

**RELACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE MEMORIA DEPENDIENTES DEL  
HIPOCAMPO Y DEL CUERPO ESTRIADO Y EL DESEMPEÑO ACADÉMICO**

**ANGIE ALEJANDRA FRANCO FRANCO**

**CAMILO JOSÉ SUÁREZ REYES**

**KIARAH ALEJANDRA MORA ALBARRACÍN**

**MARIO ALBERTO ROSERO PAHI**

**DOCENTE DE PROYECTO DE GRADO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PROGRAMA DE PSICOLOGÍA**

**FLORIDABLANCA, 2020**

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b>	7
<b>Summary</b>	7
<b>Introducción</b>	9
<b>Objetivos de investigación</b>	11
<b>Objetivo general</b>	11
<b>Objetivos específicos</b>	11
<b>Planteamiento del problema</b>	11
<b>Formulación de pregunta de investigación</b>	12
<b>Planteamiento de hipótesis</b>	12
<b>Justificación</b>	12
<b>Antecedentes</b>	15
<b>Marco Teórico</b>	21
<b>Concepto de estrés</b>	21
<b>Respuestas fisiológicas derivadas del Estrés</b>	22
<b>Eje Hipotálamo-Pituitaria- Glándula Adrenal</b>	22
<b>Efecto de los glucocorticoides sobre el cerebro: receptores de glucocorticoides</b>	24
<b>Efecto de los glucocorticoides sobre el cerebro: receptores de mineralocorticoides</b>	25
<b>Efectos noradrenérgicos sobre el cerebro mediados por el estrés</b>	27
<b>Efectos del estrés sobre los sistemas de memoria</b>	28
<b>Efecto del estrés sobre los sistemas de memoria: Sistema hipocampal</b>	29
<b>Efecto del estrés sobre los sistemas de memoria: Sistema de memoria estriatal:</b>	30
<b>Rendimiento académico</b>	32
<b>Metodología</b>	33
<b>Participantes</b>	33
<b>Instrumento</b>	33
<b>Diseño</b>	34
<b>Análisis Estadístico</b>	34
<b>Procedimiento</b>	35
<b>Resultados</b>	35
<b>Discusión</b>	43
<b>Conclusiones</b>	46
<b>Recomendaciones</b>	47



## **Tabla de Figuras**

Figura 1. Eje Hipotálamo-Pituitaria-Glándula Adrenal	23
Figura 2. Relación de nivel de glucocorticoides y respuesta adrenocorticotropinergica	25
Figura 3. Proceso de respuesta lenta cuando se modifican los niveles de cortisol	27
Figura 4. A mayor estrés aumentan diversos fallos en los diferentes sistemas de memoria	29

## **Tabla de Gráficos**

Gráfico 1. Histograma de los valores del PGA .....	38
Gráfico 2. Tiempos de reacción promedios.....	39
Gráfico 3. Diagrama de dispersión del desempeño de la memoria hipocampal y el PGA.....	41
Gráfico 4. Diagrama de dispersión de la memoria estriatal y el PGA.....	42
Gráfico 5. Tipos de aprendizaje por sujeto.....	43

## **Tabla de Tablas**

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del PGA.....	36
Tabla 2. Valores extremos del PGA.....	37
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de tiempos de respuesta.....	38
Tabla 4. Comparaciones por parejas .....	39
Tabla 5. Estadísticos descriptivos Desempeño de la memoria hipocampal y el PGA .....	41

## Resumen

Durante, aproximadamente, los últimos 10 años, las neurociencias han venido dibujando un panorama bastante innovador en lo que concierne a la comprensión de la memoria humana basándose en ciertas áreas del cerebro como el *cuero estriado* y el *hipocampo*, definiendo su función y cómo se relaciona esta con procesos complejos como el aprendizaje, en su conceptualización clásica; además de tener en cuenta factores externos como situaciones generadoras de *estrés*, que parecen influir de manera clara en la manera como el cerebro es capaz de recordar inputs o información ya adquirida y que será utilizada en diversas situaciones de la vida humana, en este caso la academia.

El objetivo de esta investigación, de ser posible, será el de establecer una correlación entre la primera variable denominada *rendimiento académico*, cuyo valor de medida será el *PGA* o *Promedio General Acumulado* y dos tipos de memoria basados en el cuerpo estriado y en el hipocampo, conocidos como *memoria estriatal* y *memoria hipocampal* respectivamente. Además, se intentará observar un efecto positivo de cada memoria, sobre el rendimiento académico de los participantes.

Para lo cual, se aplicará una prueba de Tarea de búsqueda múltiple, en la que se pide a los participantes que sigan un objeto en forma de “T”, el cual se encuentra girado a 90° en dirección izquierda o derecha. Este objeto se encuentra rodeado de distractores de formas y orientaciones distintas, que son generados de manera aleatoria para cada participante. Los estímulos son presentados en color azul o rosa, contra un fondo de color gris y son en total 16 elementos distribuidos por cuadrantes. Luego de aplicado el instrumento, se podrá observar qué tipo de efectos produce la utilización de un tipo de memoria u otro, sobre el rendimiento académico de los estudiantes de la UNAB.

***Palabras clave: Cuerpo Estriado, Hipocampo, memoria, memoria estriatal, memoria hipocampal, amígdala, estrés, rendimiento académico. Promedio General Acumulado.***

## Summary

For about the last 10 years, neurosciences have been drawing a rather innovative picture in terms of understanding human memory based on certain areas of the brain (such as the *striatum* and the *hippocampus*), defining its function and how it relates to complex processes such as learning in its classical conceptualization; in addition taking into account external factors such as *stress* generating situations which seem to clearly influence the way the brain is able to remember inputs or information already acquired and that will be used in various situations of human life, in this case, academic performance.

The objective of this research, if possible, will be to establish a correlation between the first variable called *academic performance*, whose measurement value will be the Cumulative General Average or PGA and two types of memory based on the striatum and the hippocampus, known as

*striatal memory* and *hippocampal memory* respectively. In addition, an attempt will be made to observe a positive effect of each memory, on the academic performance of the participants.

For which, a Multiple Search Task test will be applied, in which participants are asked to follow an object in the form of a "T", which is rotated to 90 degrees in the left or right direction. This object is surrounded by distractors of different shapes and orientations, which are randomly generated for each participant. The stimuli are presented in blue or pink, against a gray background and are a total of 16 elements distributed by quadrants. After applying the instrument, it will be possible to observe what kind of effects the use of one type of memory or another produces on the academic performance of UNAB students.

***Keywords: Striatum body, Hippocampus, memory, striatal memory, hippocampal memory, amygdala, stress, academic performance. Cumulative Overall Average***

## Introducción

A continuación, se intentará ahondar en temas relacionados con los sistemas de memoria con los cual cuenta el ser humano, y en qué consisten algunos de ellos. Con el objetivo de estudiar la relación existente entre estos sistemas de memoria y el aprendizaje, e identificar cómo estas dos variables pueden afectar el aprendizaje de individuos que se encuentren inscritos en el ámbito académico universitario.

Pluck, Bravo, Maldonado, Urquizo, Ortiz, Tello, Lara y Trueba (2019) aseguran que la inteligencia es un buen predictor del rendimiento en temas relacionados con el estudio de la matemática en comparación con el estudio de las humanidades. Por otro lado, la predicción de logro académico cambia de manera significativa en relación a su finalidad, es decir, estudiantes cuya meta estaba orientada al mejoramiento personal tuvieron un mejor desempeño académico, a diferencia de aquellos estudiantes cuyo objetivo principal era superar a otros estudiantes, quienes no tuvieron un desempeño académico superior.

Por otro lado, se logra establecer una distinción entre los tipos de memoria implícita y explícita:

La memoria implícita son los recuerdos en los que se basan nuestros hábitos perceptivos y motores. La memoria implícita se forma a partir de tipos de aprendizaje filogenéticamente antiguos, estrechamente ligados a las condiciones particulares de adaptación y supervivencia de cada especie. La Memoria explícita, por su parte, son los recuerdos deliberados y conscientes que tenemos sobre nuestro conocimiento del mundo y sobre nuestras experiencias personales, así pues, es el almacenamiento cerebral de hechos (memoria semántica) y eventos autobiográficos (memoria episódica), es por ello que se expresa de manera consciente y es fácil de declarar

verbalmente o por escrito, lo que le ha valido también, en humanos, el nombre de memoria declarativa (Morgado, 2005, p. 223).

Adicionalmente, gracias a una serie de investigaciones se ha podido identificar la intervención de diferentes sistemas cerebrales como el cuerpo estriado y el lóbulo temporal medial (MTL) en la implementación de memorias. El primer sistema está relacionado con el aprendizaje de hábitos no declarativos, mientras que el aprendizaje declarativo se relaciona con el lóbulo temporal medial (MTL). Así pues, se encuentra que un buen desempeño declarativo está relacionado con un pobre aprendizaje no declarativo. Otro ejemplo, es la interacción existente entre el cuerpo estriado y el lóbulo temporal medial, la cual está relacionada con el efecto del estrés sobre los sistemas de memoria y el aprendizaje, esto fue comprobado con un estudio realizado con roedores en el cual se observó que un mayor nivel de estrógenos estaba relacionado con un mejor aprendizaje basado en la función del hipocampo, por el contrario cuando los niveles de estrógenos descendían se mejoraba el aprendizaje de respuesta al hábito dependiente del estriado. Por otro lado, aunque nuevas investigaciones han empezado a explorar la contribución de las memorias dependiente del hipocampo y cuerpo estriado en el desempeño académico utilizando pruebas neuropsicológicas, aún no existen investigaciones que evalúen el desempeño en memoria dependiente del hipocampo y el cuerpo estriado utilizando tareas neurocognitivas diseñadas específicamente para medir dicho desempeño de una manera sistemática, dinámica y sin mediación del lenguaje.

## **Objetivos de investigación**

### **Objetivo general**

1. Determinar si existe una relación entre rendimiento académico y la predilección entre sistemas de memoria basados en el Hipocampo, o, en el Cuerpo Estriado.

### **Objetivos específicos**

1. Establecer cuál es la relación entre el rendimiento académico y el sistema de memoria Hipocampal.
2. Determinar si existe relación entre el rendimiento académico y el sistema de memoria basado en el Cuerpo Estriado.
3. Establecer qué tipo de memoria, de las nombradas anteriormente, ejerce un efecto positivo en el rendimiento académico soportado por el promedio general acumulado (*PGA*).

## **Planteamiento del problema**

Varios estudios indican que las situaciones que generan estrés en el individuo tienen un efecto sobre los sistemas de memoria dependientes del hipocampo o del cuerpo estriado, éstas pueden llegar a ser las responsables de una predilección entre un sistema de memoria u otro al momento de realizar tareas académicas. Dependiendo de qué tipo de memoria esté siendo más empleada, habrá una influencia positiva o negativa en el rendimiento académico de un estudiante. Aun así, ciertamente se ha logrado dilucidar la relación existente entre el tipo de memoria empleado y la influencia de éste en el rendimiento académico, sin embargo, no existen estudios que examinen

directamente la relación entre el rendimiento académico y el desempeño en la memoria estriatal o hipocampal, es por ello que se decide ahondar en el tema por medio de esta investigación.

### **Formulación de pregunta de investigación**

¿Existe una relación entre el rendimiento académico y los sistemas de memoria estriatal e hipocampal?

### **Planteamiento de hipótesis**

1. Existe una relación directamente proporcional entre el uso de la memoria Hipocampal y el rendimiento académico.
2. Existe una relación inversamente proporcional entre el uso de la memoria Estriatal y el rendimiento académico.

### **Justificación**

Por años el factor de análisis y medición de lo que se conoce como “inteligencia” ha sido el Cociente/Coeficiente Intelectual (CI), término acuñado por el Psicólogo *William Stern* (1912) y basado en *La Escala de Inteligencia Stanford-Binet*, que se fundamenta principalmente en la aplicación de varias pruebas que miden varios ítems, entre los que se encuentran: *razonamiento verbal, razonamiento abstracto, razonamiento visual, razonamiento cuantitativo y memoria a corto plazo.*

Posteriormente, el también Psicólogo *David Weschler*, propondría sus propias escalas de medición de dicho factor las cuales diferenciaría con respecto a la edad del participante, desarrollando entonces el *WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children)* y el *WAIS (The*

*Wechsler Adult Intelligence Scale*), cada una de estas con sus respectivas revisiones a través de los años.

En la actualidad existen muchas otras variaciones de estas escalas que intentan medir el concepto de inteligencia para poder llegar a predecir el desempeño de un individuo en un área específica de trabajo.

Sin embargo, recientes estudios y conocimientos previos en neurociencia cognitiva del desarrollo comienzan a dibujar un nuevo panorama en lo que concierne a la “inteligencia”. Se conoce, por ejemplo, que no todos los individuos experimentan un desarrollo, a nivel cortical similar a otros a pesar de la existencia de diferentes picos de desarrollo en el ser humano de acuerdo con su edad y se sabe que el contexto en donde se encuentre inmerso el sujeto definirá muchas de las características que terminará desarrollando con el tiempo.

De manera tal, se presenta una oportunidad de estudio sumamente interesante basada en artículos relativamente recientes, los cuales demuestran cómo se puede llegar a abordar este concepto de “inteligencia”, ya interpretado desde las escalas de medición de dicha variable, de otra manera, teniendo en cuenta el análisis hecho por las neurociencias sobre áreas específicas del cerebro como el cuerpo estriado y el hipocampo y su relación con lo que se conoce como aprendizaje, que para simplificar este trabajo, se delimitará como las capacidades que posee cada área para almacenar y manipular la información que recibe un individuo y la manera en cómo cada una le permite traer de vuelta dicho conocimiento para una posterior resolución de problemas.

Se pretende entonces, plantear un nuevo panorama para el concepto clásico de inteligencia a través del conocimiento específico del cerebro, de sus áreas, sus funciones y de

cómo trabajan cada una durante una situación en concreto; en este caso, el contexto académico asociado al *promedio general acumulado* (PGA)

Durante la investigación, se pretende demostrar que el aprendizaje es permeado por el contexto del individuo y es posible, que incluso factores como el estrés, generado por distintas situaciones no relacionadas con el escenario académico, generan respuestas específicas por cada área del cerebro, las cuales pueden o no, afectar el desempeño de un individuo al momento de ser evaluado.

Por lo cual, Goldfarb y Phelps (2016) realizaron exitosamente un experimento donde se identificó que la exposición a ciertas situaciones generadoras de estrés resultan ser un predisponente cuyo papel es inhibir o desinhibir el “uso” de un sistema memoria específico. Dichos sistemas, se empieza a entender, cumplen con un papel específico en la integración de información y son favorecidos al momento de desarrollar diferentes tareas cotidianas desde la formación de hábitos hasta el ejercicio académico.

Surge entonces, una manera diferente de entender lo que es la inteligencia y cuáles son algunos de sus mecanismos para poder abordar, entre muchas otras cosas, el contexto académico del que hacen parte todos aquellos quienes estudian hoy en día.

Estudios realizados durante esta mitad de década, han evidenciado neurológicamente, el camino que recorre un input al cerebro y cómo se integra al momento de solucionar un problema.

Será necesario prestar suma atención a cómo se abordan actualmente los diferentes procesos académicos, sus contextos y, por supuesto, sus resultados para poder estimar la efectividad de recursos como el C.I (Cociente Intelectual) al momento de evaluar el concepto de “inteligencia”

## **Antecedentes**

Goldfarb y Phelps (2017) realizaron un estudio en el cual se buscó indagar sobre la relación existente entre la baja exposición al estrés durante la vida y la reducción del tipo de memoria estímulo-respuesta. Inicialmente se sabe que los altos niveles de estrés a lo largo de la vida pueden conducir a problemas en la salud mental, dando lugar a la presencia de ciertas patologías, sin embargo, no se ha indagado sobre las consecuencias de un bajo nivel de estrés y cómo éste puede llegar a afectar el día a día de un individuo. Durante la investigación se pudo demostrar que los efectos de la baja y la alta exposición al estrés de por vida puede llegar a ser, en ambos casos, igualmente negativos.

Específicamente, se investigó la influencia de la baja exposición al estrés sobre la memoria contextual y la memoria basada en estímulo-respuesta. Para la medición de los niveles de estrés se hizo uso del inventario “estrés y ansiedad para adultos”, más conocido como “STRAIN” por sus siglas en inglés, además se evaluó la exposición al estrés de por vida de los participantes utilizando un sistema integral de entrevistas en línea.

Los participantes de este estudio fueron 893 jóvenes sanos que se encontraban finalizando cursos de tiempo completo en el momento de la evaluación y los cuales completaron el STRAIN; de la muestra fueron escogidas 35 personas que se encontraban expuestas a menos de 4 estresores, consideradas entonces como personas con niveles bajos de estrés. Asimismo, 35 de los participantes estuvieron expuestos a 29 estresores, clasificando su nivel de estrés como moderado. Para medir la memoria hipocampal y estriatal se hizo uso de una tarea de búsqueda visual de claves múltiples, tarea que se llevó a cabo en el transcurso de 2 días. En total los sujetos desarrollaron 576 ensayos el primer día y en el segundo día 192 ensayos.

Finalmente, los resultados indicaron que los niveles de exposición al estrés bajos tienen efectos negativos en la memoria. Así pues, individuos que estuvieron expuestos a niveles bajos de estrés tienden a tener un uso significativamente menor de la memoria estímulo- respuesta (SR), prefiriendo a su vez el uso de la memoria de contextual (CC), mientras que los participantes expuestos a niveles moderados de estrés a lo largo de sus vidas cuentan con un mayor uso de la memoria estímulo -respuesta (SR), sobre la memoria de contexto (CC), además el modelo computacional reveló que los participantes con bajos niveles de estrés exhibieron inferior expresión de la memoria contextual que aquellas con estrés moderado. En resumen, el anterior estudio presenta evidencia preliminar de cómo los bajos niveles de estrés pueden estar asociados con deficiencias en las funciones cognitivas en humanos.

De igual manera, Goldfarb y col. (2017), en estudios similares buscaron explicar cómo influye el estrés sobre el aprendizaje, durante la consolidación y recuperación de información. Para esto se realizaron dos experimentos usando una tarea de búsqueda visual en la que se debía identificar un objeto en forma de T entre otros distractores; esta estaba compuesta por 24 bloques (24 ensayos por bloque) y se hizo uso de claves relacionadas con la memoria de contexto y memoria estímulo-respuesta para guiar la atención, en algunas ocasiones (80% de las veces). Así pues, durante el primer experimento, se eligieron 60 participantes mayores de 18 años y menores de 35 años, se tuvieron en cuenta unas variables de inclusión en las cuales se buscaba que los participantes tuvieran un adecuado nivel de inglés, contarán con una visión normal, no estuvieran en estado de embarazo y no toman antidepresivos o ansiolíticos, para la muestra femenina no se tuvo en cuenta la fase de su ciclo menstrual o si tomaban anticonceptivos orales. Durante el experimento se realizó un procedimiento que ayudó a la manipulación del estrés el cual consistió en sumergir la mano de un parte de los participantes durante 3 minutos en agua helada, mientras

que la otra parte (el grupo control) la sumergía en agua a temperatura media. Por otro lado, el nivel de cortisol fue medido por medio de la saliva y se encontró que no hubo una diferencia entre ambos grupos. En conclusión, en el experimento 1 se encontró que la exposición a situaciones estresantes después de aprender actuó con respuestas adrenérgicas durante el aprendizaje para deteriorar la memoria de contexto, lo que llevó a los participantes a hacer uso de la memoria estímulo-respuesta cuando una sola forma de memoria podría ser utilizada. Adicionalmente, se observó que existe una asociación con la variabilidad en el aprendizaje estímulo-respuesta inicial, particularmente, se observó una preferencia del uso de la memoria estímulo-respuesta.

Por otro lado, el segundo experimento busca investigar sobre cómo el estrés administrado inmediatamente antes de la recuperación de información, pero después de la consolidación de la información, puede llegar a alterar la expresión de los dos sistemas de memoria. En este caso, se llevó a cabo la misma tarea de búsqueda visual que en el experimento anterior, teniendo una única diferencia en el momento de la manipulación del estrés. Durante el día 1, los participantes completaron la tarea de búsqueda visual y proporcionaron muestras de saliva antes y después del aprendizaje. En el día 2, proporcionaron una muestra basal de saliva y luego fueron asignados aleatoriamente para introducir la mano en agua fría o en agua a temperatura media, luego se les dio un descanso de 10 minutos antes de continuar con la tarea de búsqueda, eso se hizo para permitir que los niveles de cortisol aumentaran.

En consecuencia, se pudo afirmar que, pese a que la respuesta de cortisol no difiere entre los estudios, cambiar el momento en el que se presenta el estresor sí conduce a diferentes efectos en la memoria. Debido a esto, es posible que una alta respuesta adrenérgica durante el aprendizaje combinado con una respuesta adrenérgica al estímulo estresor, en este caso introducir la mano en

agua fría, puede llegar a perjudicar la memoria del hipocampo y mejorar el aprendizaje dependiente del estriado.

Con la intención de comprender cuáles son los efectos que tiene el estrés en sistemas de aprendizaje y memoria, se tienen en cuenta varias investigaciones que develan posiciones importantes en esta área.

En el trabajo titulado “La modulación del estriado basado en lóbulos temporales no declarativos y medios basados en la memoria declarativa predicen el logro académico a nivel universitario” realizado por varios autores de dos universidades en Ecuador, además de ser reciente e innovador en este campo, brinda una de las primeras aproximaciones a dos tipos de procesos en la memoria a largo plazo anteriormente mencionados: procesos declarativo y no declarativos, tal como sugieren otros estudios neuropsicológicos al respecto.

Las memorias declarativas se caracterizan por poder ser representadas de manera verbal o representadas en imágenes y por surgir del Lóbulo Temporal Medial (MTL); y las memorias no declarativas, provenientes de otros sistemas cerebrales que incluyen en Cerebelo y la Neocorteza. Estas últimas parecen establecerse en un sistema de aprendizaje dependiente del Estriado.

Así pues, realizaron un estudio de tipo exploratorio analizando el papel de la capacidad de memoria a largo plazo y su interacción en el rendimiento académico a nivel universitario el cual se justifica ya que los estudiantes deben aprender diversos hechos y emplearlos de distintas maneras en una forma declarativa. Sin embargo, también se resalta la importancia del proceso de aprendizaje estriatal no declarativo, pues así se desarrollan un cierto sentido de la intuición, el cual modula respuestas adaptativas a varias situaciones, lo que, a su vez, se asemeja significativamente a los tipos de aprendizaje que se ven en la educación superior.

En concreto, la muestra de 120 estudiantes de la universidad de Chimborazo Ecuador se caracterizó por pertenecer a dos facultades diferentes (Psicología e Ingeniería Industrial) y fue estudiada y comparada, con respecto a su disciplina, a través de muchos instrumentos donde se tuvieron en cuenta factores como el promedio general acumulado, sobre el cual no hubo muchas diferencias entre los grupos. El único factor rescatable fue el género ya que se cree que el sistema de activación de la memoria está relacionado con el ciclo menstrual femenino.

Por lo tanto, para proporcionar una prueba relativamente pura de memoria declarativa relacionada con el MTL fue necesario presentarle a los participantes un estímulo neutro sobre el cual se evaluaría su capacidad para memorizarlo, pero sin informarles de aquello en un primer momento, todo en aras de disminuir al máximo la elaboración de estrategias para memorizar dicho estímulo y centrar el procesamiento en el MTL.

Para medir el aprendizaje no declarativo basado en el cuerpo estriado se utilizó una tarea de clasificación de categoría probabilística relacionada con la predicción del clima sobre la cual se pudo apreciar que tiene un alto componente probabilístico independiente del aprendizaje. Sin embargo, parece ser que se puede aprender de manera no declarativa.

En conclusión, los resultados de este estudio muestran que el aprendizaje no declarativo basado en el estriado y la modulación descendente del MTL en procesos declarativos, son mejores indicadores al momento de predecir el éxito académico en relación a una medición base del aprendizaje declarativo basado en el MTL.

Por otro lado, Goldfarb, Chun y Phelps (2015) realizaron otro estudio con el fin de demostrar cual es el impacto de la memoria estriatal en la focalización de la atención ya que se conoce que existe, en este caso, una relación estrecha entre los sistemas de memoria hipocampal y dicha

orientación atencional guiadas por memorias. Se reconoce entonces, que la memoria no es un proceso unitario que dependa de una sola red de estructuras neuronales y por lo tanto se hace necesario este estudio.

Los autores consideran que se puede aprender de otra manera utilizando señales informativas diferentes para guiar la atención de los participantes, lo que implica que un cambio de señal genera un cambio en el tipo de sistema de memoria que se está utilizando en un momento dado. En consecuencia, se busca la utilización del sistema de memoria estriatal. La investigación tuvo como fin demostrar que ambos tipos de aprendizaje, de refuerzo y memoria de contexto facilitan de manera sustancial el proceso de atención en las tareas de búsqueda visual.

Para tal fin, los investigadores se valieron de una resonancia magnética funcional para identificar las estructuras que se activaban cuando se orientaba la atención por memorias dependientes del hipocampo o memorias dependientes del estriado. El hipocampo se beneficia de la atención prevista de la memoria de contexto mientras que el cuerpo estriado predice la facilitación del proceso de estímulo respuesta asociada a las acciones, estas respuestas se relacionaron estrechamente con los diferentes tipos de atención individual en cada atención guiada por la memoria y son estos mismos recuerdos los que guían nuestra atención. Además, el estudio pretende tener evidencias de alto impacto haciendo énfasis en el papel del cuerpo estriado y en su capacidad orientadora.

Este experimento demuestra un hecho antes expuesto: Dependiendo de la tarea que enfrenta el individuo, se tiene la facultad de favorecer un sistema de memoria u otro.

## **Marco Teórico**

El inicio de una nueva etapa académica puede dar lugar al incremento de acontecimientos estresantes, lo que implica afrontar cambios de suma importancia para orientar el aprendizaje. En esta nueva fase académica los estudiantes requieren de una mayor responsabilidad, autonomía y de diversas capacidades para enfrentar cambios en la forma de enseñanza y aprendizaje, además estarán expuestos a distintos mecanismos de evaluación con un mayor nivel de exigencia en las diferentes competencias. En la mayoría de los casos, esta etapa puede afectar la individualidad del estudiante, dando paso a factores que podrían incrementar sus niveles de estrés, llegando a presentar algún malestar significativo que afecte o deteriore su rendimiento y funcionamiento (Micin y Bagladi, 2011). Esta experiencia suele llevarse de forma individual y su desarrollo tiende a depender de la interacción entre el contexto, el mismo individuo y la capacidad de afrontar o adaptarse al medio.

### **Concepto de estrés**

Para realizar esta primera aproximación sobre el concepto de estrés, es necesario tomar como referencia la definición desarrollada por Lazarus y Folkman (1984), donde definen el estrés psicológico como una “relación particular entre el individuo y su entorno que es evaluado por el propio sujeto como amenazante o desbordante de sus recursos y que pone en peligro su bienestar”. Para que se origine una respuesta de estrés deben existir condiciones internas y externas que determinan cómo cada individuo puede actuar de manera diferente ante un estímulo dependiendo de su historial de aprendizaje.

Por otro lado, el término estrés suele asociarse a un estado patológico según Cupani y Zalazar-Jaime (2014)., el cual alude a una reacción del ser humano ante diversas situaciones de

sobrecarga, que pueden tener un valor adaptativo en tanto se generan respuestas eficaces y controladas por el sujeto.

### **Respuestas fisiológicas derivadas del Estrés**

Antes de hablar sobre el estrés y sus efectos sobre el aprendizaje, es necesario descomponer y describir de manera detallada el impacto que dicho factor tiene sobre el cuerpo humano, motivo por el cual, se va a describir el proceso que ocurre a nivel corporal cuando un individuo se enfrenta a estímulos generadores de estrés.

### **Eje Hipotálamo-Pituitaria- Glándula Adrenal**

Inicialmente, cuando un ser humano se expone a un estímulo amenazante, a través de las neuronas se envía un mensaje que activa el núcleo paraventricular del hipotálamo mediante un grupo de neuronas situadas en la amígdala que, a su vez activa la glándula pituitaria, desde donde se secreta la corticotropina, sustancia que viaja por el torrente sanguíneo. Este mensaje neurohormonal es recibido por las glándulas suprarrenales en los riñones, quienes van a liberar en la sangre dos hormonas: La adrenalina y el cortisol. De manera similar, estructuras como la amígdala y el hipocampo se ven moduladas en la estimulación del núcleo paraventricular, dando paso a procesos de síntesis y liberación de corticotropina, la cual se dirige hacia la hipófisis produciendo la hormona de crecimiento y al mismo tiempo inicia la liberación de adrenocorticotropina, controlando la liberación de corticosteroides que al ser liberados en el torrente sanguíneo llegan a la corteza de las glándulas suprarrenales y estimula en ellas la producción y liberación de los glucocorticoides.

La primera en generar un cambio periférico en el cuerpo en cuestión de segundos es la adrenalina, que se encarga de aumentar la frecuencia cardiaca y respiratoria, de dilatar las pupilas, tensionar músculos y activar un estado de alerta en el cuerpo para enfrentar una posible amenaza. Mientras tanto, el estradiol, más conocido como E2, retorna al cerebro generando cambios importantes en algunas estructuras cerebrales tales como la amígdala, hipocampo e hipotálamo, ejerciendo un efecto inhibitor en esta última estructura, al suprimir la descarga de corticotropina.

Por otro lado, el cortisol ejerce su efecto en el cuerpo luego de varios minutos de haberse iniciado su producción y dicho impacto se registra de la siguiente manera:

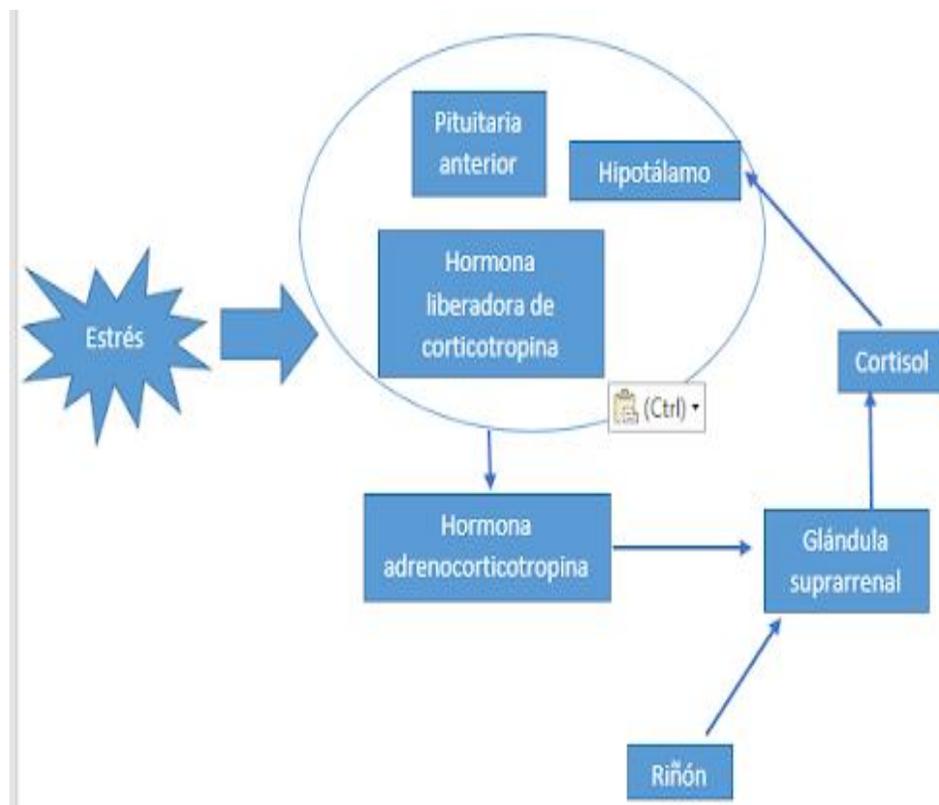
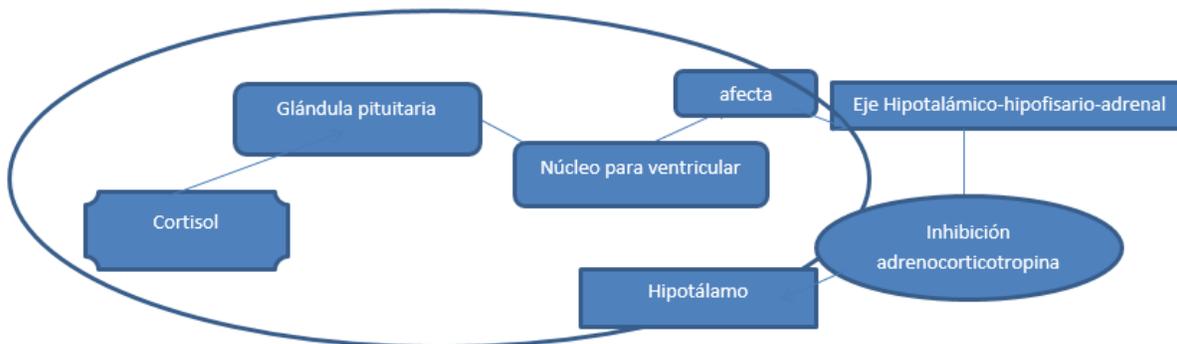


Figura 1. Eje Hipotálamo-Pituitaria-Glándula Adrenal

*El estrés actúa sobre el eje Hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA) que estimula la liberación de Glucocorticoides (Cortisol). Este ciclo que se lleva a cabo por el cortisol inicia en la glándula suprarrenal ubicada en la parte superior de los riñones. Una vez el cortisol llega al hipotálamo, éste junto a la pituitaria anterior y la hormona liberadora de corticotropina dan lugar a la hormona de adrenocorticotropina.*

### **Efecto de los glucocorticoides sobre el cerebro: receptores de glucocorticoides**

Como se mencionó anteriormente, el estrés actúa sobre el eje HHA el cual estimula la liberación de Glucocorticoides (Cortisol), específicamente, cuando el cortisol llega al cerebro activa dos tipos de receptores en el cerebro: Los receptores de glucocorticoides también conocidos como receptores tipo II y los Receptores de Mineralocorticoides, receptores tipo I, ambos receptores distribuidos ampliamente en el sistema nervioso central. En este sentido, cuando los niveles de glucocorticoides aumentan, debido a que el individuo está expuesto a una situación generadora de estrés estos receptores se ven implicados en la inhibición de la respuesta de adrenocorticotropina, la cual se encuentra mediada por el hipotálamo. (Vogel, Fernández, Joëls y Schwabe, 2016)



*Figura 2. Relación de nivel de glucocorticoides y respuesta adrenocorticotropinergica*

El gráfico muestra el proceso sobre a mayor nivel de glucocorticoides, se disminuye la respuesta adrenocorticotropina la cual es mediada por el hipotálamo

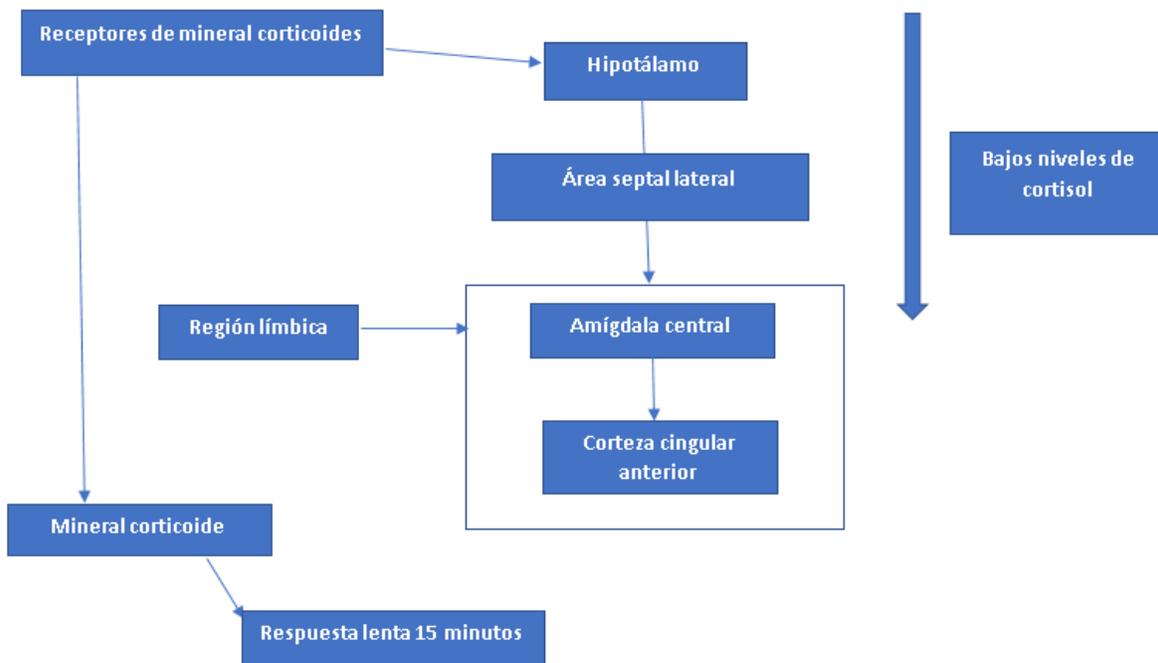
### **Efecto de los glucocorticoides sobre el cerebro: receptores de mineralocorticoides**

Se ha observado que la mayor cantidad de receptores mineralocorticoides, se encuentran en el hipocampo, el área septal lateral, regiones límbicas como la amígdala central y la corteza singular anterior. Así pues, cuando las concentraciones de glucocorticoides son bajas, estos se tienden a unir con los mineralocorticoides (MR) debido a que existe una mayor afinidad entre ellos y generan una respuesta lenta, la cual tarda 15 minutos aproximadamente.

Al respecto de los niveles de cortisol, solo en ocasiones en que estos pasan a ser muy altos, debido a una situación estresante, se unen a los receptores glucocorticoides, quienes además tienen la capacidad de modular la actividad genómica, interviniendo en la transcripción de genes, de lo contrario se unirán a los receptores mineralocorticoides.

Es de particular importancia considerar que existen receptores mineralocorticoides en el área tegmental ventral, en este sentido también se resalta la relación que existe entre la actividad

dopaminérgica y los glucocorticoides, para ello se describe brevemente el sistema dopaminérgico. Existen dos núcleos que agrupan la mayor parte de neuronas dopaminérgicas, uno de ellos es el área tegmental ventral (VTA) y el otro la sustancia negra. Los axones de las neuronas del área tegmental ventral utilizan por lo general dos vías para comunicarse con el resto del cerebro, las cuales son: la vía mesocortical que transporta la dopamina desde el área tegmental ventral hasta la corteza frontal, la vía mesolímbica que transporta la dopamina desde el área ventral tegmental hasta el núcleo accumbens (estriado ventral), y finalmente la vía nigroestriatal, encargada de transportar la dopamina desde la sustancia negra hasta el cuerpo estriado.(Vogel *et al.* 2016). En este orden de ideas la activación del área tegmental ventral a través del cortisol va a activar directamente el núcleo accumbens (estriado ventral) y favorecerá la formación de hábitos. Esta ruta es de particular relevancia para la modulación del sistema estriatal de memoria por el estrés.



*Figura 3. Proceso de respuesta lenta cuando se modifican los niveles de cortisol*

### **Efectos noradrenérgicos sobre el cerebro mediados por el estrés**

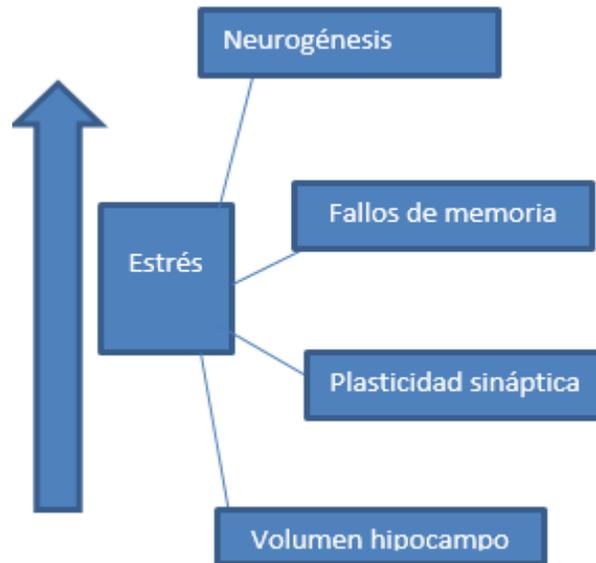
La noradrenalina es un neurotransmisor relacionado con la motivación, el estado de alerta y vigilia, el nivel de conciencia, la percepción de los impulsos sensitivos, la regulación del sueño, del apetito, de la conducta sexual y la neuro modulación de los mecanismos de recompensa, el aprendizaje y memoria; funciones que con frecuencia se encuentran alteradas en el paciente que padece estados depresivos o que se enfrentan a altos niveles de estrés. Es por esto que se habla de cómo la noradrenalina (NA) termina siendo un neurotransmisor clave en los trastornos depresivos. A su vez, la hormona liberadora de corticotropina (CRH) actúa como un neurotransmisor sobre las neuronas del locus cerúleo, estimulando e incrementando la producción de noradrenalina, la cual cuenta con un mecanismo de retroalimentación que le ayuda a inhibir nuevamente la corticotropina (Vogel *et al.* 2016).

Por otro lado, los axones de las neuronas noradrenérgicas actúan sobre los receptores adrenérgicos del sistema nervioso, entre ellas el cerebelo, médula espinal, tálamo, hipotálamo, ganglios basales, hipocampo y amígdala, que a su vez se encuentra expuesta a un alto nivel de noradrenalina debido a la activación del locus cerúleo. Así mismo se encuentra el septum, el giro cingulado y el cuerpo estriado. En consecuencia, estos receptores son llamados también adrenérgicos, debido a que están encargados de captar tanto adrenalina como noradrenalina.

Para concluir, es importante resaltar las funciones principales que cumple la noradrenalina, relacionadas con los estados de activación física que preparan al individuo para reaccionar ante cualquier suceso aparentemente hostil de la mejor manera posible, destacando respuestas automáticas como la lucha y la huida. También modula directamente dos estructuras claves para el aprendizaje, el hipocampo y la amígdala.

### **Efectos del estrés sobre los sistemas de memoria**

El conjunto de evidencias ha demostrado que en situaciones de estrés crónico y agudo se ve potenciado el sistema de memoria estriatal sobre el sistema de memoria hipocampal, esto debido a que la situación estresora genera un cambio en los sistemas de memoria. Particularmente, Goldfarb y Phelps (2017) plantean tres maneras en las que esto puede ocurrir: La primera contempla la posibilidad que el sistema hipocampal resulte afectado, mejorando el sistema estriatal ventral y dorsal, la segunda demuestra que se pueden ver deteriorados los dos sistemas (estriatal e hipocampal), y finalmente, la tercera forma muestra como el hipocampo no se ve afectado de ningún modo, sin embargo, la memoria estriatal es mejorada.



*Figura 4. A mayor estrés aumentan diversos fallos en los diferentes sistemas de memoria*

#### **Efecto del estrés sobre los sistemas de memoria: Sistema hipocampal**

Se ha demostrado que el hipocampo es una estructura cerebral que ayuda en el procesamiento de dos diferentes tipos de memoria: la memoria declarativa y la espacial. La memoria declarativa, está relacionada con hechos y eventos, incluyendo la capacidad de aprender y memorizar discursos, también se relaciona directamente con el rendimiento académico. Así pues, se ha establecido que la memoria estriatal, tiene un impacto directo con la habilidad que tiene un individuo para ubicarse en el espacio donde se encuentra, la capacidad de aprender hábitos o costumbres y el aprendizaje estímulo- respuesta. Recientemente se ha comprobado que la exposición a elevados niveles de estrés tiene efectos adversos en el hipocampo. Entre sus consecuencias se destacan: la afectación negativa del metabolismo neuronal, la vida celular, las diferentes funciones fisiológicas y su morfología neuronal hipocampal. Asimismo, investigaciones han demostrado que el estrés y las hormonas del estrés deterioran las formas de memoria que son dependientes del hipocampo.

Tanto en humanos como en animales, se pueden presentar atrofia del hipocampo y deterioro de manera progresiva de la memoria verbal declarativa, sin llegar a afectar la memoria procedimental (Reisberg, 2006). Un estudio particular realizado en Londres evidenció que los taxistas de dicha ciudad tienen un volumen hipocampal mayor que los conductores particulares que no ejercer esta profesión debido a que tienen que aprender las rutas de la ciudad para moverse de manera eficaz. Asimismo, estudios clínicos en los que se ha utilizado modelos animales, demostraron que el estrés a nivel prolongado desencadena la disminución del volumen del hipocampo, particularmente se ha observado la atrofia dendrítica en algunas de sus áreas, responsable de la disminución de las conexiones neuronales existentes en esta estructura, de igual manera se indica que la plasticidad sináptica se ve afectada del mismo modo una vez el efecto estresante ha culminado.

Adicionalmente, el incremento agudo de los niveles de glucocorticoides puede provocar plasticidad sináptica al aumentar la liberación de glutamato y unirse a los receptores de mineralocorticoides, los cuales se expresan en las membranas glutaminérgicas hipocampales e inducen modificaciones en la regulación de los procesos de receptación y metabolismo del glutamato.

### **Efecto del estrés sobre los sistemas de memoria: Sistema de memoria estriatal:**

En un estudio en roedores realizado por Goldfarb y Phelps (2017), se observó que al ser los roedores expuestos a diversos estresores justo antes de obtener un aprendizaje, solían desplazar la actividad a la memoria estriatal aumentando el desempeño de la misma, dando paso a un mejoramiento en este tipo de memoria en roedores que eran expuestos a estados estresantes compensando así la función de la memoria estriatal, además, se observó el deterioro de la

memoria hipocampal y la mejora en arborización dendrítica del estriado dorsal. Asimismo, se ha podido comprender el papel que desempeña el estrés, por ejemplo, en ocasiones en que las que ha existido estrés prenatal o una mayor exposición a este factor por parte de un individuo, se ve afectada la elección del tipo de memoria que se va a utilizar, existiendo una preferencia por el tipo de memoria estriatal.

Por otro lado, existe la posibilidad que ambos sistemas de memoria se vean afectados, pese a esto, la memoria estriatal seguiría siendo dominante. Así pues, tendremos en cuenta el papel que desempeñan los mineralocorticoides en el cambio inducido por el estrés en los sistemas de memoria, donde se decide hacer mayor uso del sistema estriatal debido a que las estrategias cognitivas basadas en el hipocampo suelen tener un nivel de exigencia más elevado, lo que, a su vez, es mediado por la acción dopaminérgica efectuada en la amígdala. Del mismo modo, en ocasiones, esta preferencia está relacionada con una disposición de mejores recursos para la adaptación frente a situaciones estresantes, debido a que existe un alivio parcial de algunas funciones cognitivas, dando lugar a otras relacionadas con los hábitos o comportamientos aprendidos por estímulo- respuesta.

Con el objetivo de mejorar el rendimiento, los mineralocorticoides inducen un estado cognitivo que resulta ser ideal para optimizar las respuestas conductuales ante el estrés, priorizando recursos más simples dependientes del cuerpo estriado dorsal, a costa de recursos más flexibles y exigentes cognitivamente hablando, mediados por el hipocampo, mostrando una mayor reactividad de la amígdala en situaciones estresantes.

Al respecto, se puede inferir con base en las vías anteriormente explicadas, que el estrés y los factores externos como el ambiente influyen con el tiempo en graves alteraciones sobre la neuro

plasticidad cerebral. Del mismo modo, las estructuras implicadas como el hipocampo, la amígdala y la corteza prefrontal, son importantes para el comportamiento de los individuos. Así mismo, se puede establecer que los niveles de estrés elevados afectan los sistemas de memoria hipocampal y estriatal. Así pues, se pudo observar que existen ocasiones en las que el sistema hipocampal resulta afectado en tal nivel que llega a presentar atrofas, mientras que el sistema de memoria estriatal mejora. Sin embargo, también se encontraron circunstancias en las que ninguno de los dos sistemas se ve afectado de manera significativa (Teruel, Salavera, Usán y Antoñanzas, 2020).

Finalmente, el estrés en niveles óptimos nos permiten adaptarnos a distintas situaciones de la vida cotidiana para las cuales se necesita una rápida respuesta, permitiéndonos reaccionar ante situaciones peligrosas conservando nuestra salud, pero a largo plazo este mecanismo evolutivo se puede ver afectado y terminar siendo desfavorable para el ser humano, comprobando que el exceso de estas hormonas glucocorticoides producidas ante situaciones de estrés desmedido, llegan a causar la atrofia del hipocampo, reduciendo recursos importantes como la memoria e influenciando el rendimiento académico, dando así paso a circunstancias de deterioro cognitivo.

### **Rendimiento académico**

Por otro lado, el rendimiento académico tiene una relación entre inteligencia, personalidad e intereses; Poropat (2009) demostró que el rendimiento académico está asociado con rasgos de personalidad de cinco factores, este demostró que la relación entre conciencia y el rendimiento académico fue en gran medida independiente de la inteligencia y que cuando el rendimiento académico en el nivel secundario estaba controlado, la conciencia se agregaba para lograr predecir el rendimiento académico terciario del mismo modo que la inteligencia. Tendencias

menos estables que incluyen motivación, autorregulación. También se ha descubierto que las estrategias de aprendizaje y los estilos de aprendizaje predecir el rendimiento académico, controlando los efectos de inteligencia y personalidad

Finalmente, se debe tener en cuenta a la motivación como el proceso general por el cual se inicia y dirige una conducta hacia el logro de una meta. “Este proceso involucra variables tanto cognitivas como afectivas. Cognitivas, en cuanto a habilidades de pensamiento y conductas instrumentales para alcanzar las metas propuestas; afectivas, en tanto comprende elementos como la autovaloración, autoconcepto, etc.

## **Metodología**

### **Participantes**

Estudiantes con edades comprendidas entre los 18 y 23 años de edad de género femenino y masculino pertenecientes a la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

### **Instrumento**

Se hizo uso de una Tarea de búsqueda múltiple, con el objetivo de medir la memoria hipocampal y estriatal. Esta tarea tiene la particularidad de medir el desempeño en dos tipos de memorias asociados a dos estructuras cerebrales. Particularmente se ha demostrado que las claves contextuales involucran actividad hipocampal, asimismo, la tarea de búsqueda múltiple incluye asociaciones probabilísticas de estímulo- respuesta, lo que resulta muy útil al momento de medir la memoria dependiente del cuerpo estriado. Además de involucrar a los dos sistemas de memoria, esta tarea ha sido ampliamente utilizada para investigar los efectos del estrés sobre la memoria.

Así pues, el objetivo de la prueba fue el de seguir un objeto en forma de “T” girado 90° a la derecha o a la izquierda, este objeto se encontraba rodeado de distractores con formas diferentes y rotas en diversos ángulos. Cada pantalla de búsqueda contenía 16 elementos ubicados en una cuadrícula invisible de 12x8, estos se encontraban a su vez distribuidos de manera que cuatro de los elementos aparecieran en cada cuadrante. Por otro lado, las configuraciones del objeto y los distractores se fueron generando de manera aleatoria para cada participante, así como el color predictivo y la respuesta indicada. Los estímulos fueron presentados en color azul o rosa, contra un fondo de color gris. En los ensayos de CC la configuración espacial de la pantalla indicaba la ubicación precisa del objeto en forma de “T”. En los ensayos de RS, el color era el estímulo encargado de indicar la ubicación probabilística del objetivo y la respuesta motora del participante.

### **Diseño**

La actual investigación corresponde a una investigación de tipo correlacional, por medio de la cual se buscará determinar si la variable rendimiento escolar está correlacionada con el desempeño del sistema de memoria estriatal e hipocampal, respectivamente.

### **Análisis Estadístico**

Para el estudio de los datos obtenidos se hará uso de herramientas de análisis estadístico correlacional, lo que permitiría cuantificar la relación entre variables, así como regresión lineal, la cual posibilitará la generación de un modelo, basado en la relación existente entre ambas variables, que permita predecir el valor de una de ellas a partir de la otra.

## **Procedimiento**

Inicialmente, el objetivo de la tarea era que los participantes buscarán un objeto en forma de “T” entre los distractores. Teniendo un tiempo máximo de 5 segundos en cada intento para lograr localizarlo, y presionar un botón para indicar si la “T” está orientada en dirección derecha o izquierda. Durante la tarea para medir la memoria de contexto se presentan plantillas con el mismo diseño de formas (o plantillas repetidas); por lo tanto, los participantes podrían usar la memoria de contexto para encontrar la "T".

Adicionalmente, la tarea implica algunas plantillas orientadas a medir el aprendizaje de estímulo - respuesta, estas se presentan en un nuevo color (color repetido 5 veces por bloque). Este color proporciona una señal relacionada con el cuadrante en el que apareció la "T" y la dirección en que la "T" estaba rotando, por lo tanto, los participantes podrían usar la memoria para lograr la asociación de la respuesta, para encontrar la “T” y presionar la tecla correcta. Estos ensayos fueron intercalados aleatoriamente con ensayos con sin claves de memoria. A los participantes se le indicó que presionara una de dos teclas dependiendo de si la “T” se encontraba girada 90° a la izquierda o 90° a la derecha. Los participantes primero completaron 24 ensayos de práctica, en los que no había señales mnemotécnicas, teniendo 4 segundos para dar respuesta antes de que la pantalla de búsqueda desapareciera, en las señales mnemotécnicas se incluyen diseños repetidos para la memoria de contexto o asociaciones probabilísticas para la memoria estímulo-respuesta.

## **Resultados**

Se realizó una ANOVA de medidas repetidas para comparar el efecto de los diferentes tiempos de respuesta correspondientes a las tres condiciones (nuevo, repetido y estímulo respuesta) de cada sujeto durante la prueba.

El modelo de análisis de varianza arrojó los siguientes resultados:

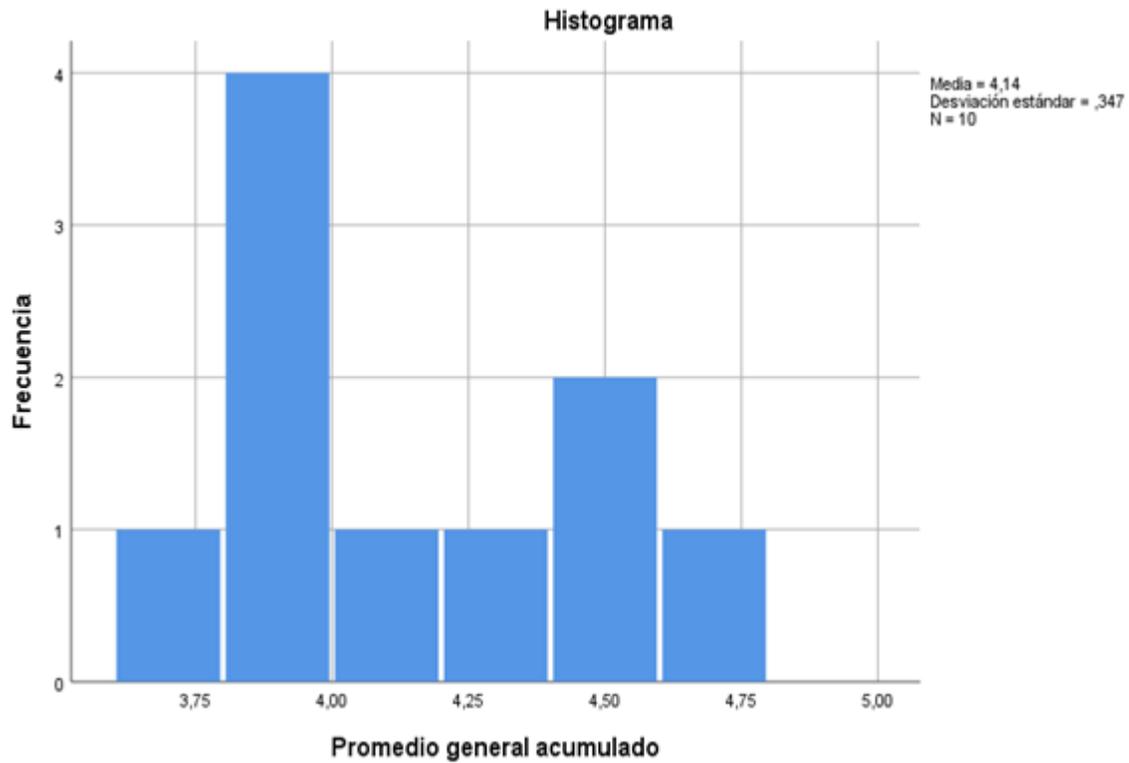
*Tabla 1. Estadísticos descriptivos del PGA*

		Estadístico	Desv. Error	
Promedio general acumulado	Media	4,1440	,10971	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,8958	
		Límite superior	4,3922	
	Media recortada al 5%	4,1433		
	Mediana	4,0100		
	Varianza	,120		
	Desv. Desviación	,34693		
	Mínimo	3,62		
	Máximo	4,68		
	Rango	1,06		
	Rango intercuartil	,62		
	Asimetría	,324	,687	
	Curtosis	-1,081	1,334	

Tabla 2. Valores extremos del PGA

			Número o del caso	Valor
Promedio general acumulado	Mayor	1	10	4,68
		2	9	4,55
		3	8	4,53
		4	5	4,28
		5	3	4,04
	Menor	1	7	3,62
		2	1	3,90
		3	6	3,92
		4	2	3,94
		5	4	3,98

En la tabla se agrupan los datos obtenidos del promedio general acumulado en grupos de mayor valor y menor valor, correspondiendo el mayor valor del PGA al sujeto 10 con un promedio general acumulado de 4.68, por otro lado, el valor menor corresponde al sujeto 1, con un promedio general acumulado de 3.62. Teniendo una distancia aproximada de una unidad entre uno y otro.



*Gráfico 1. Histograma de los valores del PGA*

Gracias al histograma se puede observar una frecuencia en los valores del promedio general acumulado de los 10 participantes, siendo 4.1 la media estadísticas de los datos, contando con una desviación estándar de 0.347.

*Tabla 3. Estadísticos descriptivos de tiempos de respuesta*

	Media	Des. Desviación	N
Nuevo	,989853317	,1343205700311	10
	932305	72	

Repetido	,915216433 444341	,1463153529463 54	10
Estímulo- Respuesta	,895112318 966492	,1840272353231 34	10

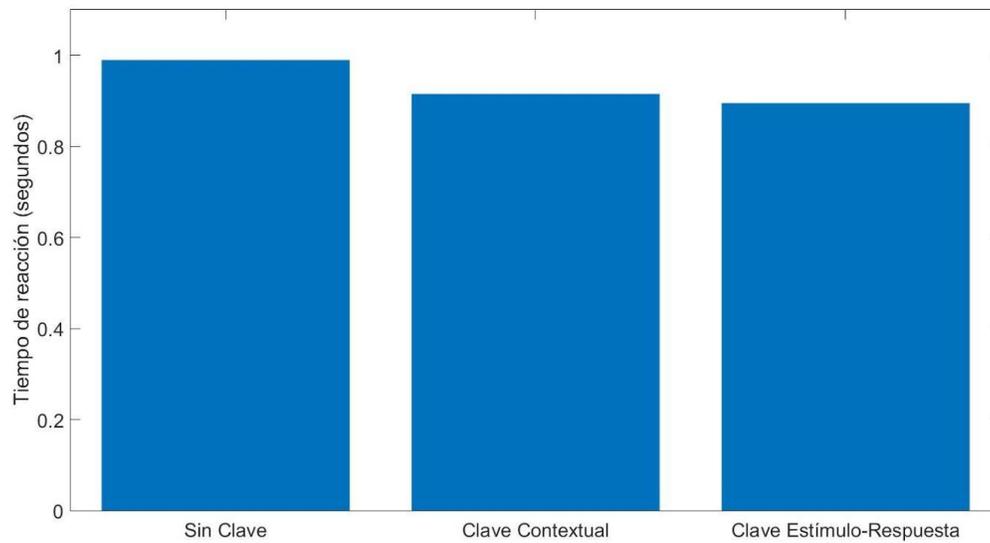


Gráfico 2. Tiempos de reacción promedios

Tabla 4. Comparaciones por parejas

**Comparaciones por parejas**

Medida: MEASURE\_1

(I) RT	(J) RT	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	.075 <sup>*</sup>	.020	.015	.016	.134
	3	.095 <sup>*</sup>	.028	.023	.013	.176
2	1	-.075 <sup>*</sup>	.020	.015	-.134	-.016
	3	.020	.028	1.000	-.063	.103
3	1	-.095 <sup>*</sup>	.028	.023	-.176	-.013
	2	-.020	.028	1.000	-.103	.063

*En la tabla el número uno (1) hace referencia a los displays nuevos, el número dos (2) a los displays repetidos y por último el número tres (3) hace referencia a los displays de asociación estímulo-respuesta.*

Los datos sugieren que existe diferencias en los tiempos de respuesta correspondientes a las tres condiciones (nuevo, repetido y estímulo-respuesta) dado el valor de  $F(2,9) = 7.23$ ,  $P = 0,004$ .

Un análisis post hoc indicó que el tiempo de reacción medio correspondiente a los displays repetidos es menor al tiempo de reacción medio correspondiente a los displays nuevos ( $P=0.15$ ), también reveló que el tiempo de reacción medio correspondiente a los displays de asociación estímulo-respuesta es menor al tiempo de reacción medio correspondiente a los displays nuevos ( $P= 0.23$ ). Asimismo, no se observaron diferencias entre el tiempo de reacción medio correspondiente a los displays repetidos y el tiempo de reacción medio correspondiente a los displays de asociación estímulo-respuesta ( $P=1.00$ ). Lo que en resumen significa que los valores obtenidos no parecen sugerir diferencias significativas entre el tiempo de reacción de las variables.

Asimismo, se realizó un análisis correlacional entre el índice de aprendizaje de memoria dependiente del hipocampo y el PGA, los resultados no evidenciaron una correlación significativa ( $R= -0.405$ ,  $P= 0.24$ ). También se realizó un análisis correlacional entre el índice de aprendizaje de memoria dependiente del estriado y el PGA, de igual forma los resultados no evidenciaron una correlación significativa ( $R= 0,1257$ ,  $P=,729$ ).

Adicionalmente se realizó un análisis de regresión lineal tomando como predictor el índice de aprendizaje de memoria dependiente del estriado sobre el PGA el cual indicó que el desempeño de la memoria estriatal puede llegar a influir en 16 % sobre el Promedio general acumulado

(PGA), de igual forma en el segundo análisis de regresión lineal realizado se pudo concluir que el desempeño de la memoria hipocampal influye en 16.4 % sobre el Promedio general acumulado (PGA).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos Desempeño de la memoria hipocampal y el PGA

	Media	Des. Desviación	N
Promedio general acumulado	4,144	,34693	10
Desempeño de la memoria hipocampal	,0746	,06373	10

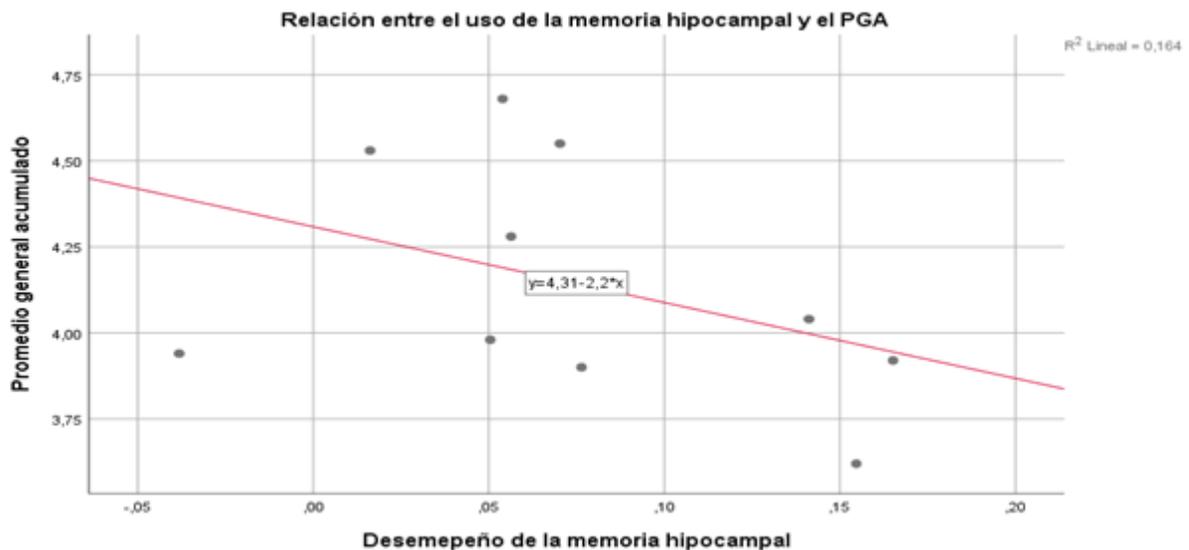


Gráfico 3. Diagrama de dispersión del desempeño de la memoria hipocampal y el PGA

El diagrama de puntos dispersos correspondientes a pares de valores de “x” (desempeño de la memoria hipocampal) y de “y” (promedio general acumulado). Se puede observar que “y” tiende

a decrecer con el aumento de “x”, lo cual sugiere coeficientes de regresión y de correlación negativos.

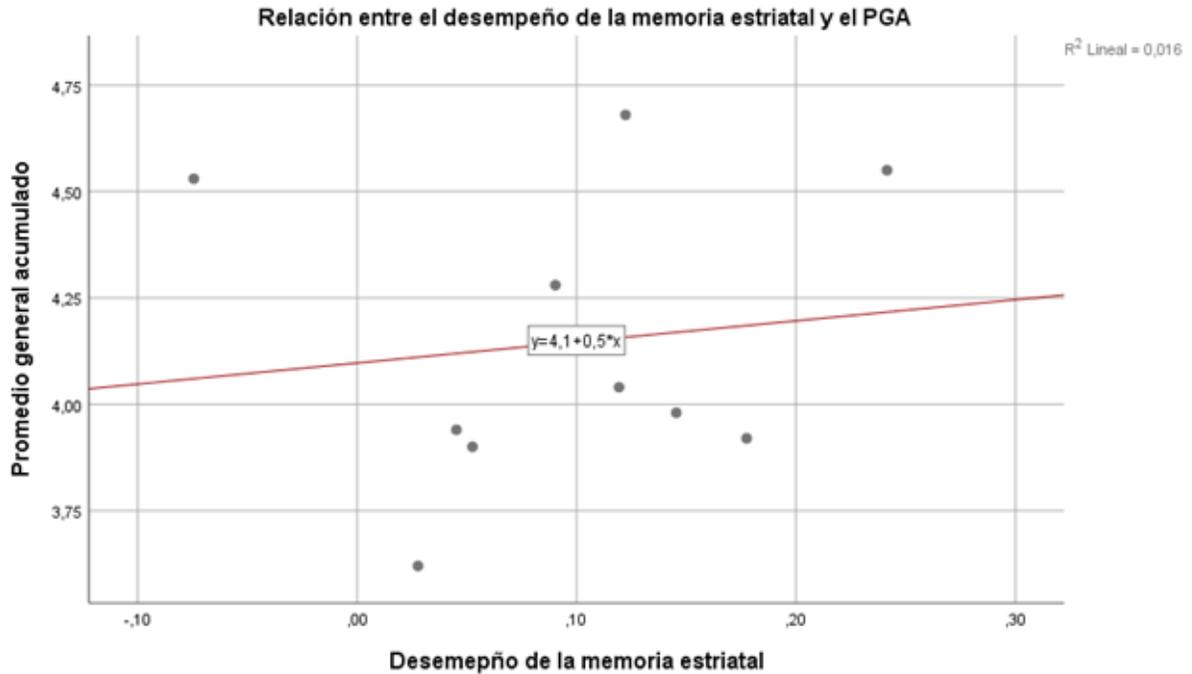


Gráfico 4. Diagrama de dispersión de la memoria estriatal y el PGA

El diagrama de puntos dispersos correspondientes a pares de valores de “x” (desempeño de la memoria estriatal y de “y” promedio general acumulado). En las variables se puede observar un aumento constante de la variable “x” sin embargo la variable “y” varía, aumentando solo un 50% de las veces. Lo anterior nos sugiere un índice de correlación positivo, reafirmando lo descrito en el apartado anterior en el que se los valores del análisis correlacional entre el índice de aprendizaje de memoria dependiente del estriado y el PGA son  $R = 0,1257$ ,  $P = ,729$ .

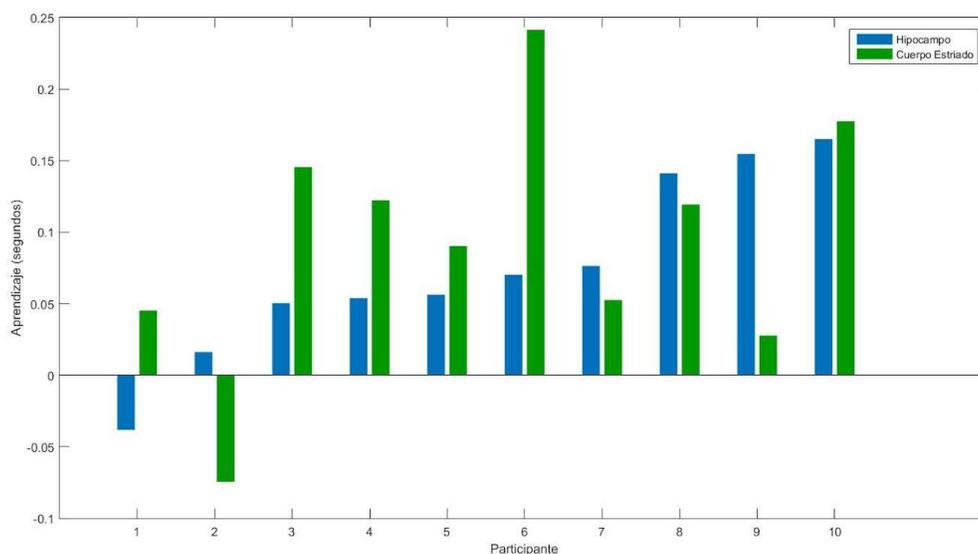


Gráfico 5. Tipos de aprendizaje por sujeto

### Discusión

Para abrir el siguiente apartado, es necesario hacer énfasis en varias características del análisis. Una de ellas está relacionada con los resultados arrojados por las correlaciones realizadas, ya que en ninguna se obtuvo un resultado significativo, por lo que se puede concluir que no existe una aparente relación estadísticamente significativa entre las variables comparadas, que para este caso serían el promedio general acumulado (PGA) y el desempeño de la memoria hipocampal, y PGA y el desempeño de la memoria estriatal.

En la primera correlación no hubo una correlación significativa ( $R = -0.405$ ,  $P = 0.24$ ), de igual forma la segunda correlación no evidenció un resultado significativo ( $R = 0,1257$ ,  $P = ,729$ ). No obstante, en la gráfica del tipo de aprendizaje por sujeto (ver Gráfica 5.) se observa una leve relación inversamente proporcional entre el desempeño de la memoria hipocampal y el desempeño de la memoria estriatal, exceptuando algunos sujetos atípicos en los que no se observaba esta relación. Lo anterior pudo deberse al tamaño de la muestra el cual se vio

tremendamente reducido debido a causas externas que impidieron el desarrollo habitual del proyecto al no ser permitido aplicar la tarea de búsqueda múltiple de manera presencial. Debido a esto no se pudieron observar claras diferencias.

Más allá de lo anterior, del análisis realizado se pueden discutir varios ítems que arrojaran luz sobre lo obtenido. Gracias a la aplicación de la prueba, se obtuvo un registro de valor sobre el uso de los sistemas de memoria mencionados al interior de cada sujeto, el cual deja ver que existe una distribución bastante pareja entre los dos (hipocampal y estriatal) evidenciando, la predilección por el uso de un sistema u otro dependiendo de cada individuo, de su contexto específico y las situaciones de estrés por las cuales esté atravesando el participante, en este caso es importante resaltar lo dicho por Goldfarb y Phelps (2017), quienes afirmaron que los sujetos expuesto a altos niveles de estrés antes de la iniciación del aprendizaje podrían tener una predilección de la memoria estriatal, sin embargo estos dos autores también observaron que en ocasiones los tipos de memoria no se veían afectados, aun así seguía existiendo una predilección de la memoria dependiente del cuerpo estriado.

También se destaca una homogeneidad importante en los PGA de los participantes, lo cual genera cierta duda sobre la relación de los sistemas de memoria con el desempeño académico de los estudiantes. Quizá esta hipótesis podría ser descartada con un mayor número de participantes en el que los promedios generales acumulados tengan características heterogéneas, logrando de éste modo visualizar de manera más detallada las relaciones existentes entre diferentes promedios generales acumulados y el desempeño de los dos tipos de memoria evaluados, en el que se logren evidenciar PGA aleatorios con calificaciones entre 1.0 y 5.0, ampliando de este modo la muestra y mejorar los posibles resultados obtenidos.

Por otro lado, con respecto al tiempo de reacción de los participantes, se evidencia una clara demora en el tiempo con relación al uso de memoria estriatal y se evidencia lo contrario con relación a la memoria hipocampal, fundamentado en la idea de Goldfarb y Phelps (2017) que expresaba esta hipótesis, dando validez a la idea de que este último sistema de memoria puede generar un aprendizaje más rápido.

Asimismo, sería de importancia recordar las afectaciones del estrés sobre el uso de un sistema de memoria y otro, a pesar que los resultados obtenidos no reflejaron una correlación positiva entre los PGA de los participantes y la elección de un sistema de memoria particular, si se debe recordar que en la teoría se expone la afectación del estrés sobre la predilección de un sistema de memoria, así pues, en presencia del estradiol el hipocampo se ve afectado, por ende el tipo de memoria dependiente de este también lo estará, asimismo cuando el cortisol es captado por los receptores mineralocorticoides intervendrá la dopamina, la cual se encuentra relacionada con la formación de hábitos, funciones que se le han adjudicado a la memoria estriatal, de manera contraria, cuando son activados los receptores adrenérgicos debido a la presencia de adrenalina o noradrenalina, siendo la primera una de las cuales genera un cambio periférico en el cuerpo en cuestión de segundos, activando un estado de alerta en el cuerpo para enfrentar una posible amenaza, es aquí cuando intervienen áreas del cerebro como el hipocampo y la amígdala, afectando el aprendizaje y el uso de la memoria dependiente del hipocampo.

Finalmente, se ha demostrado que el estrés deteriora la memoria dependiente del hipocampo, incluso en ocasiones da paso a una atrofia dendrítica, lo que significa una disminución en las conexiones neuronales de esta área., sin embargo, Goldfarb y col (2017), también plantean la posibilidad que ninguno de los sistemas se vea afectados de manera significativa. Lo que nos lleva a concluir que si bien el rendimiento académico, representado en este caso por el PGA no se

encuentra relacionado con la predilección del tipo de memoria estriatal o hipocampal sí se encuentra relacionado el estrés con la elección de uno de estos dos tipos.

### **Conclusiones**

La presente investigación se vio seriamente afectada como consecuencia de la crisis sanitaria que atraviesa el mundo, impidiendo su realización de manera habitual. Por lo tanto, varios aspectos importantes de la misma no pudieron ser llevados a término. Por otro lado, se puede concluir que no existe ninguna correlación entre la memoria hipocampal, o, estriatal y el PGA. Tal y como se evidencia en los resultados, ningún valor de correlación alcanza a ser significativo. De esto podemos deducir varias cosas. La primera, como se ha venido mencionando, es que el tamaño de la muestra no permite ver una tendencia clara de “uso” de memoria en relación con el PGA, lo cual deja abiertos los mismos interrogantes planteados en las hipótesis.

Por lo tanto, en esta oportunidad, no se tiene aún información suficiente para afirmar cuál sistema de memoria tiene una incidencia positiva en el promedio de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Bucaramanga o si es posible la existencia de una relación entre el PGA y los sistemas de memoria ya mencionados.

Del mismo modo, al revisar investigaciones anteriores, realizadas con una metodología similar pero centradas en la atención, se observó que, en algunas situaciones, ambos sistemas son necesarios para un rendimiento óptimo; por lo tanto, para la investigación futura es necesario para determinar cómo interactúan la memoria hipocampal y estriatal y cuál es su influencia en estos escenarios, Elizabeth V. Goldfarb, Marvin M. Chun and Elizabeth A. Phelps (2016).

Es necesario realizar más ejercicios de esta índole, que tomen como base este y otros tantos, para poder dilucidar aún más este nuevo panorama del aprendizaje en el ser humano.

### **Recomendaciones**

A nivel metodológico, se sugiere ampliar la muestra al momento de realizar investigaciones similares dado que con un mayor número de participantes es posible observar un panorama más claro y amplio del tema en cuestión.

A nivel académico, se sugiere ampliar las investigaciones relacionadas a los tipos de memoria ya mencionados, teniendo como objetivo, dilucidar aún más este panorama que puede contar con el potencial para transformar paradigmas clásicos de aprendizaje.

Lo anterior, y contando con un buen número de datos, permitirá a la universidad en general, realizar un aporte bastante importante en cuanto al mismo aprendizaje, en el ejercicio universitario, se refiere. Incluso podrían llegarse a considerar nuevas metodologías de enseñanza en caso de encontrar correlaciones significativas entre las variables ya descritas.

### **Referencias**

- Cupani, M. & Zalazar-Jaime, M. F. (2014). Rasgos complejos y rendimiento académico: contribución de los rasgos de personalidad, creencias de autoeficacia e intereses. *Revista Colombiana de Psicología*, 23(1), 57-71
- Goldfarb, E., y Phelps, E., (2017). Stress and the trade-off between hippocampal and striatal memory. *Current opinion behavioral sciences*. 14(1), 47-53.

Goldfarb, E., Shields, G., Daw, N., Slavich, G. and Phelps, E. (2017). Low lifetime stress exposure is associated with reduced stimulus–response memory. *Learning & Memory*, 24(4), pp.162-168.

Goldfarb, Elizabeth V & Chun, Marvin M & Phelps, Elizabeth A. (2016). Memory-Guided Attention: Independent Contributions of the Hippocampus and Striatum. *Neuron*. 89. 10.1016/j.neuron.2015.12.014.

Memory-Guided Attention: Independent Contributions of the Hippocampus and Striatum. (2016). Retrieved 9 September 2019, from [https://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273\(15\)01087-9?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627315010879%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(15)01087-9?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627315010879%3Fshowall%3Dtrue).

Lazarus, R., y Folkman, S. (1984). Stress, appraisal and coping. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=iySQQuUpr8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=iySQQuUpr8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).

Micin, S. y Bagladi, V. (2011). Salud mental en estudiantes universitarios: Incidencia de psicopatología y antecedentes de conducta suicida en población que acude a un servicio de salud estudiantil. *Terapia Psicológica*, 28, 53-64.

Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. CIC. Cuadernos de Información y Comunicación, (10), undefined-undefined. [fecha de Consulta 23 de septiembre de 2019].

ISSN: 1135-7991. Recuperado de: <http://www.w3.org/1999/xhtml> " target="\_blank" href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=935/93501010.

Poropat, A. (2009). A meta-analysis of the five-factor model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin*, 135, 322–338. doi:10.1037/a0014996.

Wingard J., Packard, M. (2008): The amygdala and emotional modulation of competition between cognitive and habit memory. *Behav Brain Res* 2008, 193:126-131.

Pluck, G., Bravo, P., Maldonado, C., Urquizo, A., Ortiz, P., Tello, E., Lara, I. y Trueba, A. (2019). Modulation of striatum based non-declarative and medial temporal lobe based declarative memory predicts academic achievement at university level. *Trends in Neuroscience and Education*.14, 1-10.

Schwabe L, Tegenthoff M, Hoffken O, Wolf OT (2013): Mineralocorticoid receptor blockade prevents stress-induced modulation of multiple memory systems in the human brain. *Biol Psychiatry* 2013, 74:801-808.

Goldfarb. E, y Phelps, E. (2017). Stress and the trade-off between hippocampal and striatal memory. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 14, 47–53.

Reisberg, B. (2006). Diagnostic criteria in dementia: a comparison of current criteria, research challenges and implications for DSM-V. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 19, 137-146.

Teruel, P., Salavera, C., Usán, P., & Antoñanzas, J. (2020). Inteligencia emocional centrada en uno mismo y en el otro: Escala Rotterdam de Inteligencia Emocional (REIS). *Universitas Psychologica*, 18(4), 1-12. doi: 10.11144/javeriana.upsy18-4.iecm.

Vogel, S., Fernández, G., Joëls, M., Schwabe, L. (2016). Cognitive Adaptation under Stress: A Case for the Mineralocorticoid Receptor. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(3), 192- 203.

Goldfarb, E., Chun, M., Phelps, E. (2016) Memory-guided attention: independent contributions of the hippocampus and striatum. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627315010879>

Stern, William. (1914). *The psychological methods of testing intelligence*. Baltimore: Warwick & York.

Hupbach A, Fieman R. (2012). Moderate stress enhances immediate and delayed retrieval of educationally relevant material in healthy young men. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.711.9468&rep=rep1&type=pdf>

Schwabe L, Wolf OT (2012): Stress modulates the engagement of multiple memory systems in classification learning. *J Neurosci* 2012, 32:11042-11049.