos de estrés teniendo en cuenta la magnitud del estímulo y la duración. El primero, el estrés agudo, es

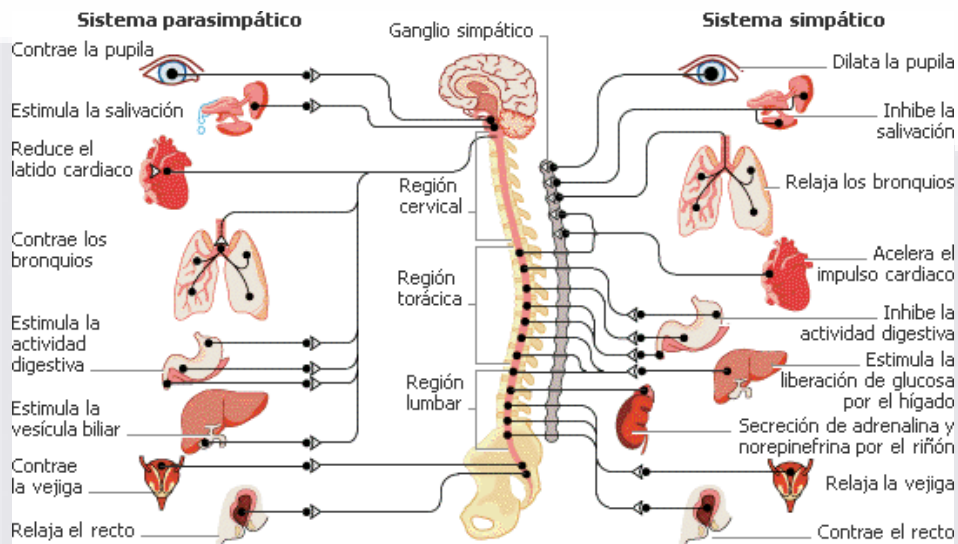
de magnitud alta, el o los estímulos son presentados sólo una vez y son por un periodo corto de tiempo; el segundo, el estrés crónico, es causado por estímulos que son presentados repetidamente y por un periodo prolongado de tiempo, la magnitud puede variar dentro de esta categoría (Lazarus & Folkman, 1991).

Las tareas que se han utilizado para generar estrés en las investigaciones con humanos se pueden clasificar en 3 principales: 1) Estresores por hablar en público en los que se incluye el discurso (exposición de algún tema), entrevistas, asertividad e interacciones familiares. 2) Tareas aritméticas como la suma, resta, multiplicación y división, en los que se puede aumentar la dificultad sincronizando la tarea con los tiempos de reacción. 3) Stroop, videojuegos, películas, tiempos de reacción y resolución de problemas, Dentro de esta última categoría se ha encontrado que dentro de las tareas que se ocupaban videojuegos se encontraban respuestas similares a las que se tiene dentro de una reacción de lucha o huida por el movimiento físico y esto incrementaba la actividad del sistema nervioso simpático ya que el sujeto tiene que realizar una tarea de tipo motor para hacer frente a una situación y por lo tanto hay mayor actividad cardiovascular (Moya-Albiol & Salvador, 2001). Se ha observado que las tareas en ambientes de realidad virtual o videojuegos tienen mayor similitud con las respuestas que se producen en situaciones reales (Bongard, 1995).

#### **1.4 La respuesta fisiológica del estrés.**

Como ya habíamos mencionado anteriormente, los estímulos pueden ser externos o internos, por ello la respuesta de estrés puede iniciar de las señales físicas dadas por la activación de las vías aferentes al tallo cerebral y después a varias estructuras entre ellas el hipotálamo, en caso de que la respuesta sea interna puede iniciar directamente en las estructuras cerebrales como la amígdala y el hipocampo que transmitirán la información indirectamente al hipotálamo (Herman et al., 2003). De aquí en adelante la respuesta sigue la misma vía, el hipotálamo libera una hormona llamada corticotropina (CRH) que viaja por el torrente sanguíneo llegando a las glándulas adrenales, estas glándulas liberan adrenalina, noradrenalina y catecolaminas que activa el eje Simpáto – Adreno- Medular (SAM) que provoca una inhibición del sistema parasimpático (Figura 5). Esta respuesta permite al organismo modificar funciones orgánicas para huir o luchar contra el estímulo, en las cuales encontramos la dilatación de la pupila, que ayuda a tener una visión más amplia del ambiente, inhibe la salivación y estimula las glándulas sudoríparas estas dos

reacciones están conectadas, ya que por una parte ya no se saliva para guardar líquidos para funciones importantes como sudar, esta función es importante ya que ayuda a regular la temperatura del organismo en caso de correr, se relajan los bronquios para poder obtener más volumen de oxígeno y se aumenta el ritmo cardiaco para poder distribuir con más rapidez oxígeno y glucosa a los músculos y a los órganos involucrados.



**Figura 2** Sistemas simpático y parasimpático: Se muestra la actividad simpática y parasimpática y los órganos estimulados por cada sistema, así como la acción del órgano.

Estos cambios físicos someten al organismo a un desgaste de células y energía que el organismo intenta regular activando el eje Hipotálamo-Hipófisis-Adrenal (HPA), liberando corticotrofina y angiotensina vasopresina que estimula la hipófisis y la hipófisis al ser estimulada libera corticotrofina (ACTH) que actúa en la corteza de las glándulas adrenales, lo que induce la liberación de glucocorticoides en su mayoría cortisol (Fink, 2016). Los corticoesteroides llegan a todos los órganos y estos intentan crear una recuperación y adaptación a las consecuencias del estrés, intentan arreglar los daños causados por el estrés (Kloet et al., 2005).

#### 1.4.1 Respuesta galvánica de la piel (GSR) o Electrodermoactividad (EDA)

Una de las respuestas ya mencionadas es la de sudar, la medición de esta respuesta es llamada respuesta galvánica o actividad electro dérmica. Para conocer cuanta actividad tiene la piel, tenemos que conocer los mecanismos principales de las corrientes eléctricas, cuando conectamos un foco tenemos primero una diferencia de potencial (V), un lugar de salida con mayor potencial y un lugar de llegada con menor potencia, estos son los extremos del foco, también hay una corriente eléctrica (I) que se muestra proporcional por todo el circuito conductor, pero lo que hace encender el foco es la resistencia ( $\Omega$ ), entre mayor sea la resistencia, los átomos son comprimidos cada vez más y esta excitación genera energía visible (Martín, 2004). Ahora imaginemos que vamos a la feria y nos encontramos al señor de los “toques toques”, aquí tenemos una diferencia de potencial entre cada tubo de metal, una corriente que va de nuestra mano derecha hacia la izquierda y nosotros somos el circuito conductor, por suerte no ofrecemos tanta resistencia como para brillar, esto es porque nosotros tenemos un alto porcentaje de agua que nos hace más fácil conducir la energía, a ese nivel de conductancia se le llama siemens (S), y en escala más pequeña eso es lo que se detecta en las respuesta galvánica, se monitorea que tanta conductancia posees, entre más sudoración hay, se detecta una mayor cantidad de S y entre menos sudor o humedad haya en la piel, menos S. EDA junto con varios parámetros como ritmo cardíaco, temperatura, respiración y electroencefalografía se han utilizado para observar estados emocionales en el humano y se ha encontrado que la EDA es una medida psicofisiológica con un alto nivel de sensibilidad, es decir, que se ha pensado estrictamente en usarse para estudios netamente psicofisiológicos (Mojica-Londoño, 2017).

### 1.5 Memoria y estrés

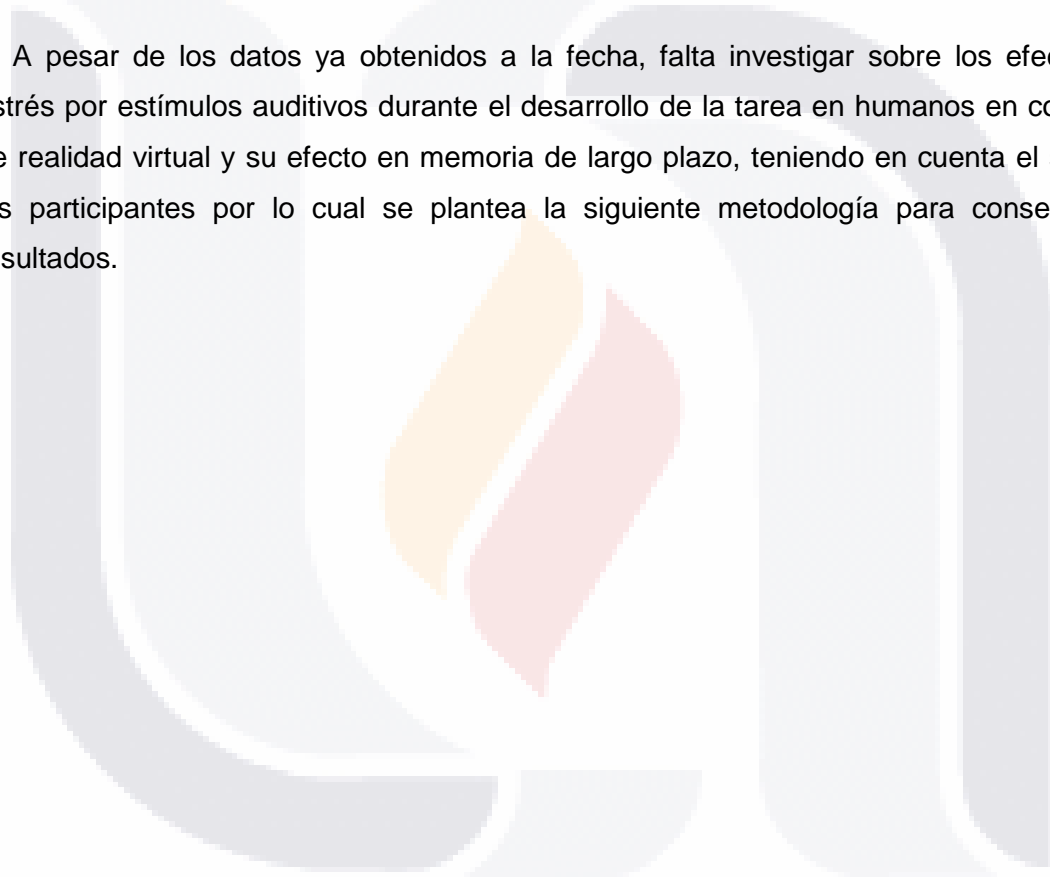
Las investigaciones con humanos y modelos animales han evidenciado que el estrés agudo y los glucocorticoides pueden ejercer efectos facilitadores o perjudiciales en la memoria a largo plazo (Sandi & Pinelo-Nava, 2007). Esta relación entre estrés y memoria ha sido ampliamente estudiada en modelos animales y humanos (Buchanan & Lovallo, 2001; Guenzel, Wolf, & Schwabe, 2014; Prado-Alcalá et al., 2012; Sandi et al., 1997).

Esta relación ha sido estudiada a nivel neuronal demostrando que los glucocorticoides encargados de regular numerosos procesos basales como el metabolismo, presión arterial, glucosa, inflamación e inmunidad, por lo tanto, ayuda al organismo a ajustarse a los desafíos ambientales (Staufenbiel, Penninx, Spijker, Elzinga, & Rossuma, 2013) también están relacionados como factores reguladores en la consolidación de la memoria y se han demostrado que eventos aversivos para el sujeto crean modificaciones neuronales (plasticidad cerebral) que promueven la consolidación de la memoria. Inicialmente se observó que en modelos animales los glucocorticoides que son liberados en pequeñas cantidades en un periodo corto facilita la memoria (Akirav et al., 2004), pero en cantidades constantes o diarias de cortisol los cambios neuronales impiden la consolidación de la memoria (Kuhlmann, Piel, & Wolf, 2005; McLay, Freeman, & Zadina, 1998; Roozendaal, McEwen, & Chattarji, 2009; Sapolsky, 1996). En otras palabras, el estrés agudo facilita la memoria y el estrés crónico impide la memoria. Pero no solamente existe esta contraposición entre estrés agudo y crónico, también se ha observado diferencias relacionadas con el tiempo, si un sujeto es expuesto a un estímulo estresante agudo antes de la tarea este impide la formación de la memoria, pero si es expuesto al estímulo estresante durante la ejecución de la tarea facilita la consolidación de la memoria (Guenzel, Wolf, & Schwabe, 2014; Guenzel, Wolf, & Schwabe, 2014; Shors & Dryver, 1992).

Existen resultados contrarios que se plantean dentro del estudio de la memoria relacionada al estrés cuando es comparado entre hombres y mujeres, ya que se ha demostrado que en diversos estudios el desempeño entre hombres y mujeres es desigual, en hombres se puede observar que su desempeño en juegos que requieren espacialidad es mejor comparado al de las mujeres, en experimentos que se utilizó una tarea virtual similar a la que se va a usar, se observó el mismo fenómeno en el cual se observaron que

había diferencias significativas entre hombres y mujeres, mostrando que los hombres tenían un mejor desempeño en la tarea (Guenzel, Wolf, & Schwabe, 2014). Otros estudios que abordan esta relación entre memoria espacial y estrés han encontrado que el fenómeno se sigue replicando en ratas en las cuales encontraron diferencias en el desempeño de la tarea en memoria espacial de corto plazo y este es distinto por varios factores entre ellos el tipo de estrés que es administrado y el sexo, a su vez han encontrado que estas diferencias se ven relacionadas a un aspecto hormonal (R. Bowman, Beck, & Victoria N Luine, 2003).

A pesar de los datos ya obtenidos a la fecha, falta investigar sobre los efectos del estrés por estímulos auditivos durante el desarrollo de la tarea en humanos en contextos de realidad virtual y su efecto en memoria de largo plazo, teniendo en cuenta el sexo de los participantes por lo cual se plantea la siguiente metodología para conseguir los resultados.



## 2 Método

### 2.1 Pregunta

¿Cuál es el efecto en la memoria espacial de largo plazo al ser expuesta ante un estímulo auditivo estresante durante la adquisición?

### 2.2 Hipótesis

Los participantes que sean expuestos al estímulo auditivo estresante recordarán con mayor facilidad la serie de indicaciones cinco días después de la adquisición.

### 2.3 Objetivos

#### 2.3.1 Objetivo general

Conocer el efecto de un estímulo auditivo estresante durante la tarea en la memoria espacial de largo plazo

#### 2.3.2 Objetivos específicos

- Implementar un laberinto con un nivel de dificultad alto para observar diferencias entre grupos con estrés y sin estrés.
- Determinar el patrón de respuestas galvánica al exponer a los participantes al laberinto con estímulos estresantes y sin estímulos estresantes.
- Determinar el tiempo, desplazamiento, velocidad y accesos promedio de los participantes en los primeros tres ensayos del laberinto con estímulos estresantes y sin estímulos estresantes
- Determinar el tiempo, desplazamiento, velocidad y accesos promedio de los participantes cinco días después en el laberinto con estímulos estresantes y sin estímulos estresantes.

### 2.4 Participantes

Los participantes fueron 31 jóvenes universitarios, de los cuales hubo muerte experimental de dos y otros dos fueron excluidos por no cumplir con las condiciones experimentales de grupo, lo que finalmente quedó un grupo de 27 sujetos.

Se dividieron en dos grupos; grupo experimental (n=13) y el grupo control (n=14).



Grupos	Prueba 5 días después
Grupo sin estrés o control	Grupo control (n=14)
Grupo con estrés o experimental	Grupo experimental (n=13)

Criterios de inclusión: Jóvenes entre los 19 – 27 años, sin experiencia previa en la tarea y sanos.

Criterios de exclusión: Participantes que no hayan aprendido la tarea, y en caso del grupo control, que muestren respuestas fisiológicas de estrés ante la tarea y viceversa a los sujetos del grupo experimental que no muestren una respuesta fisiológica de estrés ante la tarea. Problemas visuales o auditivos sin corrección y sujetos bajo efectos de droga o alcohol recientes.

## 2.5 Materiales

Durante la investigación se utilizaron dos computadoras, una en la cual estaba instalado el laberinto con sus audífonos para proporcionar sonido al laberinto y la segunda computadora en la cual estaba instalado el programa Biopac, y los sensores que requirieron gel conductor para facilitar la transmisión de impulsos eléctricos, el transductor de señales que traduce los impulsos eléctricos a datos cuantificables de amplitud y duración de honda, también se necesitó una resistencia de 200 kOhm la cual se utilizaba al inicio de cada sesión para calibrar los sensores. Los sonidos utilizados durante la prueba se dividieron según el grupo, el grupo control fue expuesto a “sonidos de museo”, y para el grupo experimental se editaron un grupo de “sonidos estresantes” (Kumar, von Kriegstein, Friston, & Griffiths, 2012).

### 2.5.1 Programa MazeSuite 2.7 (Ayaz, Allen, Platek, & Onaral, 2008).

El programa está instalado en una computadora personal ACER BYOC Intel (R) Core™ i35005U, con cámara frontal. El programa se subdivide en 3 programas:

Makemaker: Programa utilizado para crear los laberintos 3D, en el cual se puede diseñar un laberinto único o descargar un laberinto prediseñado.

Makewalker: Es el laberinto visible, el sujeto observa desde una perspectiva de primera persona, se puede desplazar con el teclado, el mousepad o se puede instalar una interfaz para señales eléctricas. Puede tener un sitio de entrada y salida si así se desea.

Mazeanalyzer: Este último programa se utiliza para el análisis y recolección de los datos de tiempo, desplazamiento, entradas, salidas, regresos, tiempo sin movilidad, velocidad, si voltearon para observar, entre otras. Los datos pueden ser divididos por temporalidad o por áreas marcadas dentro de los laberintos.

**2.5.2 Biopac Systems, Inc.**

Otra computadora de escritorio con el software de adquisición AcqKnowledge®, conectada al equipo Biopac student lab, con sensores para estudio de respuesta electrodermal (EDA, electrodermal activity). Con unidad de adquisición GSR (EDA100C) de Biopac® con 4 canales de entrada, frecuencias de corte pasa bajas (LP), pasa altas (HP), ganancias (GAIN) (Tabla 1).

GSR	
GAIN	5µS/V
LP	10Hz
HP-0.5Hz	DC
HP-0.05Hz	DC

**Tabla 1 Medidas utilizadas en Biopac:** son las medidas específicas que se utilizaron durante la experimentación, con un tiempo de ganancia de 5 µS/V, un corte pasa baja de 10 Hz, y pasa altas de 0.5 Hz.

**2.6 Diseño experimental**

Situación	0	A	B	5 días	D
Etapas del	Consentimiento	Exploración	Adquisición	Tiempo de	Retención

experimento				espera	
Definición	Horarios Privacidad de datos.	Laberinto A Línea base Distinto orden de objetos.	Laberinto B: 3 ensayos. Grupos con y sin estrés.		Laberinto sin sonido

**Tabla 2 Esquema gráfico de la experimentación.** Se presenta un breve resumen gráfico sobre los tiempos y tipo de procedimiento utilizado.

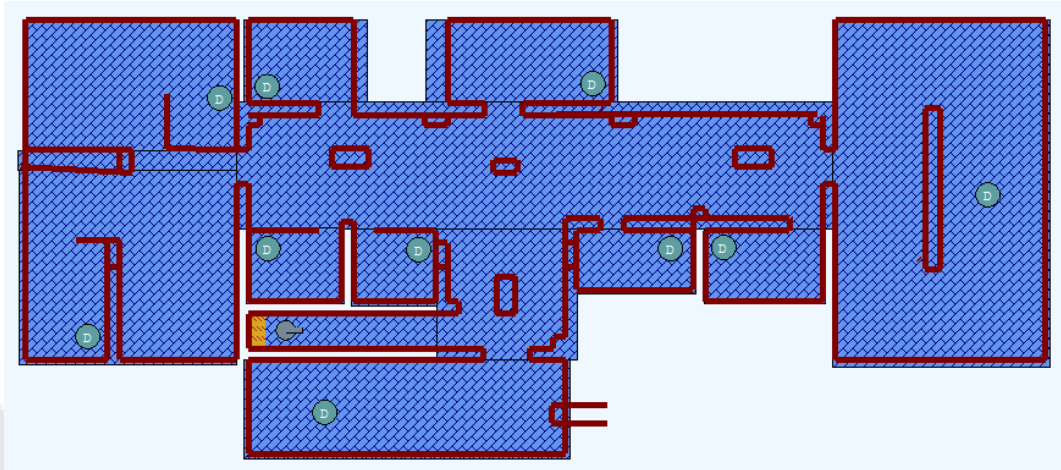
**2.6.1 Consentimiento y cuestionario**

Al inicio de la fase se informa a los participantes sobre el manejo y la privacidad de los datos proporcionados a la investigación (datos personales), así como el tratamiento de los resultados de la tarea. Y se le explica las instrucciones del juego y el uso de las teclas (Anexo 2). Se le explican los horarios y la siguiente fecha en la que tiene que venir (5 días después) y las condiciones de su incentivo (boleto de cine). El boleto se entrega hasta la última sesión.

También se hizo un cuestionario para saber el estado general de los sujetos y conocer aspectos como edad, sexo, habitualidad con videojuegos y problemas visuales (Anexo3).

**2.6.2 Exploración**

Durante esta etapa el participante es expuesto al primer laberinto (Figura 3), la duración máxima es de 6 minutos para aprender a desplazarse por el laberinto, y tiene un primer contacto con los objetos que posteriormente buscará. La instrucción que se les dice es: “Ahora empezará el primer laberinto, dentro hay 10 cuartos cada uno con un objeto distinto, si tienes alguna duda con la forma del objeto, puedes preguntar para aclararlo, el desplazamiento se hace con las flechas del teclado”. En esta etapa los participantes no se exponen a las condiciones experimentales.



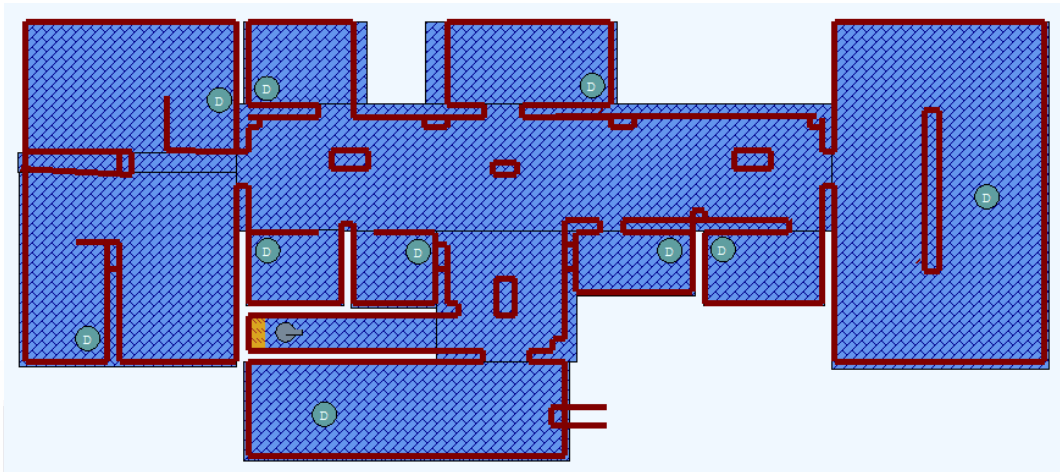
**Figura 3 Laberinto A:** Screenshot del laberinto de exploración, los círculos azules señalan los objetos localizados en orden contrario a los otros laberintos existentes, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo.

### 2.6.3 Adquisición

Durante esta etapa los sujetos son divididos por al grupo al que pertenecen (control o experimental) con una elección de papeles que decían LB (laberinto b) o LC (laberinto c), se les daba la indicación: “Ahora estarás dentro del mismo laberinto, pero los objetos fueron cambiados y tendrás que encontrar estos objetos (había una lista de los objetos a encontrar a un lado) en orden y al terminar ir a la salida”. En esta etapa los sujetos fueron conectados a los electrodos para medir su respuesta galvánica, y se les colocaban los audífonos. Al momento de colocar los electrodos se les explicaba “estos son electrodos para medir tu respuesta galvánica, no te darán choques y no producen dolor”, se les preguntaba la mano con la que escriben y se les pedía la contraria para conectar los electrodos.

Se iniciaban las mediciones de respuesta galvánica y la sesión al mismo tiempo, y se terminaban al mismo tiempo.

Esta etapa consistía en 3 ensayos, con la misma indicación y el mismo orden de palabras. Cada ensayo tenía una duración máxima de 6 minutos.

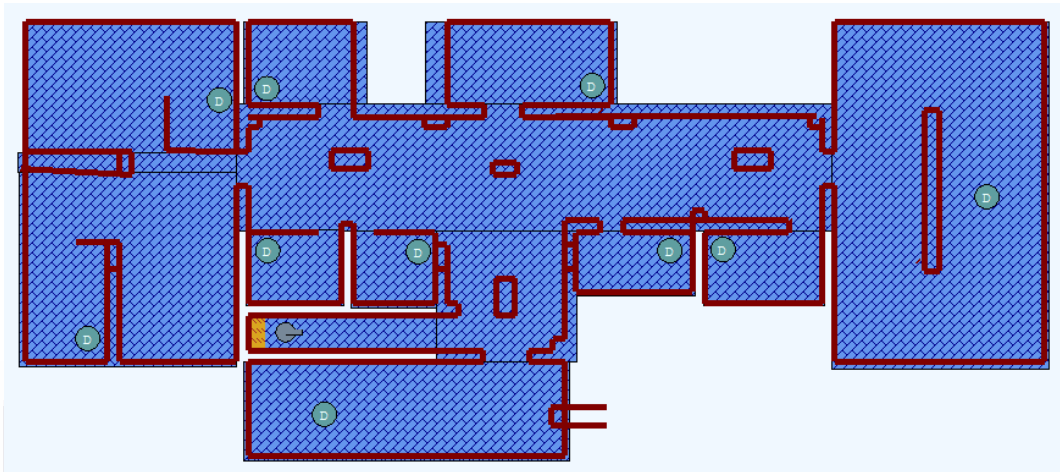


**Figura 4 Laberinto B y laberinto C:** Screenshot del laberinto de adquisición, los círculos azules señalan los objetos localizados en orden, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo.

#### 2.6.4 Retención

La tarea de retención se hizo cinco días después de la adquisición, se expuso al participante al Laberinto B, con audífonos sin sonido. La indicación era la misma que en la etapa de adquisición, y el orden de los objetos eran los mismos.

Algunos de los participantes tuvieron dudas acerca de los sonidos, el laberinto y la respuesta galvánica, se les pidió que esperaran hasta esta fase de la investigación para resolver las dudas que pudieran tener sobre el experimento.



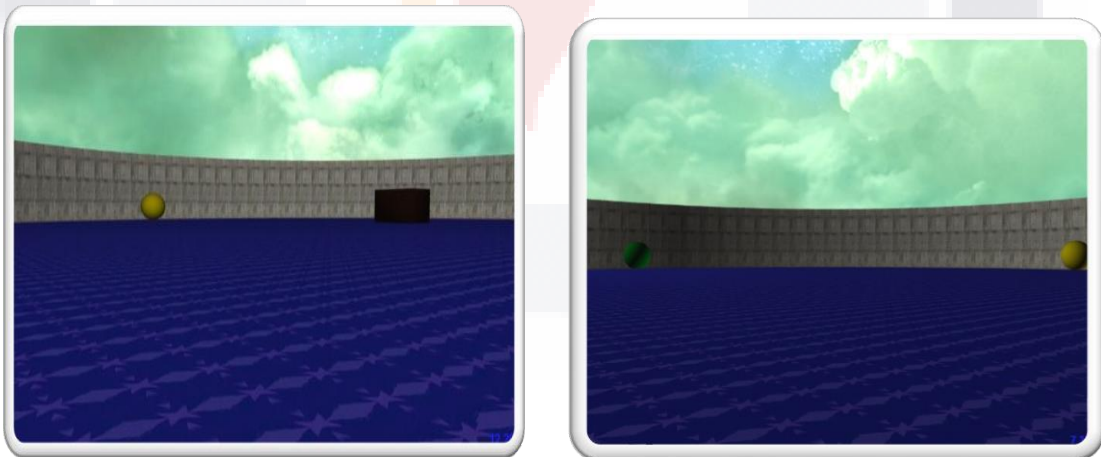
**Figura 5 Laberinto de prueba:** Screenshot del laberinto de prueba, los círculos azules son donde se encuentran los objetos localizados en orden, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida, los límites y muros están marcados en rojo.

## 2.7 Resultados de los primeros pilotajes

### 2.7.1 Primer pilotaje Laberinto de Morris

El primer pilotaje consistió en comprobar el desempeño de los sujetos en el laberinto de agua de Morris sin estímulos estresantes. Para esta etapa se utilizaron las mismas etapas del diseño experimental con las siguientes excepciones. Durante el entrenamiento el participante aprendía a “nadar” usando el laberinto con plataforma (60 s), la plataforma era visible para el sujeto. En la etapa de entrenamiento, el participante tenía 8 ensayos de 60 s, para llegar a la plataforma que no era visible “estaba por debajo del agua” y no estaba en el mismo lugar, el juego termina al momento que encuentra la plataforma. Y en la retención 72 horas después, se usó el laberinto sin plataforma, el juego termina transcurridos 60 s, aunque el participante no sabe que la plataforma ya no está.

El primer laberinto fue una piscina virtual que se muestra desde una perspectiva en primera persona, tiene cuatro claves de ubicación en forma de esferas una amarilla, otra verde, otra roja y una naranja. Son tres laberintos un laberinto con plataforma, uno con plataforma no visible y uno sin plataforma. El desplazamiento a través del laberinto se hace con el uso de teclas.



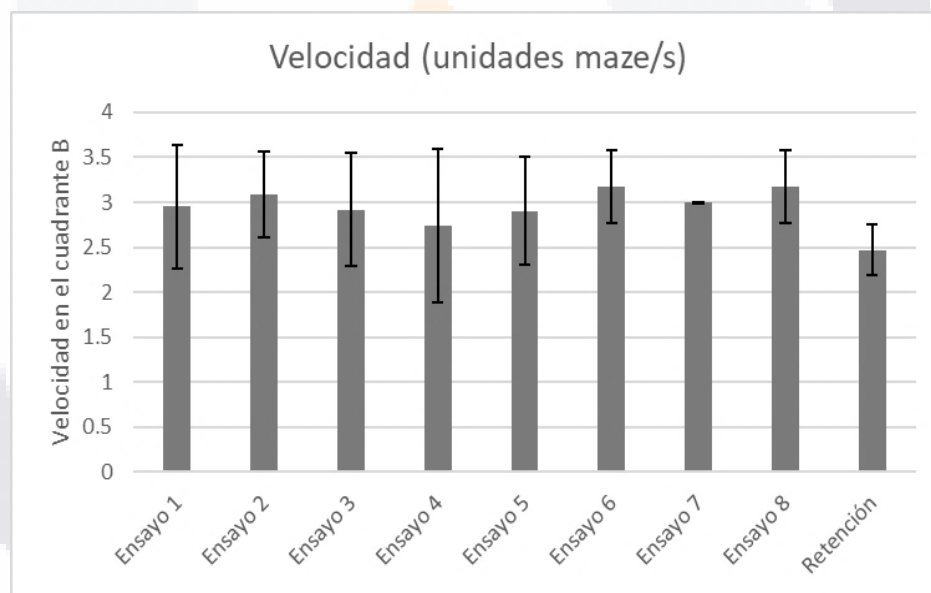
**Figura 6** Screenshot del laberinto 3D: a) se muestra una parte del laberinto con plataforma y una clave espacial amarilla, b) se muestra una parte de del laberinto sin plataforma con dos claves ambientales, esfera amarilla y esfera verde.

Los datos obtenidos en esta prueba fueron los siguientes: desplazamiento, tiempo, probabilidad de accesos y velocidad. Fueron obtenidos automáticamente por el programa

Mazeanalyzer, en unidades del programa. El laberinto se dividió en cuatro cuadrantes para su estudio, y se graficaron los datos del cuadrante B, que es donde se ubicaba la plataforma.

Para el análisis de los datos se realizó con una prueba ANOVA de un factor entre los 8 ensayos de entrenamiento y la prueba de retención para la velocidad de los sujetos medida en unidades mazesuite/segundos (Gráfica1).

De acuerdo con los análisis estadísticos no se observaron diferencias significativas en la velocidad durante los 8 ensayos y la prueba de retención  $F(8,36) = 0.857, p > 0.5$  ( $n=5$ ). Lo que muestra una velocidad homogénea entre los participantes que sirvió como base para la comparación de las variables de tiempo y desplazamiento, ya que las diferencias en estas variables no se deben a un desplazamiento más lento o más rápido.

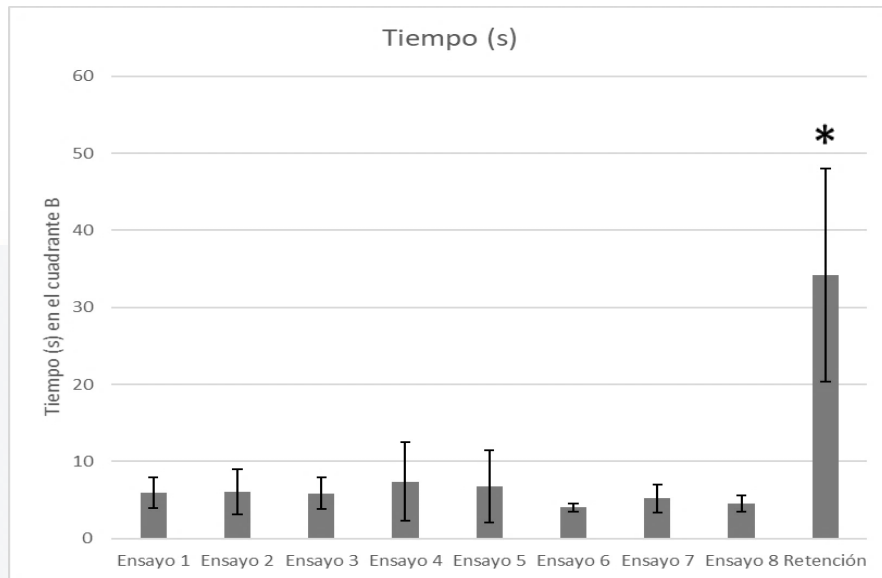


**Gráfica 1 .Velocidad de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención, no hubo diferencias significativas entre la velocidad de los participantes.**

En la variable de tiempo igualmente se realizó con una prueba ANOVA de un factor y posteriormente una prueba Tukey como prueba Post Hoc entre los 8 ensayos de entrenamiento y la prueba de retención.

De acuerdo con los análisis estadísticos se observaron diferencias significativas en el grupo de retención  $F(8,36) = 15.75, p \leq 0.01$  (Gráfica2).

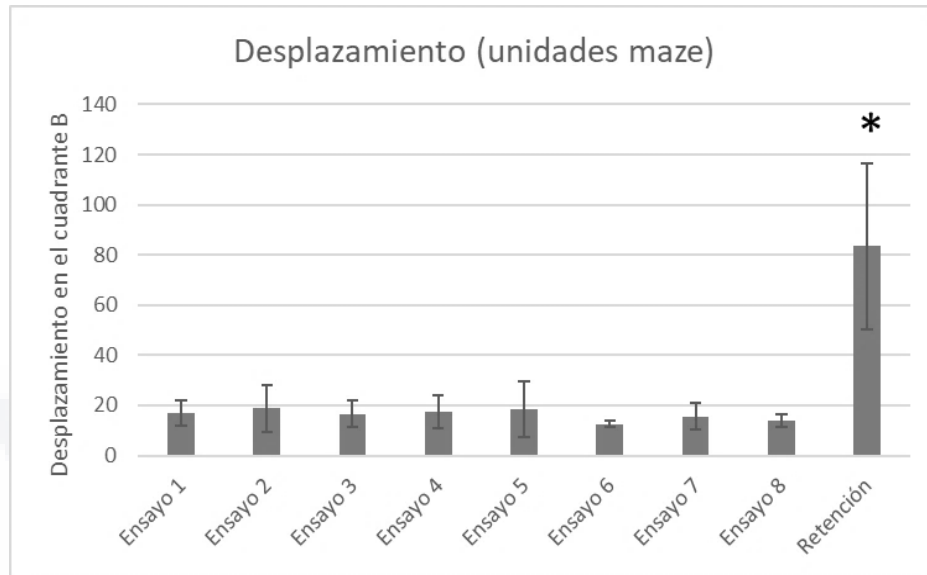




**Gráfica 2 Tiempo en segundos de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención \*  $p \leq 0.01$ .**

En la variable de desplazamiento igualmente se realizó con una prueba ANOVA de un factor y posteriormente una prueba Tukey como prueba Post Hoc entre los 8 ensayos de entrenamiento y la prueba de retención.

De acuerdo con los análisis estadísticos se observaron diferencias significativas en el grupo de retención  $F(8,36) = 15.02, p \leq 0.01$  (Gráfica3).



Gráfica 3 Desplazamiento de los participantes en el cuadrante B: Se graficaron los 8 ensayos de entrenamiento y la retención. \*  $p \leq 0.01$

### 2.7.2 Pilotaje 2 Laberinto con cuartos

De acuerdo con los resultados obtenidos en el primer pilotaje en el laberinto de Morris, éste se descartó debido a que sería poco sensible a mostrar los efectos causados por el estrés, ya que la tarea es muy sencilla. Por esa razón se empleó otro tipo de laberinto (Figura 7).

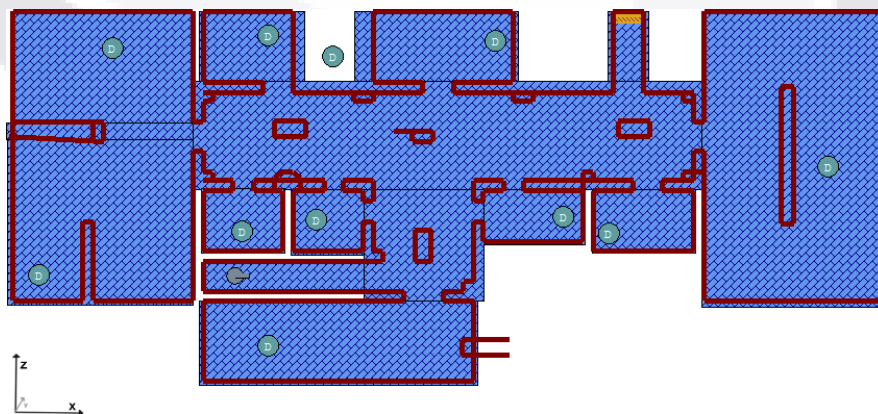
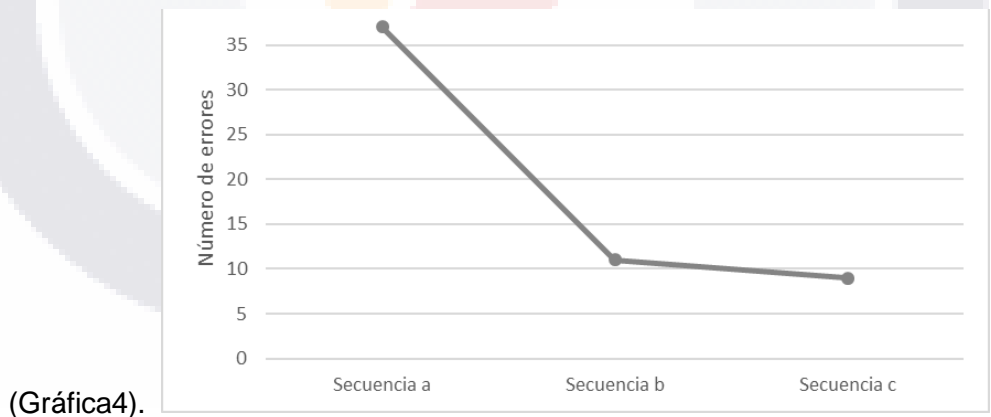


Figura 7 Screenshot de los planos (2D) del laberinto: los círculos azules son donde se encuentran los objetos, el círculo gris con un cuadro es la sección de inicio, el cuadrado naranja es la salida y los límites y muros están marcados en rojo.

Los primeros resultados obtenidos fueron para conocer los tiempos del juego, es decir en cuánto tiempo es normal que un sujeto recorra el laberinto y recoja los 10 objetos, cuál es el desplazamiento promedio de los sujetos en esta prueba y conocer si identifican todos los objetos, o existe alguno que se confunda o presente dificultad. En un pilotaje de 5 sujetos a los cuales se les pidió que exploraran el laberinto se les midió el tiempo, el desplazamiento y la velocidad en la que ejecutaron la tarea sin límite de tiempo.

Los resultados fueron los siguientes (n=5), el tiempo promedio durante la etapa de entrenamiento de la prueba fue de 32 segundos. el desplazamiento promedio durante la etapa de entrenamiento de la prueba fue de 53 unidades mazesuite y la velocidad promedio durante la etapa de entrenamiento de la prueba fue de 1.7 unidades mazesuite/segundo. La velocidad promedio en el laberinto de agua y este laberinto varía de 1.7 a 3 unidades mazesuite/segundo.

Durante esta etapa se cuantificaron los errores cometidos por el sujeto, cada vez que el sujeto entraba en contacto con un objeto que no se le pedía, se marcó como un error. Esta prueba se hizo para contabilizar el número de secuencias necesarias para aprender la tarea. Se encontró que en la tercera secuencia el sujeto cometía menos errores



**Gráfica 4** Número de errores cometido por los sujetos durante la prueba de entrenamiento. Se graficaron 3 ensayos de entrenamiento.

En el segundo pilotaje se observó un incremento en la dificultad de la tarea, pero se detectaron errores dentro del procedimiento, entre ellos el tiempo límite para realizar la tarea, las instrucciones usadas, la disparidad de estímulos dentro de la tarea entre la etapa de exploración y los ensayos, el estímulo auditivo es tardío para lo que se quiere comprobar y el lugar de la salida afectaba la exploración de todos los objetos, por lo que se recomendó rediseñar el laberinto con un único lugar de salida y entrada, un laberinto con diferente orden de las piezas para la fase de exploración y los ensayos, aclaración sobre el orden de “captura” de los objetos y separar el tiempo que existe entre los ensayos y las pruebas.

### **3 Resultados**

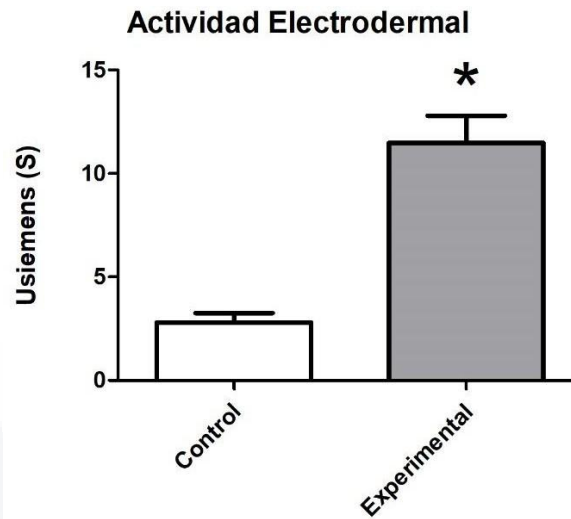
#### **3.1 Actividad electrodérmica (EDA) o Respuesta Galvánica**

Antes de analizar los valores que se obtuvieron, se hizo un procesamiento digital a las señales para eliminar ruido debido a interferencias ambientales y movimientos involuntarios. Las mediciones fueron capturadas en siemens (S) que es la unidad de conductividad, y se hicieron en cada ensayo de la fase de adquisición y al final se promediaron los 3 ensayos (Tabla 2). Aquellos sujetos del grupo control que obtuvieron una respuesta galvánica mayor a 5 S fueron sacados de la muestra control y aquellos sujetos del grupo experimental que obtuvieron valores menores de 5 S fueron sacados de la muestra. Para el análisis estadístico y gráficas de los datos del experimento final se utilizó el programa GraphPadPrism®.

Control		Experimental	
Sujeto	Promedio	Sujeto	Promedio
s4	4.53	s9	19.37
s5	1.23	s17	10.43
s11	0.70	s22	6.77
s16	4.43	s23	18.80
s18	1.03	s25	7.97
s20	2.00	s26	12.29
s21	1.00	s1	6.57
s7	1.87	s2	14.27
s8	4.84	s3	7.20
s12	3.30	s6	14.47
s19	5.00	s14	14.00
s24	4.77	s28	8.03
s29	2.07	s30	12.07
s31	2.34		

**Tabla 3 Promedio de respuesta galvánica o EDA (S).** Se muestran dos columnas que con el número de sujeto y su promedio en (S).

Cuando se excluyeron los sujetos se realizó una prueba t de student para muestras independientes. Conforme a lo obtenido por la prueba T ( $t [8.20] = 6.47$ ;  $p = 0.0001$ ) entre grupo control ( $DS=1.65$ ,  $ES=0.440$ ,  $N=14$ ) y el grupo experimental ( $DS=4.72$ ,  $ES=1.31$ ,  $N=13$ ) se observaron diferencias estadísticamente significativas en la respuesta de actividad electro dermal entre el grupo control con menor actividad y el grupo experimental, con mayor actividad electrodermal (Gráfica 5).



**Gráfica 5 Actividad electrodermal:** Actividad electrodermal entre grupo control y grupo experimental \*  $p > 0.01$ , las barras que se muestran son de error estándar.

### 3.2 Resultados del laberinto

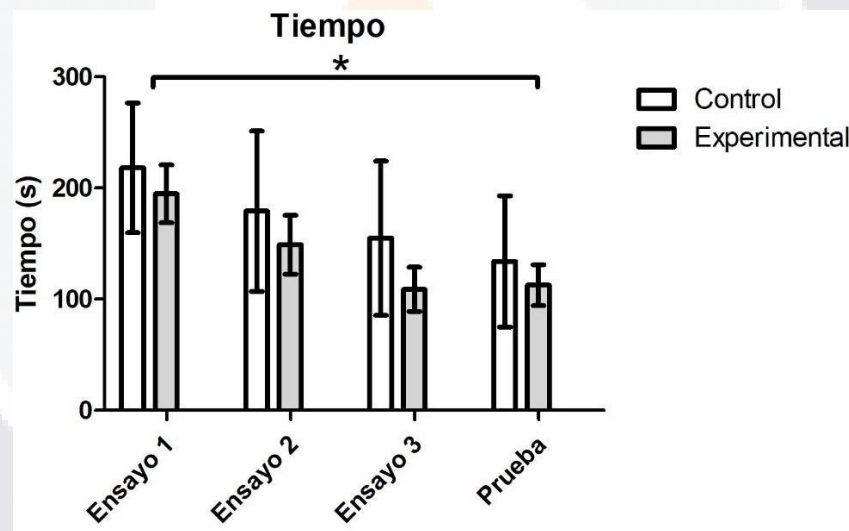
El análisis del laberinto se obtuvo a través del programa Maze Analyzer lo que permitió transformar los datos de tiempo (s), desplazamiento (unidades Maze), Velocidad (s/unidades Maze) y Número de Errores de la adquisición (control y experimental) y la prueba de retención. Para el análisis estadístico se hizo un análisis factorial 2x2x4 de ANOVA Two-way con el programa SPSS para observar si existían diferencias estadísticas entre los grupos y posteriormente se hizo una prueba post test Tukey para analizar diferencias por grupos control (n=14) y experimental (n=13), finalmente los datos fueron graficados con el programa GraphPad Prism 5.

El análisis de varianza ANOVA factorial efectuó una comparación entre sujetos que fueron sometidos a condiciones auditivas estresantes y sujetos que no fueron sometidos a estas condiciones (control) y se observó la interacción que estas tienen con su desempeño en 3 ensayos de entrenamiento y la prueba de retención posteriormente se hizo una comparación entre control y experimental separados por el sexo del participante.

### 3.2.1 Control y experimental

#### 3.2.1.1 Tiempo en concluir la tarea

Para evaluar la influencia de los estímulos auditivos estresantes y los estímulos con bajo nivel de estrés en la memoria una de las variables a medir fue el tiempo de los sujetos en concluir la tarea. Se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.005$ ) en el tiempo del grupo control ( $n=14$ ) comparado contra el grupo experimental ( $n=13$ ) durante los tres ensayos de adquisición y la prueba de retención. Sin embargo, si se encontraron diferencias al comparar los valores del tiempo entre el primer ensayo y la prueba de retención del grupo experimental, incluso se observa una tendencia a disminuir el valor del tiempo en el grupo experimental (Gráfica 6).

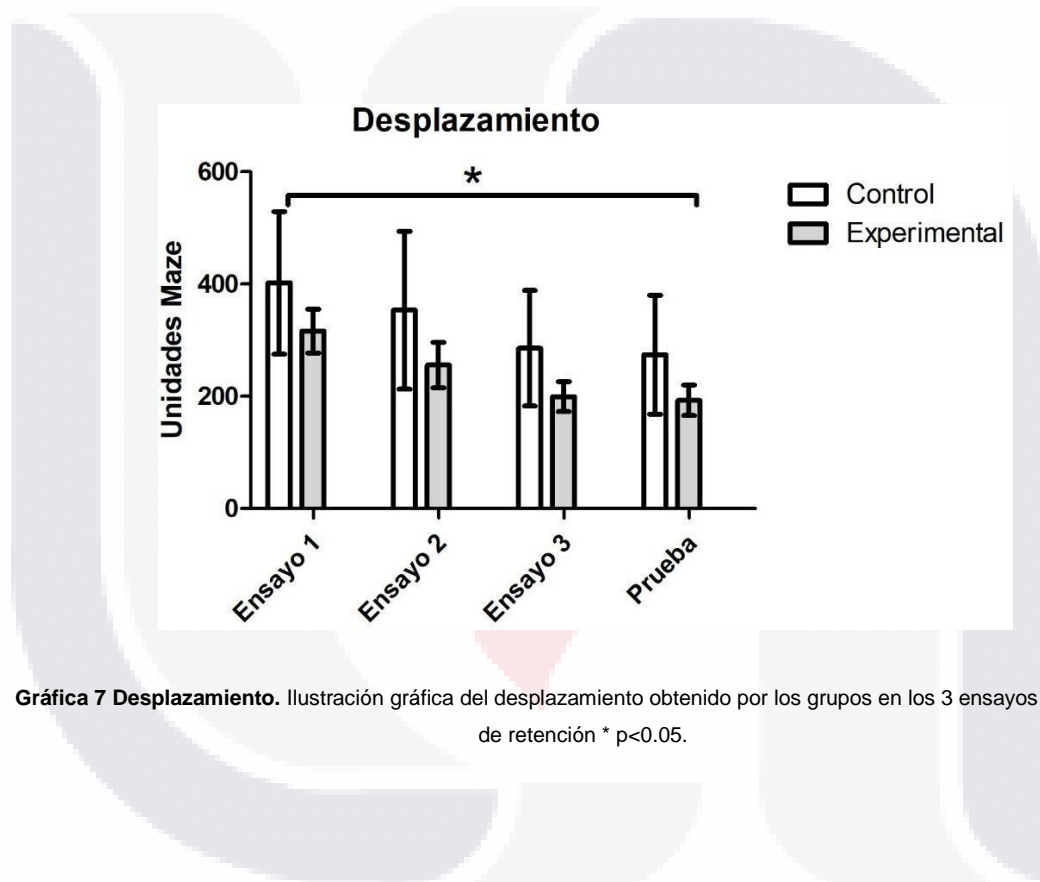


**Gráfica 6 Tiempo en concluir la tarea.** Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$ .

#### 3.2.1.2 Desplazamiento en el laberinto virtual

El desplazamiento realizado por los sujetos fue medido en unidades Maze, unidades propias del programa, entre mayor desplazamiento realizaban los sujetos nos refiere a

mas vueltas y giros que dieron los sujetos para encontradas las claves necesarias. Los resultados obtenidos en esta variable no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (n=14) comparado contra el grupo experimental (n=13) durante los 3 ensayos y la prueba de retención  $p>0.05$ . Al igual que en la variable de tiempo las diferencias se encontraron al comparar el primer ensayo y la prueba de retención del grupo experimental  $p<0.05$  (Gráfica 7) mostrando un menor desplazamiento en la prueba de retención del grupo expuesto al estímulo estresante.

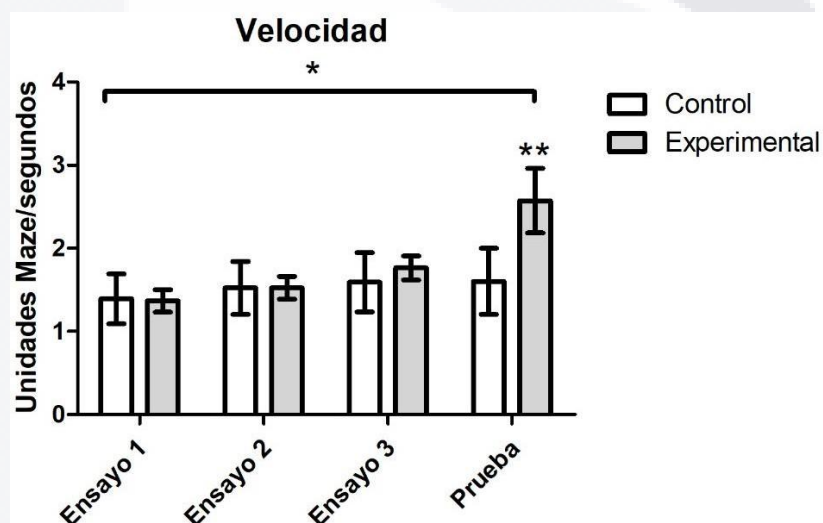


Gráfica 7 Desplazamiento. Ilustración gráfica del desplazamiento obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p<0.05$ .



### 3.2.1.3 Velocidad del desplazamiento

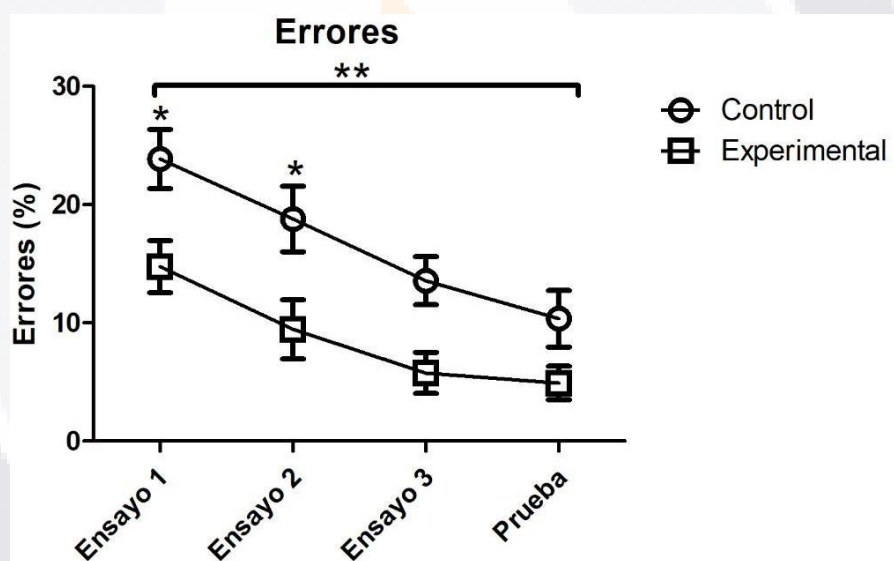
La velocidad es el resultado de las unidades Maze sobre el tiempo, es decir, los segundos que tardaron los sujetos en concluir la tarea. En la variable de velocidad no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (n=14) comparado contra el grupo experimental (n=13) durante los primeros 3 ensayos  $p > 0.05$ . Las diferencias se observaron al en la prueba de retención entre el grupo control y el experimental  $p < 0.05$  encontrando una velocidad mayor en el grupo experimental, también se observaron diferencias significativas al comparar los primeros 3 con la prueba de retención  $p < 0.05$  (Gráfica 8).



**Gráfica 8 Velocidad.** Ilustración gráfica de la velocidad obtenida por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.001$

### 3.2.1.4 Errores

Los resultados obtenidos en la variable de errores, se encontraron diferencias significativas entre el grupo control (n=14) y experimental (n=13) en el primer y segundo ensayo  $p < 0.05$ , encontrando un mayor número de errores en el grupo control, a diferencia del tercer ensayo y la prueba de retención en las cuales no se observaron diferencias significativas  $p < 0.05$ . Al igual que en las demás variables, también se encontraron diferencias significativas entre el primer ensayo y la prueba de retención  $p < 0.05$ , encontrando un menor número de errores en la prueba de retención.



**Gráfica 9 Errores.** Ilustración gráfica de los errores obtenidos por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.001$

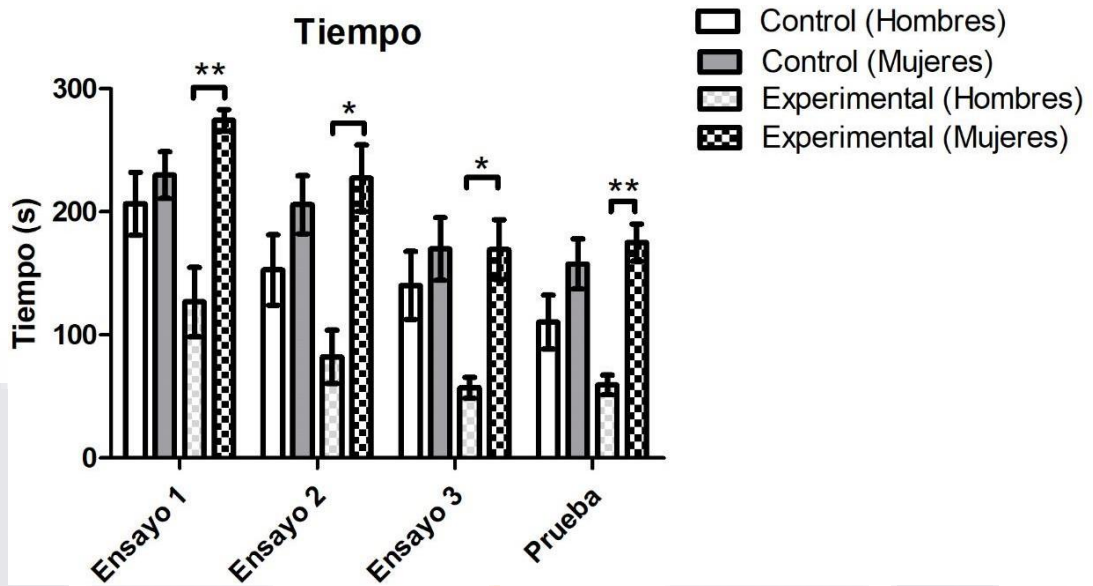
Como ya se ha mencionado se encontraron diferencias estadísticas con la prueba ANOVA así que se procedió a un análisis de comparación múltiple utilizando una prueba Tukey para comparar las medias de los grupos control de hombres, control de mujeres,

experimental de hombres y experimental de mujeres por ensayo, utilizando un nivel de significancia menor o igual al 0.05.

### **3.2.2 Separación por sexo**

#### **3.2.2.1 Tiempo por sexo**

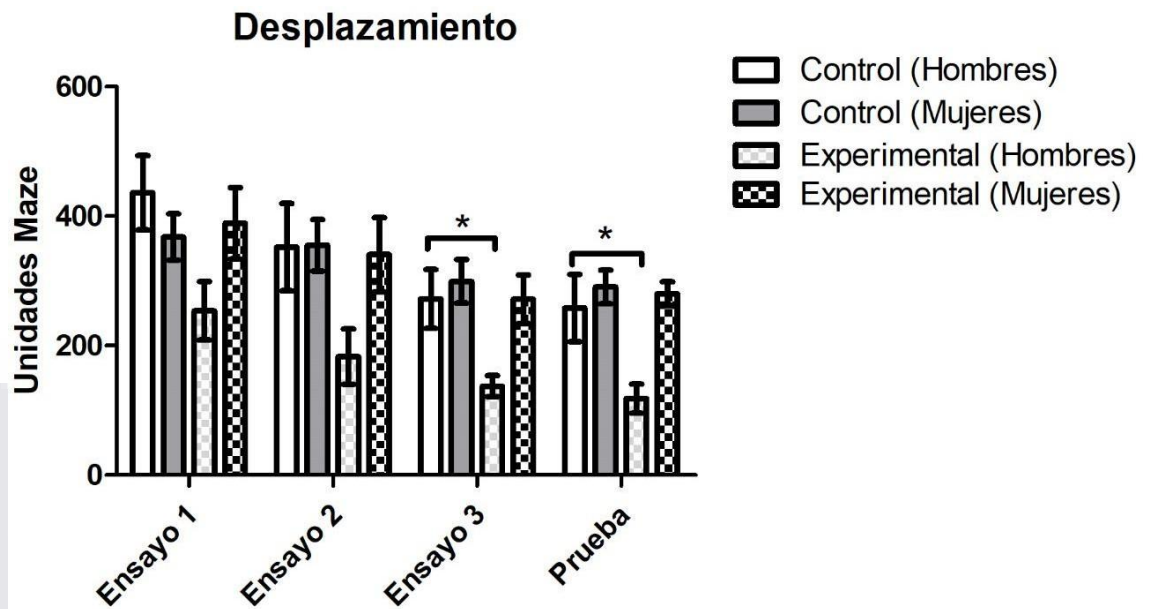
En la variable de tiempo se encontraron diferencias en el primer ensayo entre hombres y mujeres del grupo experimental  $p < 0.002$ . En el segundo ensayo hubo diferencias significativas entre el grupo experimental de mujeres y el grupo experimental de hombres  $p < 0.004$ . En el tercer ensayo se encontraron diferencias significativas en el grupo experimental hombres y el grupo experimental de mujeres  $p < 0.013$ . En la prueba final los grupos se comportaron de manera similar a los 3 ensayos, hubo diferencias significativas en el grupo de experimental de mujeres y experimental hombres  $p < 0.002$ . Durante los 3 ensayos y la prueba de retención no se mostraron diferencias significativas en los grupos control entre hombres y mujeres, igualmente no se vieron diferencias significativas entre el grupo experimental de hombres y el control de hombres, ni diferencias entre el grupo experimental de mujeres y el control de mujeres (Grafica 7).



**Gráfica 10 Tiempo.** Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$  \*\* $p < 0.005$ .

### 3.2.2.2 Desplazamiento por sexo

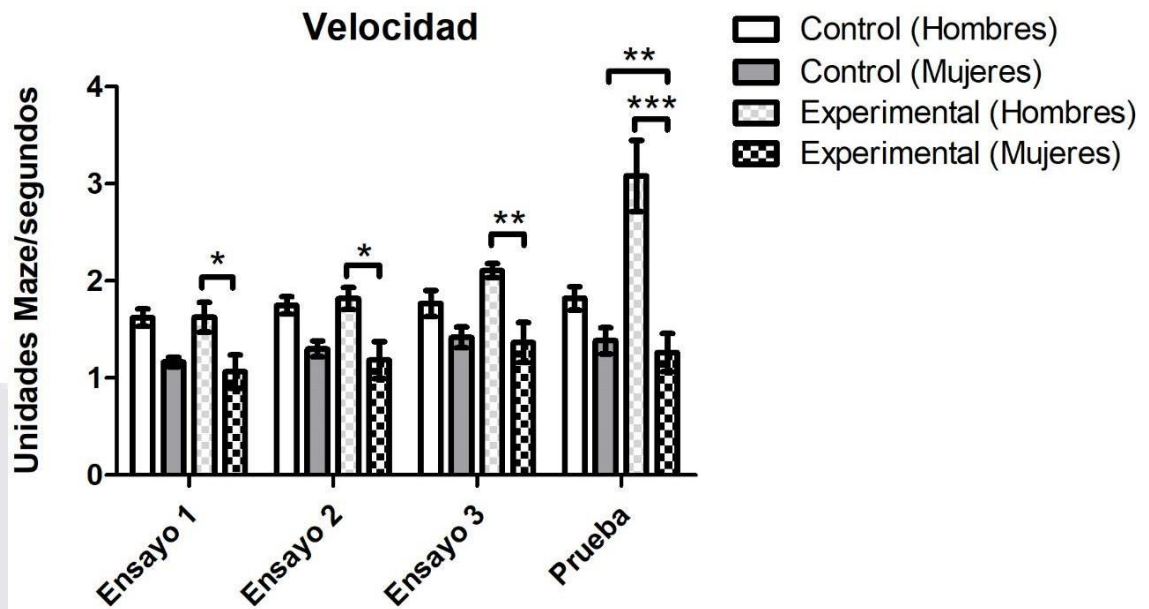
El desplazamiento de los participantes en el primer y segundo ensayo no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre la comparación de los grupos controles con los experimentales en hombres y mujeres. En el tercer ensayo se encontraron diferencias significativas entre el grupo control de hombres y el grupo experimental de hombres  $p < 0.049$ . Y en la prueba final hubo diferencias significativas entre el grupo control de hombres y el grupo experimental de hombres  $p < 0.030$  y el grupo experimental de mujeres y grupo experimental de hombres  $p < 0.15$  (Grafica 8).



**Gráfica 11 Velocidad.** Ilustración gráfica la velocidad obtenida por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  $p < 0.05$ .

### 3.2.2.3 Velocidad por sexo

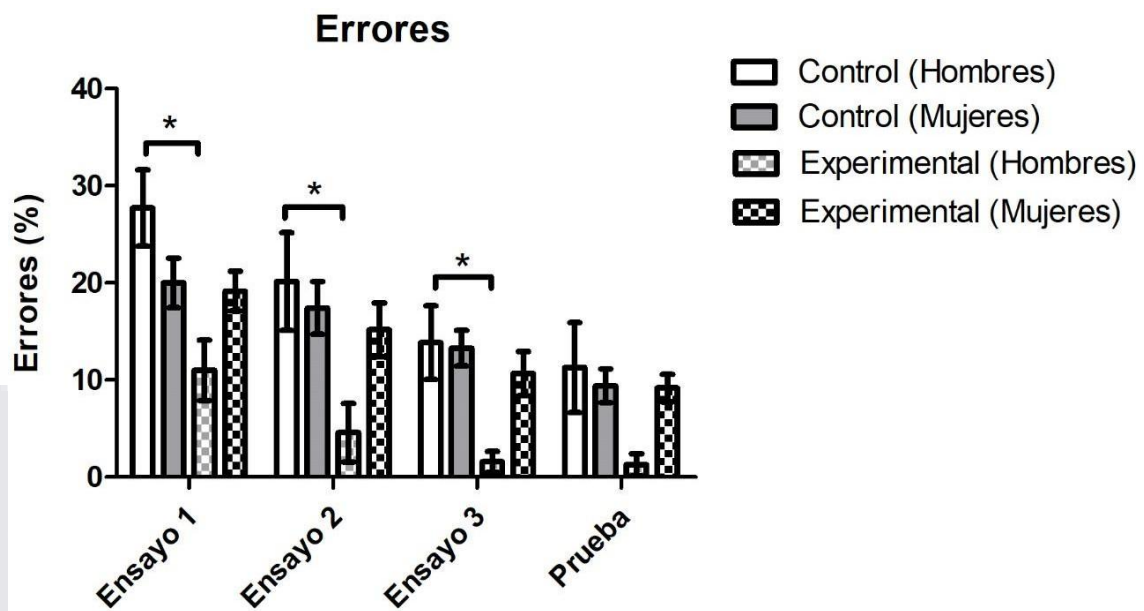
En esta variable de velocidad hubo diferencias en el primer ensayo entre el grupo experimental de hombres y experimentales mujeres  $p < 0.022$ . En el segundo ensayo hubo diferencias significativas entre el grupo experimental de hombres y el grupo experimental de mujeres  $p < 0.008$ . En el tercer ensayo también hubo diferencias significativas entre el grupo experimental de hombres y el grupo experimental de mujeres  $p < 0.005$ . Y en la prueba final hubo diferencias significativas entre el grupo control de hombres y el grupo experimental de hombres  $p < 0.004$  y también hubo diferencias entre el grupo experimental de hombres y experimental de mujeres  $p < 0.001$  (Grafica 9).



**Gráfica 12 Errores** Ilustración gráfica del tiempo obtenido por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención \*  
 $p < 0.05$  \*\* $p < 0.005$  \*\*\* $p < 0.001$

### 3.2.2.4 Errores por sexo

En esta variable hubo diferencias en el primer ensayo entre el grupo experimental de hombres y el grupo control de hombres  $p < 0.008$ . En el segundo ensayo hubo diferencias entre el grupo experimental de hombres y el grupo control de hombres  $p < 0.026$ . En el tercer ensayo hubo diferencias entre el grupo experimental de hombres y el grupo control de hombres  $p < 0.009$ . Y en la prueba final no hubo diferencias significativas entre ningún grupo.



**Gráfica 13 Errores** Ilustración gráfica de los errores obtenidos por los grupos en los 3 ensayos y la prueba de retención  
 \*  $p < 0.05$ .

## 4 Discusión

En el presente trabajo se tuvo como objetivo inicial evaluar los efectos que produce una situación de estrés causada por un sonido considerado estresante que era administrado durante el desarrollo de la tarea de adquisición y observar el efecto que esto tiene en la tarea de retención, todo ello con la ayuda de entornos virtuales para poder desarrollar el experimento.

### 4.1 Estrés

Uno de los principales retos que se presentó durante esta investigación fue la de especificar el tipo de estrés que iba a ser administrado, ya que como se ha comentado, el tipo de estrés influye en las respuestas de los sujetos, no es igual el tipo de reacción que se tiene en un terremoto que la reacción necesaria para reaccionar a un grito, igualmente no es lo mismo la respuesta que se tiene ante un grito que la que hay en varios gritos diarios, las diferencias parecen ser mínimas pero estas afectan en la respuesta que se quiere obtener. Para observar la respuesta ante una situación de estrés se decidió utilizar un equipo de respuesta galvánica, la cual nos confirmó si los sujetos se encontraban bajo estrés o el sonido no los causaba respuesta alguna. Estas mediciones nos ayudan a comprender mejor el nivel de estrés al que se sometieron los sujetos, como no fue una presentación de los estímulos continua, se descarta inicialmente que sea un estrés crónico, el siguiente reto fue demostrar que el grupo control no se estresaba al nivel que los del grupo experimental. Ya que cada persona puede reaccionar de manera distinta a nuestro estímulo estresante, para ello se realizó un análisis en las respuestas galvánicas midiendo altura de picos y tiempo para llegar a ellos, evitando registrar respuestas provenientes del ambiente o internas como un estornudo. Pero a pesar de este control puede haber elementos individuales como que el sonido que escuchan ya esté previamente relacionado a una situación que les produce estrés, lo cual nos ayudaría o al contrario, que el sonido sea relacionado a algo tranquilizante, o simplemente nos puede afectar en la lectura de la situación previa de cada sujeto al llegar al lugar de experimentación (Gómez & Goldaráz, 2014). Por otro lado, medir la electrodermoactividad nos permite obtener unas lecturas sensibles a pequeños cambios (Miller, 2013; Mojica-Londoño, 2017), lo que nos permite medir estrés con gran facilidad, además ofrece la



facilidad de compaginar las mediciones con videos que se obtienen al tiempo para hacer análisis según sea la necesidad.

En los resultados que se obtuvieron con el Biopac® se observaron diferencias de respuesta entre el grupo experimental respecto al grupo control, mostrando que se puede estresar a un grupo con un estímulo auditivo, además se observa una relación entre este estímulo y el contexto, aunque también hay que mencionar que se obtuvieron resultados atípicos al resto del grupo, es decir que la respuesta del grupo control fue muy alta parecida a los del grupo experimental, pero estos resultados atípicos fueron excluidos del grupo debido a que no sabríamos si el efecto en la memoria sería producido por causa del estímulo propuesto.

La respuesta atípica nos genera una incógnita sobre las características que poseen esos sujetos o en qué condiciones específicas pudieron llegar para comportarse de manera distinta al grupo. Y nos plantea un problema ya discutido sobre el tipo de estímulo que puede ser considerado, para algunas personas es suficientemente estresante los fuegos pirotécnicos, para otras el sonido de bombas o balazos en un tiroteo, pero podremos encontrar personas en las cuales es estresante el sonido del silencio (o el no sonido) o el llanto de un bebé, entonces encontramos que existen variables específicas por las cuales los sujetos responden distinto al mismo estímulo, las primeras son las variables personales, ya sean genéticas o por el historial de vida que se lleva recorrido las primeras razones para reaccionar de manera distinta, la siguiente son las actividades diarias a las que se está expuesto como el tipo de trabajo, qué o donde estudió y en estas se incluyen los deportes o actividades recreativas a las cuales se estuvo expuesto con anterioridad, estos factores pueden alterar las respuestas a estímulos estresantes (Watson, 1988) y mostrar diferencias atípicas en las lecturas de respuesta electrodermal en algunos de nuestros sujetos.

#### **4.2 La realidad virtual**

El uso de realidades virtuales ha facilitado algunos aspectos dentro de las investigaciones, los nuevos programas están siendo diseñados para facilitar la captura de datos específicos, con un alto detalle que se podrían perder con otros métodos; debido al avance y disponibilidad de tecnología se puede acceder al uso de estos métodos de investigación a un bajo costo y estas pueden ampliar la forma de abordar de manera

distinta los fenómenos psicológicos conocidos y abordar de distinta manera los nuevos. Dentro de esta investigación se pudo acceder a las facilidades ya mencionadas, como el bajo costo del programa, y la captura de datos rápida, pero la realidad virtual que pudimos utilizar fue limitada, ya que en un inicio se pensó en utilizar una interface para adaptar el juego a una visualización y detector de movimiento, pero la diadema que se utilizaría para el experimento estaba rota, por lo cual nos vimos limitados a hacer la tarea de forma no inmersiva.

La realidad virtual en la psicología, han mostrado ventajas dentro de la investigación, así como la clínica, que introduce al sujeto en el labor de tareas específicas y se observan aquellos comportamientos parecidos al que desarrollarían en ambientes naturales (Arbona, García-Palacios, & Baños, 2007). A pesar de ello, surge la duda de qué tanto se puede comparar una conducta en un ambiente virtual en comparación a la de su ambiente natural. Primeramente tendíamos que entender las fallas que presenta una realidad virtual, la primera es que no es una realidad natural, esto nos conlleva a exponer que la realidad virtual, aunque ya ha avanzado de manera agigantada, no puede proveernos todas la información que obtenemos de una experiencia natural, ya que esta no solamente la recolectamos de la vista sino que se ven envueltos otros sentidos como olor, tacto, sabor, presión, entre otras con las cuales formamos nuestra experiencia natural, con ello analizamos, concretamos y/o planeamos un recorrido (Allen, 2004), estos aspectos de esta realidad no son equiparables dentro de una virtual no inmersiva, ya que no se cubren todos los sentidos. Dentro de esta investigación se utilizaron aparatos que no podrían equiparar una semejanza de todos los estímulos necesarios, ya que era una pantalla de laptop y unos audífonos que simulaban condiciones estresantes, sin embargo, para las personas era una combinación de realidades a una tercera realidad, es decir, estaban inmersos en la tarea de realidad virtual pero seguían recabando información del ambiente lo que generaba una realidad distinta, lo curioso de esta situación fue que se presentaban mareos, esta situación producida por razones parecidas a los mareos dentro de un carro, mis ojos observan que las imágenes se mueven, que me desplazo, que hay movimiento pero mi cuerpo detecta que no hay movimientos y este desfase de información genera un mareo (Longo, 2012), por lo cual no se aceptaron sujetos con gripe ya que son mas propensos a los mareos por la inflamación subsecuente de la enfermedad. Esta situación de mareo en una persona sana podría ser la razón por lo cual se observan respuestas galvánicas altas y constantes en los sujetos control. Sin embargo,

a pesar de dichas limitaciones la mayoría de los sujetos del grupo control respondieron de manera homogénea, al igual que el grupo experimental.

#### **4.3 Orientación espacial**

La orientación espacial se ha visto influida por diversos factores como son el sexo, la edad y en el caso de esta investigación que se hizo con tareas virtuales, la habitualidad con la cual los sujetos se ven involucrados para poder desplazarse dentro de estos ambientes virtuales. En los siguientes párrafos se desarrollarán estos factores relacionados con la memoria espacial y las condiciones de estrés, y posteriormente las relaciones que se tienen con el proceso de la investigación.

##### **4.3.1 Edad**

La edad es un factor importante dentro de la orientación virtual, principalmente por razones de maduración y degeneración del sistema nervioso, inicialmente no hay una maduración necesaria para poder seleccionar claves de los lugares y poder desplazarse en ellos, luego el sistema madura y puede ejecutar estas tareas cada vez con más precisión y finalmente conforme la edad aumenta existe un deterioro en algunas de las habilidades de orientación (Anguera et al., 2013; Harris, Wiener, & Wolbers, 2012). Se ha observado en otro estudio que el desempeño en una tarea de realidad virtual en la cual se valoró la orientación espacial en sujetos divididos por edades. Los autores concluyeron que en cuestiones de ejecución no había diferencias entre los sujetos jóvenes y los adultos, es decir, no mostraron dificultad alguna en concluir las tareas que se les asignaron, pero observaron que el tiempo en el cual concluían la tarea si presentaban diferencias, los jóvenes lograban concluir la tarea con más rapidez, el tiempo de reacción era menor y en la retención de las pistas usadas los jóvenes tuvieron un mejor desempeño. Además concluyeron que si existen diferencias en la ejecución y recuerdo entre las edades, pero también aportaron que no sólo existe esta distinción entre las edades, sino que estos déficits cognitivos también se veían en personas con enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y Huntington (Zancada-Menendez et al., 2015).

Entonces las edades son un factor importante en el estudio de la orientación espacial, por ello se delimitó una edad que variaba entre los 19 y los 27 años, aunque el promedio

de edad se concentró en los 20.6 años de vida y todos ellos no presentaron enfermedades neurodegenerativas reportadas.

#### **4.3.2 Sexo**

Como ya se ha comentado anteriormente, otro de los factores que influyeron en esta prueba es el sexo de los participantes, ya que se ha observado que en promedio los hombres desempeñan se desempeñan mejor en actividades espaciales como la orientación espacial en comparación con las mujeres, aunque también hay que mencionar que las mujeres en promedio parecen ser más resistentes a los efectos del estrés que los hombres (Guenzel, Wolf, & Schwabe, 2014).

Dentro de la experimentación llevada a cabo se pudo observar que efectivamente los hombres tuvieron un mejor desempeño que las mujeres en la tarea en lo referente a la velocidad con la que se desplazaban dentro del juego y el tiempo en concluir la tarea, dos variables que se estuvieron midiendo. Durante la tarea la mayoría de los hombres a los que se les aplicó la tarea terminaron rápidamente, mientras que algunas mujeres les costaba un poco más terminar la tarea, presentando mareo en la mayoría de las que tardaban un poco más. Al momento de analizar los datos se encontró que efectivamente si había algunas diferencias en estas variables de rapidez entre el grupo experimental de las mujeres y el grupo experimental de los hombres.

El grupo de hombres logró completar el recorrido en un menor tiempo y mayor velocidad a comparación con las mujeres del grupo, aunque en comparación con los errores cometidos durante la prueba de retención no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres.

La ejecución en la prueba de retención entre el grupo de mujeres y hombres fue similar, mostrando no haber diferencias significativas en comparación a los ensayos, pero si se observó que tanto en mujeres como en hombres existe una tendencia a disminuir latencias en tiempo y desplazamiento causadas por el efecto del estrés en la tarea de memoria espacial.

De este último resultado surge la siguiente pregunta, ¿El estrés utilizado en la prueba no estresó lo suficiente al grupo femenino o el estrés no está afectando la ejecución del grupo?

Las investigaciones realizadas para encontrar si existen diferencias entre hombres y mujeres en el afrontamiento hacia el estrés han reportado que en contextos más cotidianos como las actividades escolares en universitarios, han encontrado diferencias entre el afrontamiento utilizado, en el caso de los hombres encontraron que utilizaban en su mayoría estrategias como planificación para reducir el estrés de las tareas universitarias, al contrario que el grupo femenino, en el cual se encontró que la planificación no era una necesidad ya que las mujeres parecían estar más adaptadas ante condiciones estresantes y sólo se inclinaban a tener un pensamiento más positivo (Cabanach, Fariña, Freire, González, & del Mar Ferradás, 2013).

Pero estas diferencias frente al afrontamiento del estrés no sólo se han encontrado en situaciones escolares, en otra investigación se encontró que existían diferencias frente al afrontamiento del estrés desde la respuesta hormonal del eje hipotálamo-hipófisis-adrenocortical en la mediación de la respuesta al estrés dependiendo del sexo. Por lo cual parece haber una respuesta específica según el sexo al que se pertenezca y el tipo de estrés, las evaluaciones neuroquímicas durante esta investigación sugieren que el estrógeno es una hormona que ejerce influencias en la respuesta al estrés, además de afectar de distintas maneras los trasmisores en la corteza frontal, el hipocampo y la amígdala dependiendo del sexo (R. Bowman et al., 2003), estas diferencias biológicas se le han atribuido a situaciones evolutivas, debido a la fuerte demanda que se le exigió al macho para proteger a su manada y su territorio, el hombre se vio relacionado con las respuestas rápidas frente a situaciones de estrés agudo, ya que se encontró que actualmente los hombres parecen afrontar mejor una situación de estrés agudo a comparación que las mujeres, por el contrario, debido a las actividades de crianza, cultivo, recolección de semillas y caza de presas pequeñas (y embarazos continuos creo yo) las mujeres parecen afrontar mejor las situaciones de estrés crónico. Por lo cual estas diferencias evolutivas parecen ser parcialmente responsables de las diferencias sexuales ante el afrontamiento del estrés.

A pesar de ello, se ha observado que la respuesta ante el afrontamiento del estrés no es únicamente variable entre sexos sino también relacionada con la madurez ya que también se ha observado en investigaciones realizadas por Bowman que los parámetros químicos y conductuales la respuesta ante situaciones de estrés que mantienen los hombres parece ser más fija a lo largo de toda su vida en comparación con las mujeres,

que la respuesta ante situaciones de estrés parece verse relacionada con el estado de madurez que poseen (R. E. Bowman, 2005).

Estas diferencias entre afrontamientos ante el estrés agudo podrían ser una de las razones por las cuales pareciera que no hay un efecto a consecuencia del estímulo estresante en el grupo femenino comparando su grupo control contra el grupo experimental.

#### **4.3.3 Habitualidad del videojuego**

Otro factor que parece estar relacionado es la habitualidad en la que los sujetos utilizan medios de realidad virtual, como por ejemplo que los hombres juegan más videojuegos, o tal vez, se vea involucrada la práctica cotidiana de ubicarse en los espacios, y la necesidad de llegar a puntos de destino, como la educación que se ha llevado hasta la fecha de dejar que el hombre regrese a la casa sólo, diferente a la de las mujeres por las cuales pasan a recoger hasta donde se encuentren, esto claramente no es una ley y se pueden encontrar mujeres que regresen solas a la casa, o hombres que pasen por ellos. Durante la práctica del experimento, nos percatamos de la rapidez con la que desarrollaban esta tarea aquellos que tenían práctica jugando videojuegos en comparación a aquellos sin práctica cotidiana. Lo que nos indica que sería necesaria una investigación sobre las habilidades entre hombres y mujeres que están inmersos en este tipo de actividades virtuales de videojuegos en primera persona, que ayudaría a conocer mejor si este tipo de fenómeno está relacionado a la cotidianidad o a diferencias biológicas entre hombres y mujeres.

Otra razón a la que se le atribuye la cotidianidad con la que los sujetos juegan el videojuego, en investigaciones realizadas con humanos para observar el rendimiento espacial en videojuegos en comparación con el rendimiento espacial en lápiz y papel, se observaron a través de distintos ensayos intentando describir el rendimiento de los sujetos en estas tareas y se utilizaron grupos de mujeres y hombres. Lo que se concluyó fue lo siguiente, los hombres presentaron una notable ventaja sobre las mujeres en la tarea del videojuego, durante la aplicación observaron que parecía ser que las mejoras generales que se podían obtener del juego eran mayores en los hombres, y en el grupo de mujeres no se manifestaron cambios de mejoría dentro del juego que fueran notables, pero como esto sólo pasó dentro de la aplicación de la tarea con videojuegos, concluyeron que el

desempeño que obtuvieron, así como la falta de mejorías notables durante el juego era debido a que el grupo de las mujeres necesitaba más práctica en videojuegos (Okagaki & Frensch, 1994). Se ha reportado que el uso de los videojuegos están principalmente dirigidos a público masculino (Díez Gutiérrez et al., 2004), y esta puede ser la razón de que las mujeres no se vean involucradas en prácticas de videojuegos y en menor razón de realidad virtual. Aunque últimamente las compañías de videojuegos están intentando incorporar a la población femenina en el uso de videojuegos (Becerra, 2011) por lo que sería interesante repetir el experimento en esta nueva población femenina que está más relacionada con prácticas comunes de videojuegos en realidad virtual, para excluir uno de los factores de habitualidad hacia el instrumento utilizado y observar si hay cambios en los resultados que ya se obtuvieron.

Un fenómeno observado durante la experimentación se relacionó con las diferencias de tiempo y desplazamiento entre los primeros ensayos, ya que se esperaba que al inicio tuvieran un desempeño similar, ya que hasta ese momento las condiciones experimentales eran similares, pero se encontró que el desempeño del grupo experimental fue mejor que el desempeño del grupo control desde el primer ensayo (gráfica 6) en los grupos completos, es decir, dentro de este fenómeno hombres y mujeres se comportaron de manera similar al mostrar que el grupo experimental tuvo un mejor desempeño, esta diferencia tal vez nos puede indicar que el estrés durante la adquisición tal vez mejora la atención o concentración de los sujetos. Una explicación interesante es aportada por Hermans y colaboradores que proponen la existencia de una red de relevancia, en situaciones de estrés agudo como un derrumbe, un incendio o balacera, crea una reasignación de recursos a una red de relevancia, esto es un enfoque en procesamientos cognitivos asociados a estímulos destacados, como encontrar una salida, una puerta, un lugar de protección, esta red de relevancia implica que bajo esas situaciones se le da relevancia a objetos de supervivencia inmediata, pero pasada la situación esta red de control ejecutivo trasciende para mejorar los procesos de orden superior importantes para la supervivencia de largo plazo (Hermans, Henckens, Joëls, & Fernández, 2014). Estos resultados también se han encontrado con la administración de amnésicos en ratas, en experimentos en los cuales se ha expuesto a ratas a estímulos aversivos producidos por choques, uno bajo y uno alto, se ha observado que a pesar que se les produce amnesia a los dos grupos, las ratas sometidas a estímulos nocivos como lo es el choque alto, las ratas presentaban una protección de la memoria ante

serotoninérgicos (Prado-Alcalá et al., 2012) o inhibidores de síntesis de proteínas en los cuales se concluyó que podría haber mecanismos neuronales relacionados a la supervivencia que permitieran salvaguardar aprendizajes primordiales de largo plazo. La otra razón es la producción de hormonas durante estas situaciones que causen un mejoramiento o deterioro de estas respuestas de memoria (Roozendaal et al., 2009) que también se han visto íntimamente relacionadas en modificaciones de la plasticidad cerebral que pudieran estar actuando en procesos de la memoria (Howland & Wang, 2008). Entonces parece haber procesos anclados a situaciones evolutivas, que generen un aprendizaje efectivo bajo situaciones de estrés agudo con repercusiones en la memoria que concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación.

Y finalmente otro factor que parece estar implicado es el conocimiento de la curva de olvido en tareas de ambientes virtuales, ya que con base en los pilotajes que se realizaron previamente se encontraron 2 situaciones, la primera, que implicaba una tarea demasiado fácil y la segunda que implicaba un porcentaje muy bajo de olvido, tal vez a consecuencia o relacionada a la facilidad de la tarea, o simplemente a que la curva de olvido es mayor en entornos virtuales, por ello se hicieron las modificaciones de la tarea del laberinto, así como complejizar el entorno de contexto virtual y se amplió la cantidad de días entre los ensayos y la prueba de retención, lo suficiente como para no tener muerte experimental por olvido del día de la aplicación de la prueba. En estos últimos días, se ha publicado un artículo en el cual miden la memoria espacial de largo plazo en ambientes virtuales a distintas horas, inmediatamente después (0h), en 48 horas y 168 horas (7 días) y describieron el efecto del paso del tiempo en la memoria espacial, en los cuales encontraron que durante los tiempos de 0h y 48 horas no hubo cambios significativos en la retención, pero cuando se aumentó el tiempo a 168h se observaron cambios en la retención relacionados a una búsqueda menos precisa y persistente en la meta del laberinto virtual de Morris (David Luna, Manzanares-Silva, Rodríguez-González, & López-Cruz, 2018). Con base en estos resultados, se podría plantear una investigación en la que se incluyeran tiempos más largos (mayores a 7 días) entre la adquisición de la tarea y la prueba de retención en el nuevo laberinto, para ver si se mantienen los resultados que se obtuvieron durante esta prueba o se muestran resultados distintos. Esta y otras modificaciones podrán dar claridad al fenómeno de memoria espacial en situaciones con y sin estrés ambiental en entornos de realidad virtual.



## 5 Conclusión y propuestas

De acuerdo con el presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

En lo que concierne a la respuesta del estímulo auditivo, pudimos observar que efectivamente el estímulo propuesto fue capaz de estresar a los sujetos durante la tarea ya que como se observó en las lecturas fisiológicas hubo diferencias entre escuchar un fondo de museo y escuchar una serie de sonidos altamente estresantes.

También podemos concluir que el estrés producido por el estímulo estresante durante la tarea promueve la memoria espacial de largo plazo en entornos virtuales, aunque se encuentran diferencias entre el sexo del sujeto.

En el caso de los hombres, el estrés producido en el laberinto mejoró el desempeño durante la adquisición de la tarea, permitiendo reducir su tiempo y desplazamientos realizados en la etapa de retención.

En el caso de las mujeres, el estrés producido por nuestro estímulo en la etapa de adquisición parece no haber mejorado el desempeño en la tarea de retención, aunque se observan tendencias a reducir tiempos y desplazamiento, no son suficientes cambios para que sea significativo el resultado.

Como ya se ha mencionado estos resultados fueron obtenidos a través de una metodología específica para darle respuesta a nuestra pregunta de investigación, pero al analizar los resultados y las conclusiones a las que pudimos llegar, quedan incógnitas a las cuales faltaría darles respuesta.

Una de las propuestas para otra investigación es pensada con base en las diferencias que se pudieran tener en sujetos habituados a entornos virtuales, específicamente juegos de primera persona, por lo cual se podría observar si existen diferencias en memoria espacial de largo plazo en entornos virtuales entre hombres y mujeres habituados a estos entornos, para descartar que las diferencias observadas en esta investigación son debidas a causa de esa variable.

Otra idea que se propone para las próximas investigaciones es utilizar otro tipo de estímulo estresante durante la adquisición, ya sea de mayor o menor magnitud, o de distinto tipo de modalidad sensorial, lo cual permitiría observar si existen cambios similares o el tipo de estímulo cambia la respuesta.

El tiempo usado entre los ensayos y la prueba de retención en esta investigación fue de 5 días, pero sería pertinente aumentar el tiempo entre adquisición y retención, para observar si los datos se siguen manteniendo o cambia el resultado ya que en las pruebas realizadas en animales muestran ventanas de reconsolidación que podrían estar afectando la memoria de largo plazo, información que todavía no es clara en humanos.

Durante esta investigación se usaron 3 ensayos de adquisición, pero sería necesario repetir la prueba con sólo un ensayo de adquisición, ya que probablemente se podrían observar datos novedosos para el estudio de la memoria de largo plazo relacionada con estímulos altamente estresantes de una sola ocasión, así como derrumbes, tornados o incendios.

Y finalmente faltaría hacer una investigación únicamente en sujetos femeninos, para observar cuales son los factores que promueven la memoria espacial en mujeres, cambiando estímulos y contemplando más variables que pudieran interferir, para profundizar en los datos obtenidos por sexo en esta investigación.

## Bibliografía

- Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista de neurología*, 32(4), 373-381.
- Akirav, Irit , Kozenicky, Maya , Dadi, Tal, Sandi, Carmen , Cesar, Venero, & Richter-Levin, Gal. (2004). A Facilitative Role for Corticosterone in the Acquisition of a Spatial Task Under Moderate Stress. *Learning & Memory*, 11, 188–195.
- Allen, G.L. (2004). *Human Spatial Memory: Remembering Where*: Taylor & Francis.
- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., . . . Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501, 97. doi: 10.1038/nature12486
- Anguiano, Sandra, & Reynoso, Leonardo. (2000). Evaluación de respuestas psicofisiológicas en estudiantes sometidos a estrés mediante un videojuego. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 26(3), 355-366.
- Arbona, Cristina Botella, García-Palacios, Azucena, & Baños, Rosa María. (2007). Realidad virtual y tratamientos psicológicos. *Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace*, 82, 17-31.
- Ayaz, Hasan, Allen, Sarah L., Platek, Steven M., & Onaral, Banu. (2008). Maze Suite 1.0: A complete set of tools to prepare, present, and analyze navigational and spatial cognitive neuroscience experiments. *Behavior Research Methods*, 40(1), 353-359. doi: 10.3758/brm.40.1.353
- Becerra, Fernando López. (2011). Relación entre el hábito de consumo de videojuegos y el rendimiento académico diferencias en género y edad en tercer ciclo de educación primaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 603-611.
- Bermúdez-Rattoni, F., & Alcalá, R. Prado. (2002). *Memoria: Dónde reside y cómo se forma*. México D.F.: Trillas.
- Bongard, S. (1995). Mental effort during active and passive coping: A dual-task analysis. *Psychophysiology*, 32(3), 242-248.
- Bowman, R. E. (2005). Stress-Induced Changes in Spatial Memory are Sexually Differentiated and Vary Across the Lifespan. *Journal of neuroendocrinology*, 17, 526–535.
- Bowman, Rachel, Beck, Kevin D, & Victoria N Luine. (2003). Chronic stress effects on memory: sex differences in performance and monoaminergic activity. *Hormones and behavior*, 43(1), 48-59.

- Buchanan, Tony W., & Lovallo, William R. (2001). Enhanced memory for emotional material following stress-level cortisol treatment in humans. *Psychoneuroendocrinology*, 26, 307–317.
- Cabanach, Ramón G, Fariña, Francisca, Freire, Carlos, González, Patricia, & del Mar Ferradás, María. (2013). Diferencias en el afrontamiento del estrés en estudiantes universitarios hombres y mujeres. *European Journal of Education and Psychology*, 6(1).
- Cohen, Robert. (2013). *The development of spatial cognition*: Psychology Press.
- Díez Gutiérrez, Enrique Javier, Terrón Bañuelos, Eloina, García Gordón, Matilde, Rojo Fernández, Javier, Cano González, Rufino, Blanco Jorrín, Dayami, . . . Lena Ordoñez, Alberto. (2004). La diferencia sexual en el análisis de los videojuegos.
- Domjan, Michel. (2016). Cognición comparada I. In C. Garay (Ed.), *Principios de aprendizaje y conducta* (7a edición ed.). México.
- Escobar, A., & Gomez, B. (2006). Estrés y memoria. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 7(1), 8-14.
- Ferrándiz, P. (1997). *Psicología del aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- Fink, G. (2016). Stress, Definitions, Mechanisms, and Effects Outlined: Lessons from Anxiety. *Elsevier*, 1, 3-9.
- Gómez, María, & Goldaráz, Elena Bandrés. (2014). El neuromarketing: Una nueva disciplina para la investigación de audiencias y de la opinión pública. *Icono14*, 12(2), 395-415.
- Guenzel, Friederike, Wolf, Oliver, & Schwabe, Lars. (2014). Glucocorticoids boost stimulus-response memory formation in humans. *Elsevier*, 45, 21-30.
- Guenzel, Friederike, Wolf, Oliver, & Schwabe, Lars. (2014). Sex differences in stress effects on response and spatial memory formation. *Elsevier*, 109, 46–55. doi: 10.1016/j.nlm.2013.11.020
- Harris, Mathew A, Wiener, Jan M, & Wolbers, Thomas. (2012). Aging specifically impairs switching to an allocentric navigational strategy. *Frontiers in aging neuroscience*, 4, 29.
- Herman, James P., Figueiredo, Helmer, Mueller, Nancy K., Ulrich-Lai, Yvonne, Ostrander, Michelle M., Choi, Dennis C., & Cullinan, William E. (2003). Central mechanisms of stress integration: hierarchical circuitry controlling hypothalamo–pituitary–adrenocortical responsiveness. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 24(3), 151-180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2003.07.001>
- Hermans, Erno J, Henckens, Marloes JAG, Joëls, Marian, & Fernández, Guillén. (2014). Dynamic adaptation of large-scale brain networks in response to acute stressors. *Trends in neurosciences*, 37(6), 304-314.

- Howland, John G, & Wang, Yu Tian. (2008). Synaptic plasticity in learning and memory: stress effects in the hippocampus. *Progress in brain research*, 169, 145-158.
- Izquierdo, I. (2015). *The art of forgetting*. Brazil: Springer.
- Kessels, R. P., Haan, E. H. de, L. J. Kappelle, & A. Postma. (2001). Varieties of human spatial memory: a meta-analysis on the effects of hippocampal lesions. *Brain Research Reviews*. doi: 35(3), 295-303.
- Kim, Jeansok J., Lee, Hongjoo J., Han, Jung-Soo, & Packard, Mark G. (2001). Amygdala Is Critical for Stress-Induced Modulation of Hippocampal Long-Term Potentiation and Learning. *The Journal of Neuroscience*, 21(14), 5222-5228.
- Klein, S. (1994). *Aprendizaje: principios y aplicaciones*. España: Mc Graw Hill.
- Kloet, E. Ron de, Joëls, Marian, & Holsboer, Florian. (2005). Stress and the brain: Form adaption to disease. *Nature*, 6, 463-475.
- Kuhlmann, Sabrina, Piel, Marcel, & Wolf, Oliver T. (2005). Impaired Memory Retrieval after Psychosocial Stress in Healthy Young Men. *The Journal of Neuroscience*, 25(11), 2977–2982.
- Kumar, Sukhbinder, von Kriegstein, Katharina, Friston, Karl, & Griffiths, Timothy D. (2012). Features versus Feelings: Dissociable Representations of the Acoustic Features and Valence of Aversive Sounds. *The Journal of Neuroscience*, 32(41), 14184-14192. doi: 10.1523/jneurosci.1759-12.2012
- Lazarus, R., & Folkman, S. (1991). *Estrés y proceso cognitivos*. México: Roca.
- Longo, Dan L. (2012). *Harrison: principios de medicina interna (18a: McGraw Hill Mexico*.
- Luna, D., & Martínez, H. . (2015). Spontaneous Recovery of Human Spatial Memory in a Virtual Water Maze. . *International Journal of Methodology and Experimental Psychology*, 36(2), 283-308.
- Luna, David, Manzanares-Silva, Moisés, Rodríguez-González, Katia, & López-Cruz, Héctor. (2018). Memoria espacial a largo plazo en humanos entrenados en un laberinto virtual.
- Martín, A.G. (2004). *Ley de Ohm generalizada: teoría y ejercicios*: Los autores.
- McLay, Robert N., Freeman, Scott M., & Zadina, James E. (1998). Chronic Corticosterone Impairs Memory Performance in the Barnes Maze. *Physiology & Behavior*, 63(5), 933-937. doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(97\)00529-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(97)00529-5)
- Milner, Brenda, Squire, Larry R., & Kandel, Eric R. (1998). Cognitive Neuroscience and the Study of Memory. *Neuron*, 20(3), 445-468. doi: 10.1016/S0896-6273(00)80987-3

- Miller, Delfina. (2013). La regulación afectiva en la conformación de la personalidad: Estudio en escolares de 5 a 8 años. *Ciencias Psicológicas*, 7, 7-23.
- Mojica-Londoño, Ana Gabriela. (2017). Actividad electrodérmica aplicada a la psicología: análisis bibliométrico. *Revista Mexicana de Neurociencia Julio-Agosto*, 18(4), 46-56.
- Moya-Albiol, Luis, & Salvador, Alicia. (2001). Empleo de estresores psicológicos de laboratorio en el estudio de la respuesta psicofisiológica al estrés. *Anales de psicología*, 17(1), 69-81.
- Okagaki, Lynn, & Frensch, Peter A. (1994). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of applied developmental psychology*, 15(1), 33-58.
- Peterson, L.R. (1989). *Aprendizaje*. México D.F.: Trillas.
- Prado-Alcalá, Medina, A.C., SerafínLópez, N., & Quirarte, G.L. (2012). Intense emotional experiences and enhanced training prevent memory loss induced by post-training amnesic treatments administered to the striatum, amygdala, hippocampus or substantia nigra. *De Gruyter*, 23(5), 501-508.
- Prado-Alcalá, & Quirarte, G.L. (1993). La conducta y la mente. Información Científica y Tecnológica. from Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- Quirarte, Teja, Sofía Ledesma de la, Casillas, Miriam, Serafín, Norma, Prado-Alcala, R. A., & Roozendaal, Benno. (2009). Corticosterone infused into the dorsal striatum selectively enhances memory consolidation of cued water-maze training. *Cold Spring Harbor Laboratory Press*, 16, 586–589.
- Roberts, W. A., & Veldhuizen, N. Van. (1985). Spatial memory in pigeons on the radial maze. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11(241-260).
- Rodrigo, T., & Prados, J. (2003). Aprendizaje asociativo y aprendizaje espacial: historia de una línea de investigación (1981-2001). *Del lunar*, 8-20.
- Roozendaal, B., McEwen, B.S., & Chattarji, S. (2009). Stress, memory and the amygdala. *Nature*, 10(6), 423-433.
- Rosenzweig, M., & Leiman, A. . (1992). *Psicología Fisiológica*. México: McGraw Hill.
- Ruetti, E., Mustaca, A., & Bentosela, M. (2008). Memoria emocional: efectos de la corticosterona sobre los recuerdos. *Revista latinoamericana de psicología*, 40(3), 461-474.
- Ruiz-Vargas, Jose Maria. (1999). Priming perceptivo versus priming conceptual y efectos de los niveles de procesamiento sobre la memoria implícita. *Psicothema*, 11(4), 853-871.

- Sandi, Carmen, Loscertales, Maria, & Guaza, Carmen. (1997). Experience-dependent facilitating effect of corticosterone on spatial memory formation in the water maze. *European Journal of Neuroscience*, 9(4), 637-642. doi: 10.1111/j.1460-9568.1997.tb01412.x
- Sandi, Carmen, & Pinelo-Nava, M. Teresa. (2007). Stress and Memory: Behavioral Effects and Neurobiological Mechanisms. *Neural Plasticity*, 2007, 20. doi: 10.1155/2007/78970
- Sapolsky, Robert M. (1996). Why Stress Is Bad for Your Brain. *Science*, 273(5276), 749-750. doi: 10.1126/science.273.5276.749
- Seyle, Hans. (1949). Effect of ACTH and cortisone upon an anaphylactoid reaction. *The canadian medical association journal*, 61(6), 553-556.
- Shettleworth, Sara J. (2010). *Cognition, evolution, and behavior*. Oxford University Press.
- Shors, Tracey, & Dryver, Eric. (1992). Stress impedes exploration and the acquisition of spatial information in the eight-arm radial maze. *Psychobiology*, 20 (4), 247-253
- Squire, Larry R. (1987). Memory and the brain. In S. L. Friedman, K. A. Klivington & R. W. Peterson (Eds.), *The brain cognition and education* (pp. 171-197). Florida: Academic press inc.
- Staufenbiel, Sabine M., Penninx, Brenda W.J.H., Spijker, Anne T., Elzinga, Bernet M., & Rossuma, Elisabeth F.C. van. (2013). Hair cortisol, stress exposure, and mental health in humans: A systematic review. *Elsevier*, 38, 1220-1235.
- Szabo, S, Tache, Y., & Somogyi, A. (2012). The legacy of Hans Selye and the origins of stress research: A retrospective 75 years after his landmark brief "Letter" to the Editor of Nature. *Informa healthcare*, 15(5), 472-478. doi: 10.3109/10253890.2012.710919
- Thompson, R. F. (1991). *Fundamentos de Psicología Fisiológica*. México D. F. : Trillas.
- Tulving, E. (1984). Precis of elements of episodic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 223-238.
- Watson, David. (1988). Intraindividual and interindividual analyses of positive and negative affect: their relation to health complaints, perceived stress, and daily activities. *Journal of personality and social psychology*, 54(6), 1020.
- Wickelgren, W. A. (1973). The long and the short of memory. *Psychological Bulletin*, 80(6), 425-438.
- Zancada-Menendez, Clara, Sampedro-Piquero, Patricia, Meneghetti, C, Labate, E, Begega, A, & Lopez, L. (2015). Age differences in path learning: The role of interference in updating spatial information. *Learning and Individual Differences*, 38, 83-89.

**ANEXOS**

Anexo 1: Objetos usados en el laberinto





## Anexo 2: Consentimiento informado

### Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Lic. Aura Odalis Arboleyda Fibela, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. La meta de este estudio es conocer la retención de la memoria de largo plazo que son expuestos a diversos estímulos audiovisuales.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una entrevista, completar una tarea virtual mientras se miden las respuestas fisiológicas. Esto tomará aproximadamente 15 minutos de su tiempo en la primera sesión y se requerirá una segunda visita dos días después para una segunda sesión que durará 5 minutos.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si algunas de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Agradecemos su participación.

---

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por la Lic. Aura Odalis Arboleyda Fibela. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es conocer la retención de la memoria de largo plazo que son expuestos a diversos estímulos audiovisuales.

Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y completar una tarea virtual mientras se me miden las respuestas fisiológicas. Y que esto me tomará aproximadamente 15 minutos en la primera sesión. También he sido informado (a) de que se requerirá una segunda visita dos días después para una segunda sesión que durará 5 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar al teléfono 4921375254.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al teléfono anteriormente mencionado.

-----  
Nombre del Participante  
(en letras de imprenta)

-----  
Firma del Participante

Fecha:

### Anexo 3: Cuestionario

#### Cuestionario

Nombre laberinto:

Nombre:

Edad:

Sexo:

Has consumido: café, alcohol, medicamentos o drogas en las últimas 4 horas Si\_\_\_No\_\_\_

Cuáles:

¿Practicas algún deporte? Si\_\_\_No\_\_\_Cuál:

¿Tienes algún problema de la vista? Si\_\_\_No\_\_\_Cuál:

¿Has jugado videojuegos? ¿Cada cuánto juegas videojuegos?

¿Alguna figura se te hizo más difícil de encontrar en el laberinto? Si\_\_\_No\_\_\_Cuál:

#### Anexos 4: Tablas

		N	Media	Desviación estándar	Error Estándar
Tiempo ensayo 1	Control Hombres	7	206.647143	67.4761731	25.5035962
	Control Mujeres	7	229.904000	50.0761860	18.9270192
	Experimental Hombres	7	126.788857	74.5400910	28.1735062
	Experimental Mujeres	6	274.273500	21.7516454	8.8800721

	Total	2 7	207.000778	76.9443181	14.8079409
Tiempo ensayo 2	Control Hombres	7	152.770857	75.5686531	28.5622662
	Control Mujeres	7	205.758571	62.5114176	23.6270950
	Experimental Hombres	7	82.210143	57.0626629	21.5676593
	Experimental Mujeres	6	227.316833	66.0182374	26.9518326
	Total	2 7	164.780667	83.8938334	16.1453758
Tiempo ensayo 3	Control Hombres	7	140.197571	73.1517369	27.6487577
	Control Mujeres	7	169.821143	67.3791570	25.4669275
	Experimental Hombres	7	57.155429	22.5802004	8.5345136
	Experimental Mujeres	6	169.340167	59.4885154	24.2860847
	Total	2 7	132.824444	72.8916986	14.0280139
Tiempo prueba	Control Hombres	7	110.436429	57.8057381	21.8485153
	Control Mujeres	7	157.747000	53.8862615	20.3670924
	Experimental Hombres	7	59.430429	21.2424091	8.0288760
	Experimental Mujeres	6	175.017667	37.2884562	15.2229485
	Total	2 7	123.829741	62.3857205	12.0061375
Desplaz	Control Hombres	7	436.307857	152.5136553	57.6447434

amamiento ensayo 1	Control Mujeres	7	367.796571	94.4906141	35.7140952
	Experimental Hombres	7	253.940429	119.7168949	45.2487331
	Experimental Mujeres	6	389.134833	135.4312432	55.2895735
	Total	27	360.782333	138.0965282	26.5766892
Desplaz amamiento ensayo 2	Control Hombres	7	352.193857	178.4340290	67.4417237
	Control Mujeres	7	355.093143	105.2329822	39.7743287
	Experimental Hombres	7	183.204000	113.0809200	42.7405703
	Experimental Mujeres	6	340.529000	140.3809380	57.3102780
	Total	27	306.541148	149.0017522	28.6754006
Desplaz amamiento ensayo 3	Control Hombres	7	272.298857	120.8384695	45.6726484
	Control Mujeres	7	299.411286	89.1660129	33.7015851
	Experimental Hombres	7	137.353429	42.9727018	16.2421546
	Experimental Mujeres	6	271.637833	91.5605169	37.3794245
	Total	27	244.195259	107.3468140	20.6589040
Desplaz amamiento prueba	Control Hombres	7	258.103286	137.6206885	52.0157310
	Control Mujeres	7	290.583429	68.8289078	26.0148819
	Experimental Hombres	7	118.121857	59.3214859	22.4214142

	Experimental Mujeres	6	280.294500	45.6072755	18.6190922
	Total	27	235.163963	108.6403499	20.9078451
Velocidad ensayo 1	Control Hombres	7	1.620564	.2368351	.0895153
	Control Mujeres	7	1.165338	.1328139	.0501989
	Experimental Hombres	7	1.625127	.4033328	.1524455
	Experimental Mujeres	6	1.065167	.4267952	.1742384
	Total	27	1.380304	.3957564	.0761633
Velocidad ensayo 2	Control Hombres	7	1.748247	.2341487	.0884999
	Control Mujeres	7	1.299655	.2158126	.0815695
	Experimental Hombres	7	1.817618	.2991637	.1130733
	Experimental Mujeres	6	1.185621	.4665299	.1904600
	Total	27	1.524902	.4032765	.0776106
Velocidad ensayo 3	Control Hombres	7	1.767127	.3563931	.1347039
	Control Mujeres	7	1.418251	.2785972	.1052998
	Experimental Hombres	7	2.106500	.1925038	.0727596
	Experimental Mujeres	6	1.364274	.5040889	.2057934
	Total	27	1.675140	.4439409	.0854365

Velocidad prueba	Control Hombres	7	1.820560	.3217744	.1216193
	Control Mujeres	7	1.383770	.3593979	.1358396
	Experimental Hombres	7	3.081690	.9728147	.3676894
	Experimental Mujeres	6	1.262867	.4811615	.1964334
	Total	27	1.910346	.9271367	.1784275
Errores ensayo 1	Control Hombres	7	27.71	10.388	3.926
	Control Mujeres	7	20.00	6.782	2.563
	Experimental Hombres	7	13.86	4.741	1.792
	Experimental Mujeres	6	19.17	4.997	2.040
	Total	27	20.22	8.473	1.631
Errores ensayo 2	Control Hombres	7	20.14	13.297	5.026
	Control Mujeres	7	17.43	7.208	2.724
	Experimental Hombres	7	4.86	7.819	2.955
	Experimental Mujeres	6	15.17	6.795	2.774
	Total	27	14.37	10.573	2.035
Errores ensayo 3	Control Hombres	7	13.86	10.057	3.801
	Control Mujeres	7	13.29	4.855	1.835

	Experimental Hombres	7	1.57	2.878	1.088
	Experimental Mujeres	6	10.67	5.610	2.290
	Total	27	9.81	7.928	1.526
Errores prueba	Control Hombres	7	11.29	12.230	4.622
	Control Mujeres	7	9.43	4.577	1.730
	Experimental Hombres	7	1.29	2.984	1.128
	Experimental Mujeres	6	9.17	3.430	1.400
	Total	27	7.74	7.714	1.485

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tiempo s1	Between Groups	75864.159	3	25288.053	7.450	.001
	Within Groups	78066.971	23	3394.216		
	Total	153931.130	26			

o s2	Tiemp	Between	83953.842	3	27984.61	6.499	.002
		Groups			4		
		Within	99038.715	23	4306.031		
		Groups					
		Total	182992.557	26			
o s3	Tiemp	Between	58042.818	3	19347.60	5.555	.005
		Groups			6		
		Within	80100.374	23	3482.625		
		Groups					
		Total	138143.193	26			
o s4	Tiemp	Between	54060.451	3	18020.15	8.794	.000
		Groups			0		
		Within	47130.980	23	2049.173		
		Groups					
		Total	101191.431	26			
1	Desp	Between	125002.664	3	41667.55	2.584	.078
		Groups			5		
		Within	370834.265	23	16123.22		
		Groups			9		
		Total	495836.929	26			
2	Desp	Between	144505.671	3	48168.55	2.560	.080
		Groups			7		



	Within Groups	432733.905	23	18814.51 8		
	Total	577239.576	26			
Desp 3	Between Groups	111295.159	3	37098.38 6	4.531	.012
	Within Groups	188311.641	23	8187.463		
	Total	299606.801	26			
Desp 4	Between Groups	133295.282	3	44431.76 1	5.888	.004
	Within Groups	173575.585	23	7546.765		
	Total	306870.867	26			
Veloci dad 1	Between Groups	1.743	3	.581	5.737	.004
	Within Groups	2.329	23	.101		
	Total	4.072	26			
Veloci dad 2	Between Groups	1.995	3	.665	6.847	.002
	Within Groups	2.234	23	.097		
	Total	4.228	26			

Velocidad 3	Between Groups	2.404	3	.801	6.773	.002
	Within Groups	2.721	23	.118		
	Total	5.124	26			
Velocidad 4	Between Groups	14.117	3	4.706	13.148	.000
	Within Groups	8.232	23	.358		
	Total	22.349	26			
Errores 1	Between Groups	683.548	3	227.849	4.429	.013
	Within Groups	1183.119	23	51.440		
	Total	1866.667	26			
Errores 2	Between Groups	936.034	3	312.011	3.642	.028
	Within Groups	1970.262	23	85.664		
	Total	2906.296	26			
Errores 3	Between Groups	678.741	3	226.247	5.447	.006

	Within Groups	955.333	23	41.536		
	Total	1634.074	26			
Errors 4	Between Groups	411.780	3	137.260	2.780	.064
	Within Groups	1135.405	23	49.365		
	Total	1547.185	26			

**Post Hoc Tests**

**Multiple Comparisons**

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Grupo	(J) Grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound

Tiempo s1	Control Hombres	Control Mujeres	- 23.2568571	31.14 12274	.877	- 109.4341 22	62.92 0408
		Experimental Hombres	79.85828 57	31.14 12274	.076	- 6.318979	166.0 35551
		Experimental Mujeres	- 67.6263571	32.41 28171	.187	- 157.3224 99	22.06 9784
	Control Mujeres	Control Hombres	23.25685 71	31.14 12274	.877	- 62.92040 8	109.4 34122
		Experimental Hombres	103.1151 429*	31.14 12274	.015	16.93 7878	189.2 92408
		Experimental Mujeres	- 44.3695000	32.41 28171	.531	- 134.0656 41	45.32 6641
	Experimental Hombres	Control Hombres	- 79.8582857	31.14 12274	.076	- 166.0355 51	6.318 979
		Control Mujeres	- 103.115142 9*	31.14 12274	.015	- 189.2924 08	- 16.93787 8
		Experimental Mujeres	- 147.484642 9*	32.41 28171	.001	- 237.1807 84	- 57.78850 1
	Experimental Mujeres	Control Hombres	67.62635 71	32.41 28171	.187	- 22.06978 4	157.3 22499

	Control		44.36950	32.41	.531	-	134.0
	Mujeres		00	28171		45.32664	65641
						1	
	Experimental		147.4846	32.41	.001	57.78	237.1
	Hombres		429*	28171		8501	80784
Tiempo s2	Control	Control	-	35.07	.448	-	44.07
Hombres	Mujeres		52.9877143	55556		150.0524	7036
						64	
	Experimental		70.56071	35.07	.213	-	167.6
	Hombres		43	55556		26.50403	25464
						6	
	Experimental		-	36.50	.202	-	26.48
	Mujeres		74.5459762	77958		175.5741	2219
						71	
	Control	Control	52.98771	35.07	.448	-	150.0
	Mujeres	Hombres	43	55556		44.07703	52464
						6	
	Experimental		123.5484	35.07	.009	26.48	220.6
	Hombres		286*	55556		3678	13179
	Experimental		-	36.50	.934	-	79.46
	Mujeres		21.5582619	77958		122.5864	9933
						57	
	Experimenta	Control	-	35.07	.213	-	26.50
	I Hombres	Hombres	70.5607143	55556		167.6254	4036
						64	
		Control	-	35.07	.009	-	-
		Mujeres	123.548428	55556		220.6131	26.48367
			6*			79	8

	Experimental	-	36.50	.003	-	-
	Mujeres	145.106690	77958		246.1348	44.07849
		5*			86	5
	Experimenta	74.54597	36.50	.202	-	175.5
I	Mujeres	62	77958		26.48221	74171
	Control				9	
	Hombres					
	Control	21.55826	36.50	.934	-	122.5
	Mujeres	19	77958		79.46993	86457
					3	
	Experimental	145.1066	36.50	.003	44.07	246.1
	Hombres	905*	77958		8495	34886
Tiempo s3	Control	-	31.54	.784	-	57.66
Hombres	Mujeres	29.6235714	41866		116.9159	8805
					47	
	Experimental	83.04214	31.54	.066	-	170.3
	Hombres	29	41866		4.250233	34519
	Experimental	-	32.83	.811	-	61.71
	Mujeres	29.1425952	22304		119.9993	4190
					81	
	Control	29.62357	31.54	.784	-	116.9
	Mujeres	14	41866		57.66880	15947
					5	
	Experimental	112.6657	31.54	.008	25.37	199.9
	Hombres	143*	41866		3338	58090
	Experimental	.4809762	32.83	1.000	-	91.33
	Mujeres		22304		90.37580	7762
					9	

	Experimenta	Control	-	31.54	.066	-	4.250
	I Hombres	Hombres	83.0421429	41866		170.3345	233
						19	
		Control	-	31.54	.008	-	-
		Mujeres	112.665714	41866		199.9580	25.37333
			3*			90	8
		Experimental	-	32.83	.012	-	-
		Mujeres	112.184738	22304		203.0415	21.32795
			1*			24	2
	Experimenta	Control	29.14259	32.83	.811	-	119.9
	I Mujeres	Hombres	52	22304		61.71419	99381
						0	
		Control	-	32.83	1.000	-	90.37
	Mujeres	.4809762	22304		91.33776	5809	
					2		
		Experimental	112.1847	32.83	.012	21.32	203.0
		Hombres	381*	22304		7952	41524
Tiempo s4	Control	Control	-	24.19	.234	-	19.64
	Hombres	Mujeres	47.3105714	66528		114.2700	8940
						83	
		Experimental	51.00600	24.19	.180	-	117.9
	Hombres	00	66528		15.95351	65511	
					1		
	Experimental	-	25.18	.076	-	5.112	
	Mujeres	64.5812381	46747		134.2749	431	
					07		
	Control	Control	47.31057	24.19	.234	-	114.2
	Mujeres	Hombres	14	66528		19.64894	70083
						0	

	Experimental		98.31657	24.19	.003	31.35	165.2
	Hombres		14*	66528		7060	76083
	Experimental		-	25.18	.901	-	52.42
	Mujeres		17.2706667	46747		86.964336	3002
	Experimenta	Control	-	24.19	.180	-	15.95
I	Hombres	Hombres	51.0060000	66528		117.965511	3511
	Control		-	24.19	.003	-	-
	Mujeres		98.3165714*	66528		165.276083	31.357060
	Experimental		-	25.18	.001	-	-
	Mujeres		115.5872381*	46747		185.280907	45.893569
	Experimenta	Control	64.58123	25.18	.076	-	134.2
I	Mujeres	Hombres	81	46747		5.112431	74907
	Control		17.27066	25.18	.901	-	86.96
	Mujeres		67	46747		52.423002	4336
	Experimental		115.5872	25.18	.001	45.89	185.2
	Hombres		381*	46747		3569	80907
Desp 1	Control	Control	68.51128	67.87	.746	-	256.3
	Hombres	Mujeres	57	22096		119.311799	34371
	Experimental		182.3674	67.87	.059	-	370.1
	Hombres		286	22096		5.455657	90514



	Experimental	47.17302	70.64	.908	-	242.6
	Mujeres	38	36355		148.3194	65489
					41	
Control	Control	-	67.87	.746	-	119.3
Mujeres	Hombres	68.5112857	22096		256.3343	11799
					71	
	Experimental	113.8561	67.87	.358	-	301.6
	Hombres	429	22096		73.96694	79228
					2	
	Experimental	-	70.64	.990	-	174.1
	Mujeres	21.3382619	36355		216.8307	54203
					27	
Experimenta	Control	-	67.87	.059	-	5.455
I Hombres	Hombres	182.367428	22096		370.1905	657
		6			14	
	Control	-	67.87	.358	-	73.96
	Mujeres	113.856142	22096		301.6792	6942
		9			28	
	Experimental	-	70.64	.250	-	60.29
	Mujeres	135.194404	36355		330.6868	8060
		8			70	
Experimenta	Control	-	70.64	.908	-	148.3
I Mujeres	Hombres	47.1730238	36355		242.6654	19441
					89	
	Control	21.33826	70.64	.990	-	216.8
	Mujeres	19	36355		174.1542	30727
					03	

		Experimental	135.1944	70.64	.250	-	330.6
		Hombres	048	36355		60.29806	86870
						0	
Desp 2	Control	Control	-	73.31	1.000	-	199.9
	Hombres	Mujeres	2.8992857	83228		205.7934	94854
						26	
		Experimental	168.9898	73.31	.126	-	371.8
		Hombres	571	83228		33.90428	83997
						3	
		Experimental	11.66485	76.31	.999	-	222.8
		Mujeres	71	21299		199.5140	43773
						59	
	Control	Control	2.899285	73.31	1.000	-	205.7
	Mujeres	Hombres	7	83228		199.9948	93426
						54	
		Experimental	171.8891	73.31	.117	-	374.7
		Hombres	429	83228		31.00499	83283
						7	
		Experimental	14.56414	76.31	.997	-	225.7
		Mujeres	29	21299		196.6147	43059
						73	
	Experimenta	Control	-	73.31	.126	-	33.90
	I Hombres	Hombres	168.989857	83228		371.8839	4283
			1			97	
		Control	-	73.31	.117	-	31.00
		Mujeres	171.889142	83228		374.7832	4997
			9			83	

	Experimental		-	76.31	.196	-	53.85
	Mujeres		157.325000	21299		368.5039	3916
			0			16	
	Experimenta	Control	-	76.31	.999	-	199.5
I	Mujeres	Hombres	11.6648571	21299		222.8437	14059
						73	
	Control		-	76.31	.997	-	196.6
	Mujeres		14.5641429	21299		225.7430	14773
						59	
	Experimental		157.3250	76.31	.196	-	368.5
	Hombres		000	21299		53.85391	03916
						6	
Desp 3	Control	Control	-	48.36	.943	-	106.7
	Hombres	Mujeres	27.1124286	60526		160.9560	31177
						34	
	Experimental		134.9454	48.36	.048	1.101	268.7
	Hombres		286*	60526		823	89034
	Experimental		.6610238	50.34	1.000	-	139.9
	Mujeres			09836		138.6478	69865
						17	
	Control	Control	27.11242	48.36	.943	-	160.9
	Mujeres	Hombres	86	60526		106.7311	56034
						77	
	Experimental		162.0578	48.36	.014	28.21	295.9
	Hombres		571*	60526		4252	01462
	Experimental		27.77345	50.34	.945	-	167.0
	Mujeres		24	09836		111.5353	82293
						89	

	Experimenta I Hombres	Control Hombres	- 134.945428 6*	48.36 60526	.048	- 268.7890 34	- 1.101823
		Control Mujeres	- 162.057857 1*	48.36 60526	.014	- 295.9014 62	- 28.21425 2
		Experimental Mujeres	- 134.284404 8	50.34 09836	.062	- 273.5932 46	5.024 436
	Experimenta I Mujeres	Control Hombres	- .6610238	50.34 09836	1.000	- 139.9698 65	138.6 47817
		Control Mujeres	- 27.7734524	50.34 09836	.945	- 167.0822 93	111.5 35389
		Experimental Hombres	134.2844 048	50.34 09836	.062	- 5.024436	273.5 93246
Desp 4	Control Hombres	Control Mujeres	- 32.4801429	46.43 50993	.896	- 160.9802 12	96.01 9926
		Experimental Hombres	139.9814 286*	46.43 50993	.029	11.48 1360	268.4 81497
		Experimental Mujeres	- 22.1912143	48.33 11837	.967	- 155.9383 26	111.5 55898
	Control Mujeres	Control Hombres	32.48014 29	46.43 50993	.896	- 96.01992 6	160.9 80212

		Experimental	172.4615	46.43	.006	43.96	300.9
		Hombres	714*	50993		1503	61640
		Experimental	10.28892	48.33	.996	-	144.0
		Mujeres	86	11837		123.4581	36041
						84	
	Experimenta	Control	-	46.43	.029	-	-
	I Hombres	Hombres	139.981428	50993		268.4814	11.48136
			6*			97	0
		Control	-	46.43	.006	-	-
		Mujeres	172.461571	50993		300.9616	43.96150
			4*			40	3
		Experimental	-	48.33	.014	-	-
		Mujeres	162.172642	11837		295.9197	28.42553
			9*			55	1
	Experimenta	Control	22.19121	48.33	.967	-	155.9
	I Mujeres	Hombres	43	11837		111.5558	38326
						98	
		Control	-	48.33	.996	-	123.4
		Mujeres	10.2889286	11837		144.0360	58184
						41	
		Experimental	162.1726	48.33	.014	28.42	295.9
		Hombres	429*	11837		5531	19755
1	Velocidad	Control	.4552260	.1701	.061	-	.9259
	Hombres	Mujeres		011		.015496	47
		Experimental	-	.1701	1.000	-	.4661
		Hombres	.0045632	011		.475285	58

		Experimental	.5553970	.1770	.022	.0654	1.045
		Mujeres	*	468		55	339
	Control	Control	-	.1701	.061	-	.0154
	Mujeres	Hombres	.4552260	011		.925947	96
		Experimental	-	.1701	.057	-	.0109
		Hombres	.4597892	011		.930511	32
		Experimental	.1001710	.1770	.941	-	.5901
		Mujeres		468		.389771	13
	Experimenta	Control	.0045632	.1701	1.000	-	.4752
	I Hombres	Hombres		011		.466158	85
		Control	.4597892	.1701	.057	-	.9305
		Mujeres		011		.010932	11
		Experimental	.5599602	.1770	.021	.0700	1.049
		Mujeres	*	468		18	903
	Experimenta	Control	-	.1770	.022	-	-
	I Mujeres	Hombres	.5553970*	468		1.045339	.065455
		Control	-	.1770	.941	-	.3897
		Mujeres	.1001710	468		.590113	71
		Experimental	-	.1770	.021	-	-
		Hombres	.5599602*	468		1.049903	.070018
2	Velocidad	Control	.4485924	.1665	.058	-	.9095
	Hombres	Mujeres		749		.012371	56
		Experimental	-	.1665	.975	-	.3915
		Hombres	.0693708	749		.530334	93

		Experimental	.5626259	.1733	.017	.0828	1.042
		Mujeres	*	766		40	412
	Control	Control	-	.1665	.058	-	.0123
	Mujeres	Hombres	.4485924	749		.909556	71
		Experimental	-	.1665	.024	-	-
		Hombres	.5179633*	749		.978927	.057000
		Experimental	.1140335	.1733	.912	-	.5938
		Mujeres		766		.365752	19
	Experimenta	Control	.0693708	.1665	.975	-	.5303
	I Hombres	Hombres		749		.391593	34
		Control	.5179633	.1665	.024	.0570	.9789
		Mujeres	*	749		00	27
		Experimental	.6319968	.1733	.007	.1522	1.111
		Mujeres	*	766		11	783
	Experimenta	Control	-	.1733	.017	-	-
	I Mujeres	Hombres	.5626259*	766		1.042412	.082840
		Control	-	.1733	.912	-	.3657
		Mujeres	.1140335	766		.593819	52
		Experimental	-	.1733	.007	-	-
		Hombres	.6319968*	766		1.111783	.152211
3	Velocidad	Control	.3488759	.1838	.257	-	.8576
	Hombres	Mujeres		400		.159865	17
		Experimental	-	.1838	.278	-	.1693
		Hombres	.3393730	400		.848114	68

		Experimental	.4028533	.1913	.181	-	.9323
		Mujeres		467		.126661	68
	Control	Control	-	.1838	.257	-	.1598
	Mujeres	Hombres	.3488759	400		.857617	65
		Experimental	-	.1838	.005	-	-
		Hombres	.6882489*	400		1.196990	.179508
		Experimental	.0539774	.1913	.992	-	.5834
		Mujeres		467		.475537	92
	Experimenta	Control	.3393730	.1838	.278	-	.8481
	I Hombres	Hombres		400		.169368	14
		Control	.6882489	.1838	.005	.1795	1.196
		Mujeres	*	400		08	990
		Experimental	.7422263	.1913	.004	.2127	1.271
		Mujeres	*	467		12	741
	Experimenta	Control	-	.1913	.181	-	.1266
	I Mujeres	Hombres	.4028533	467		.932368	61
		Control	-	.1913	.992	-	.4755
		Mujeres	.0539774	467		.583492	37
		Experimental	-	.1913	.004	-	-
		Hombres	.7422263*	467		1.271741	.212712
4	Velocidad	Control	.4367895	.3197	.532	-	1.321
	Hombres	Mujeres		830		.448148	727
		Experimental	-	.3197	.003	-	-
		Hombres	1.2611307*	830		2.146068	.376194



		Experimental	.5576932	.3328	.359	-	1.478
		Mujeres		407		.363379	765
	Control	Control	-	.3197	.532	-	.4481
	Mujeres	Hombres	.4367895	830		1.321727	48
		Experimental	-	.3197	.000	-	-
		Hombres	1.6979201*	830		2.582857	.812983
		Experimental	.1209037	.3328	.983	-	1.041
		Mujeres		407		.800168	975
	Experimenta	Control	1.261130	.3197	.003	.3761	2.146
	I Hombres	Hombres	7*	830		94	068
		Control	1.697920	.3197	.000	.8129	2.582
		Mujeres	1*	830		83	857
		Experimental	1.818823	.3328	.000	.8977	2.739
		Mujeres	8*	407		52	896
	Experimenta	Control	-	.3328	.359	-	.3633
	I Mujeres	Hombres	.5576932	407		1.478765	79
		Control	-	.3328	.983	-	.8001
		Mujeres	.1209037	407		1.041975	68
		Experimental	-	.3328	.000	-	-
		Hombres	1.8188238*	407		2.739896	.897752
Errores 1	Control	Control	7.714	3.834	.213	-2.89	18.32
	Hombres	Mujeres					
		Experimental	13.857*	3.834	.007	3.25	24.47
		Hombres					

		Experimental Mujeres	8.548	3.990	.170	-2.49	19.59
	Control Mujeres	Control Hombres	-7.714	3.834	.213	- 18.32	2.89
		Experimental Hombres	6.143	3.834	.397	-4.47	16.75
		Experimental Mujeres	.833	3.990	.997	- 10.21	11.88
	Experimenta I Hombres	Control Hombres	-13.857*	3.834	.007	- 24.47	-3.25
		Control Mujeres	-6.143	3.834	.397	- 16.75	4.47
		Experimental Mujeres	-5.310	3.990	.554	- 16.35	5.73
	Experimenta I Mujeres	Control Hombres	-8.548	3.990	.170	- 19.59	2.49
		Control Mujeres	-.833	3.990	.997	- 11.88	10.21
		Experimental Hombres	5.310	3.990	.554	-5.73	16.35
Errores 2	Control Hombres	Control Mujeres	2.714	4.947	.946	- 10.98	16.40
		Experimental Hombres	15.286*	4.947	.025	1.60	28.98

		Experimental Mujeres	4.976	5.149	.770	-9.27	19.23
	Control Mujeres	Control Hombres	-2.714	4.947	.946	- 16.40	10.98
		Experimental Hombres	12.571	4.947	.080	-1.12	26.26
		Experimental Mujeres	2.262	5.149	.971	- 11.99	16.51
	Experimenta I Hombres	Control Hombres	-15.286*	4.947	.025	- 28.98	-1.60
		Control Mujeres	-12.571	4.947	.080	- 26.26	1.12
		Experimental Mujeres	-10.310	5.149	.216	- 24.56	3.94
	Experimenta I Mujeres	Control Hombres	-4.976	5.149	.770	- 19.23	9.27
		Control Mujeres	-2.262	5.149	.971	- 16.51	11.99
		Experimental Hombres	10.310	5.149	.216	-3.94	24.56
Errores 3	Control Hombres	Control Mujeres	.571	3.445	.998	-8.96	10.10
		Experimental Hombres	12.286*	3.445	.008	2.75	21.82

		Experimental Mujeres	3.190	3.586	.810	-6.73	13.11
	Control Mujeres	Control Hombres	-.571	3.445	.998	- 10.10	8.96
		Experimental Hombres	11.714*	3.445	.012	2.18	21.25
		Experimental Mujeres	2.619	3.586	.884	-7.30	12.54
	Experimenta I Hombres	Control Hombres	-12.286*	3.445	.008	- 21.82	-2.75
		Control Mujeres	-11.714*	3.445	.012	- 21.25	-2.18
		Experimental Mujeres	-9.095	3.586	.080	- 19.02	.83
	Experimenta I Mujeres	Control Hombres	-3.190	3.586	.810	- 13.11	6.73
		Control Mujeres	-2.619	3.586	.884	- 12.54	7.30
		Experimental Hombres	9.095	3.586	.080	-83	19.02
Errores 4	Control Hombres	Control Mujeres	1.857	3.756	.960	-8.54	12.25
		Experimental Hombres	10.000	3.756	.062	-39	20.39

	Experimental Mujeres	2.119	3.909	.948	-8.70	12.94
Control Mujeres	Control Hombres	-1.857	3.756	.960	- 12.25	8.54
	Experimental Hombres	8.143	3.756	.162	-2.25	18.54
	Experimental Mujeres	.262	3.909	1.000	- 10.56	11.08
Experimenta I Hombres	Control Hombres	-10.000	3.756	.062	- 20.39	.39
	Control Mujeres	-8.143	3.756	.162	- 18.54	2.25
	Experimental Mujeres	-7.881	3.909	.211	- 18.70	2.94
Experimenta I Mujeres	Control Hombres	-2.119	3.909	.948	- 12.94	8.70
	Control Mujeres	-.262	3.909	1.000	- 11.08	10.56
	Experimental Hombres	7.881	3.909	.211	-2.94	18.70

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

