

# **Ambientes Enriquecidos, Sujetos Geriátricos Y Procesos De Memoria; Un Acercamiento a los Procesos Cognitivos en la Edad Adulta**

**Environmental Enrichment, Geriatric Subjects and Memory Processes; an Approach to Cognitive Processes in Elderly Age**

**Ambientes Enriquecidos, Assuntos Geriátricos e Processos de Memória; Uma Abordagem aos Processos Cognitivos na Idade Adulta.**

*Recibido: 20 de Diciembre 2017 / Aceptado: 30 de Abril 2018*

## **Andrés G. Vanegas**

Psychologist Universidad del Valle. E-mail: [andres.vanegas@correounivalle.edu.co](mailto:andres.vanegas@correounivalle.edu.co)  
ORCID ID: 0000-0002-4722-6328

## **Julián A. Messa**

Psychologist Universidad del Valle. E-mail: [julian.messa@correounivalle.edu.co](mailto:julian.messa@correounivalle.edu.co)  
ORCID ID: 0000-0002-1552-9922

## **Diosimar Cardoza T.**

Statistician, School of Statistics, Universidad del Valle. E-mail: [diosimar.cardoza@correounivalle.edu.co](mailto:diosimar.cardoza@correounivalle.edu.co)  
ORCID ID: 000-002-8087-7536

## **José R. Tovar**

Assistant Professor, School of Statistics, Universidad del Valle Statistician MSc, PhD  
E-mail: [jose.r.tovar@correounivalle.edu.co](mailto:jose.r.tovar@correounivalle.edu.co) ORCID ID: 0000-0003-0432-4144

## **Álvaro A. Ocampo**

Professor, Institute of Psychology, Universidad del Valle. Psychologist, MSc. Phd Student in Biomedical Sciences. Universidad del Valle. E-mail: [alvaro.ocampo@correounivalle.edu.co](mailto:alvaro.ocampo@correounivalle.edu.co)  
ORCID ID: 0000-0003-4526-1397

**Correspondencia:** Andrés Gildardo Vanegas Yela [Vanegas1292@gmail.com](mailto:Vanegas1292@gmail.com) Carrera 7 # 5-85, Yotoco, Valle del Cauca- Colombia.

Todos los contenidos de la Revista Cuadernos de Neuropsicología - Panamerican Journal of Neuropsychology se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución [Creative Commons Reconocimiento 3.0. \(cc-by\)](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

### Resumen

En la presente investigación se observan los efectos que tienen los Ambientes Enriquecidos sobre la Memoria Operativa de diversos adultos mayores pertenecientes a tres instituciones geriátricas. Se propone establecer el estado actual de la memoria y comprobar si hay o no una diferencia significativa en los procesos mnésicos, en función del contexto en el que se encuentra cada adulto mayor. Para aproximarse a dicho propósito se emplearon 4 baterías neuropsicológicas, de las cuales se extrajeron algunos componentes específicos para valorar diversos procesos cognitivos. Los resultados demostraron que aquellos participantes pertenecientes a un ambiente rico en estimulación cognitiva obtuvieron mejor rendimiento en tareas relacionadas con memoria y funciones cognitivas generales. Por otro lado, los sujetos que no cuentan con un nivel de educación formal en su ambiente, pero son expuestos a actividades de la vida diaria, obtuvieron también un buen rendimiento. Finalmente, los adultos expuestos únicamente a estimulación socio-afectiva evidenciaron el menor puntaje demostrando que una constante estimulación cognitiva aún puede tener impactos directos en la plasticidad del cerebro en envejecimiento.

**Palabras clave:** Vejez; Memoria; Funciones Ejecutivas; Ambientes Enriquecidos.

### Abstract

In this research the effects of enriched environments are observed in working memory of older adults from three nursing homes. The study aims to establish the current state of memory and see if there is a significant difference in the mnemonic processes, depending on the differential context in which each elderly is. For this purpose, 4 neuropsychological batteries were used, of which some specific components were taken to assess different cognitive processes. The results showed that participants who are part of the environment in which higher cognitive stimulation is provided, obtained the best performance of the three homes. On the other hand, subjects pertaining to the environment in which they do not have a level of formal education, but they expose their members to activities of daily living, presented the second best score. Furthermore, adults who are part of the environment in which only socio-affective stimulation is presented had the lowest score in contrast to the other two differential environments reflecting a constant cognitive stimulation can still have direct impacts on plasticity brain aging.

**Key Words:** Old Age, Memory, Executive Functions, Context, Enrichment Environments

### Resumo

Na presente investigação se observa os efeitos que tem os Ambientes Enriquecidos sobre a Memória Operacional de diversos adultos anciãos pertencentes a três instituições geriátricas. Propõe-se estabelecer o estado atual da memória e comprovar se existe ou não uma diferença significativa nos processos mnésicos, em função do contexto no qual se encontra cada adulto ancião. Para se aproximar de tal propósito foram empregadas 4 baterias neuropsicológicas, das quais se extrairam alguns componentes específicos para avaliar diversos processos cognitivos. Os resultados demonstraram que aqueles participantes pertencentes a um ambiente rico em estimulação cognitiva obtiveram melhor rendimento em tarefas relacionadas com a memória e funções cognitivas gerais. Por outro lado, os sujeitos que não contam com um nível de educação formal em seu ambiente, mas são expostos à atividades da vida diária, obtiveram também um bom rendimento. Finalmente, os adultos expostos unicamente a estimulação sócio-afetiva evidenciaram a menor pontuação refletindo demonstrando que uma constante estimulação cognitiva ainda pode ter impactos diretos na plasticidade do cérebro em envelhecimento.

**Palavras-chave:** Velhice; Memória; Funções Executivas; Ambientes Enriquecidos.

Aunque los nexos entre el ambiente y los procesos de plasticidad cerebral se han abordado desde estudios pioneros como los descritos por Hebb, quien afirmó que al activar simultáneamente dos sinápsis se potenciaba el circuito en el que ambas estaban implicadas (Álvarez-Buylla&Lois, 2006); (Bliss&Lømo, 1973; Lømo, 2003), es solo hasta hace poco que se empezaron a evidenciar más claramente estas interrelaciones. Las primeras investigaciones realizadas para conocer el efecto que tiene la experiencia sobre el desarrollo cerebral se centraron en el efecto de la privación visual temprana y el estudio de la exposición a ambientes ricos en estímulos. (Pinel, 2011). De esta manera, las interrelaciones entre experiencia y desarrollo cerebral empezaron a considerarse como la base fundamental del aprendizaje y la memoria.

Partiendo de estudios con modelos animales se ha explorado el impacto que tienen los ambientes enriquecidos<sup>1</sup> sobre el retraso de los efectos de la neurodegeneración (Hannan&Nithianantharajah, 2006; Mikolajewska&Mikolajewski, 2012; Clemenson, Deng&Gage, 2015; Ismail &Mendl, 2016); también, se ha demostrado que este tipo de ambientes resulta efectivo en el mejoramiento de la memoria espacial y en la adopción de estrategias más eficaces en roedores (Sampedro-Piquero, et al., 2014), ya que, como afirma (Baldanzi, et al., 2013) hay variaciones en la activación cortical por medio de la exposición a un EE, debido a que esta condición puede contribuir a la consolidación del recuerdo espacial remoto.

Jung &Herms (2012) describieron también un incremento de la densidad de las espinas dendríticas en el hipocampo en cerebros de ratones expuestos a condiciones de enriquecimiento ambiental. Se observó este mismo fenómeno, en estudios realizados por Scholz et al. 2015, los cuales evidenciaban cambios cerebrales en áreas relacionadas con la memoria espacial y la experiencia sensoriomotora como la formación hipocampal y la corteza sensoriomotriz; también, investigaciones realizadas en personas con limitaciones visuales y auditivas, sugieren que las diversas interacciones con el ambiente, contribuyen a la configuración de mecanismos compensatorios en los individuos, evidenciando probablemente cambios neuroplásticos que podían potenciar la reorganización de la corteza para desempeñar su función primaria(Merabet& Pascual-Leone, 2010).

Hablando específicamente de procesos neurodegenerativos, se establece que la vejez es un sinónimo de declive en diversas áreas del funcionamiento cognitivo (Erickson&Barnesa, 2003; Samson, 2013; Walhovd, 2014; Sala-Llonch, Bartrés-Faz &Junqué, 2015), convirtiéndose en un campo de estudio complejo debido a los múltiples factores que intervienen en este momento del ciclo vital, así como los diversos aspectos influenciados por la edad(Grady, 2012); (Kramer et al, 2003); (Kramer et al, 2004). Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado que aún en la vejez se conserva parte de la plasticidad cerebral tal como lo sugiere el paradigma del enriquecimiento ambiental al plantear que la estimulación y el empoderamiento en el nivel educacional y las actividades ocupacionales en las que participan los sujetos a lo largo de su vida, son

---

<sup>1</sup> Los Ambientes Enriquecidos por sus siglas en inglés EE se definen como *la combinación de un complejo inanimado y una estimulación social* (Van Praag, Kempermann & Gage, 2000).

considerados como factores esenciales en el mantenimiento de las actividades cognitivas durante el proceso de envejecimiento (López, et al., 2014); (Vásquez et al., 2014); (Leung, 2015). De esta manera, se sugiere que los adultos mayores que lideran desafíos intelectuales, actividades físicas y compromisos intelectuales pueden mitigar algunas pérdidas cognitivas asociadas al proceso de envejecimiento cognitivo, gracias al factor protector generado por la estimulación ambiental (Hannan & Nithianantharajah, 2006; Fares, et al., 2013; Lindenberger, 2014); de igual forma, el estímulo social proporcionado en el ambiente mejora las funciones cognitivas y las respuestas emocionales que pueden verse afectadas por acción del estrés, disminuyendo así el riesgo de enfermedades mentales gracias al apoyo social que funge como regulador emocional (Doulames, 2014); (Raguvarman & Rajan, 2015; Tost, Champagne & Meyer-Linderberg, 2015); (Davidson, 2012).

Más específicamente, autores como Grady (2012), corroboran que el entrenamiento constante (interacción entre el sujeto y los EE) favorece la actividad cerebral en adultos mayores, en regiones temporales y frontales izquierdas que han sido asociadas previamente con la decodificación y el procesamiento verbal. Por otro lado, si se considera un modelo específico de memoria, como el modelo multicomponente de memoria operativa propuesto por Baddeley & Hitch (1974), podría sugerirse que, el entrenamiento continuo, permitiría la optimización de las principales funciones del Ejecutivo Central, al momento de seleccionar, iniciar y terminar el procesamiento de la información. En otras palabras, al generar escenarios en los cuales, desde las demandas cognitivas, constantemente el sujeto este expuesto a una estimulación y al almacenamiento de información transitoria para la resolución de tareas específicas, se fomentaría la focalización, división y el cambio atencional. Lo anterior eventualmente se vería reflejado en un favorecimiento del pensamiento humano al articular procesos como la percepción, la memoria a largo plazo y los sistemas de acción (Baddeley & Hitch, 2000).

## **Método**

Se realizó un estudio descriptivo para dar cuenta del desempeño de sujetos en tareas que implican procesos de memoria operativa y funciones ejecutivas. Se contó con una muestra por conveniencia de 24 individuos pertenecientes a tres instituciones geriátricas de la ciudad Guadalajara de Buga, Colombia.

### **Participantes**

De un grupo de 147 adultos mayores distribuidos en tres Instituciones Geriátricas del Valle del Cauca, se seleccionó una muestra por conveniencia de 24 sujetos de la tercera edad. Así, se conformaron 3 grupos constituidos por sujetos entre un rango de edad aproximado de 50 a 90 años (hombres y mujeres), pertenecientes a diversos estratos socioeconómicos que incluyeron desde alto, medio, bajo, hasta habitantes de la calle. Entre los criterios de selección por conveniencia, se consideró: ubicarse en un rango de edad entre los 50 a los 90 años. No presentar patologías (demencia, enfermedades

neurodegenerativas, patologías psiquiátricas, lesiones del sistema nervioso). Ser perteneciente a una de las tres Instituciones. No presentar una disminución sensorial más allá de lo acorde a la edad. Para corroborar el criterio de selección relacionado con patologías y declives sensoriales, se realizó una entrevista semiestructurada a las monjas cuidadoras de las instituciones geriátricas sobre las condiciones generales de salud de los sujetos seleccionados para el estudio; corroborando posteriormente esta información con las historias clínicas. Además, se realizaron 5 visitas a cada institución geriátrica con el objetivo de llevar a cabo observaciones de campo que permitieron considerar diversas categorías como: Atención, lenguaje, memoria e interacción socioafectiva.

Antes de realizar el proceso de evaluación y observación, se realizó una reunión con los directivos de las 3 instituciones geriátricas y con cada sujeto, informándoles acerca de los objetivos del proyecto y solicitándoles autorización a través de un formulario de consentimiento informado.

### **Caracterización de las Instituciones Geriátricas**

A continuación, en la tabla 1 se presenta la caracterización de los aspectos físicos, administrativos y operativos con que cuentan las tres instituciones que fueron incluidas en el estudio. Adicionalmente se describe el tipo de actividades que cada institución ofrece a la población que atiende, así como las formas de interacción que se propician entre cuidadores y usuarios. Con fines metodológicos se le dará a cada ambiente una numeración para hacer más fácil la comprensión.

**Tabla. Caracterización de los Ambientes Geriátricos**

AMBIENTE 1	AMBIENTE 2	AMBIENTE 3
<p><b>Número de residentes:</b> La población está conformada por dos grupos. El primer grupo es el de los internos, está constituido por 27 hombres y cuatro mujeres. El segundo grupo corresponde a las personas que solamente llegan a almorzar. El número de residentes es de 31 personas.</p> <p><b>Criterio de inclusión:</b> 1) No ser adictos a la droga; 2) No contar con protección alguna de la familia o sociedad; 3) No tener problemas psíquicos o psiquiátricos; 4) No tener enfermedades infectocontagiosas.</p> <p><b>Tiempos de residencia:</b> Es difícil determinar el tiempo promedio de residencia, ya que se trata de una Institución Geriátrica de paso a la que llegan habitantes de la calle. Los sujetos llegan por decisión propia o son remitidos por diversas entidades como La Policía Nacional e Instituciones Clínicas.</p> <p><b>Nivel educativo:</b> En este ambiente geriátrico, hay 2 sujetos que cursaron sexto y noveno de bachillerato, 2 sujetos que cursaron hasta segundo de primaria y 4 que no son alfabetizados.</p> <p><b>Actividades desarrolladas por los sujetos:</b> Algunos miembros de la población llevan a cabo las siguientes labores: Trabajo en la portería, ayudante de cocina o jardinería. También, se incluye a los usuarios en actividades que ayuden a su auto-sostenimiento como ventas o colaboraciones en el propio asilo. Dos colegios de la región envían estudiantes, una vez al mes para realizar actividades recreativas con los usuarios del hogar. Las actividades realizadas comprenden: juegos, charlas, baile, y consumos de refrigerios.</p> <p><b>Personal a cargo:</b> Monjas/cuidadoras (3), personas encargadas de la cocina, el aseo y servicios varios (5).</p>	<p><b>Número de residentes:</b> 70 adultos mayores, quienes se dividen en la modalidad de caridad, semi-pensión y pensión. La edad de ingreso va desde los 55 años hasta los 65 años.</p> <p><b>Criterio de inclusión:</b> No presentar ningún tipo de enfermedad neurodegenerativa o mental.</p> <p><b>Tiempos de residencia:</b> Oscilan entre los 10 y 40 años.</p> <p><b>Nivel educativo:</b> Predominio de analfabetismo.</p> <p><b>Actividades desarrolladas por los sujetos:</b> Clases de alfabetización (cuentan con cartilla guía). De igual forma, las clases se estructuran de acuerdo a lo que quieren aprender los asistentes. La población participa de diversas actividades cada cierto tiempo -entre las más destacadas se encuentran: cantar, bailar, leer, dibujar, hacer el rosario, ir a misa y celebrar cumpleaños y demás festividades- dichas actividades están lideradas por estudiantes de alfabetización y las hermanas capuchinas. En el taller los miembros realizan algunas actividades de carpintería.</p> <p><b>Personal a cargo:</b> Enfermera (1); docente (1); personas laborando en la cocina, el aseo y medicación (8), y monjas/cuidadoras (6).</p>	<p><b>Número de residentes:</b> 46 residentes: mujeres (34) y hombres (12).</p> <p><b>Criterio de inclusión:</b> Puesto que cada uno los residentes debe pagar una mensualidad (dado el carácter de lugar de reposo que tiene la institución), dicha mensualidad varía entre una persona y otra, en función de la capacidad económica del sujeto. Como segundo criterio, es fundamental que la familia participe de forma activa y esté pendiente de todo lo que pueda acontecer con respecto a su familiar. Es decir que, la familia debe visitar al adulto mayor con cierta frecuencia para que este pueda continuar viviendo allí).</p> <p><b>Tiempos de residencia:</b> Oscila entre los 2 a 7 años y la edad de ingreso es de los 52 años en adelante.</p> <p><b>Nivel educativo:</b> La población está constituida por pensionados profesionales y no profesionales.</p> <p><b>Actividades desarrolladas por los sujetos:</b> Diariamente los usuarios asisten a sesiones de fisioterapia y acondicionamiento físico. En la residencia se realizan actividades grupales una vez al mes tales como: cumpleaños, caminatas fuera de la residencia y visitas a parientes y amigos, lectura y ver televisión, se reza el rosario y la celebración de la misa diariamente.</p> <p><b>Personal a cargo:</b> monjas (10), practicantes de terapia ocupacional (2), fisioterapeuta (1), personas de servicios varios (7) y cuidadores (2).</p>

## **Hipótesis de Trabajo**

El presente estudio asume que la influencia del ambiente, es un factor que modifica la eficacia sináptica en las células del cerebro, lo cual implica un cambio funcional y estructural, que puede variar según el impacto y las necesidades que presenta el sujeto en un ambiente dado (Konorski, 1948; Bliss & Lomo, 1973; Kandel, 2013; Pinel, 2007). A partir de lo planteado, se formula la siguiente hipótesis sobre las interacciones de los adultos mayores con los ambientes geriátricos en los que interactúan:

Los Ambientes Enriquecidos fomentarán cambios diferenciales en los procesos de memoria y en las funciones ejecutivas de los adultos mayores de acuerdo con las condiciones estimulares particulares de las tres instituciones geriátricas que se reflejarán en el desempeño de los sujetos en medidas neuropsicológicas de estos procesos.

## **Procedimiento**

A continuación, se exponen los procedimientos llevados a cabo para la realización del presente estudio:

Inicialmente se solicitó la autorización debida a directivos y encargados de las Instituciones. Seguidamente se llevó a cabo la conformación de tres grupos de 8 sujetos cada uno perteneciente a las tres instituciones previamente caracterizadas (Grupo 1: constituido por 8 sujetos pertenecientes al ambiente 1; Grupo 2: constituido por 8 sujetos pertenecientes al ambiente 2 y el Grupo 3: constituido por 8 sujetos pertenecientes al ambiente 3). Posteriormente, se caracterizaron las Instituciones tomando como fuente de información la entrevista con directivas, observación y registro en diario de campo, así como la revisión de algunos documentos institucionales que contienen misión y visión respectivamente. Cumpliendo con las consideraciones éticas, se realizó el correspondiente procedimiento de consentimiento informado. A continuación se llevó a cabo la valoración con la batería conformada con las diversas sub tareas elegidas para el presente estudio.

## **Instrumentos**

Para la realización de este trabajo, se emplearon algunos componentes específicos de algunas baterías para evaluar aspectos como memoria, atención, lenguaje y cálculo.

Orientación (MMSE). Es un test sencillo que permite que el sujeto de cuenta de sus capacidades de orientación, para lo cual requiere que el individuo reporte desde el día, mes y año actuales, hasta el lugar en el que se encuentra (país, ciudad, barrio y lugar donde está siendo valorado), con el objetivo de conocer si los sujetos evaluados reconocen su propia posición en relación con el ambiente circundante.

Memoria inmediata (subtest 5 Luria-DNA). Es un test que involucra la utilización de 10 palabras fijas, las cuales deben ser dichas al sujeto en una frecuencia de una palabra por segundo; en total se llevan a cabo 5 ensayos, los cuales tienen fases de recuperación cada uno, con el fin de evidenciar la curva de aprendizaje que logra el sujeto desde los primeros

ensayos hasta los últimos, en los cuales se espera que su aprendizaje se vea incrementado.

Retención de Dígitos Directo (WAISS). En este componente se valoran aspectos de recuperación de la información como los procesos atencionales requeridos por el sujeto para focalizarse solamente en los estímulos verbales presentados por el evaluador. La tarea propuesta busca que los sujetos repitan una serie numérica determinada que va incrementando su amplitud a lo largo de varios ensayos, hasta que el sujeto “no sea capaz de recordar” puntualmente la serie propuesta.

Retención de Dígitos Inverso (WAISS). En este componente se valoran procesos de memoria inmediata, además de aspectos de flexibilidad cognitiva (necesaria para organizar las series en orden inverso). Es similar a lo visto en el orden directo, la diferencia radica en que la demanda solicita que los sujetos organicen la serie numérica en el orden inverso al escuchado, y luego den cuenta verbalmente de la secuencia inversa. Lo cual aleja a la demanda cognitiva de la tarea de una prueba de simple repetición.

Copia y Memoria de la figura A (habilidades visoespaciales y de memoria, Figura Compleja de Rey). Es un test que permite dar cuenta de las habilidades visoespaciales y constructivas de los sujetos al momento de dibujar (tanto en la fase de copia, como en la fase de memoria) una figura que no tiene un sentido aparente, pero que por su composición y ubicación estructural, es necesario que quien la resuelve se valga de alguna estrategia para su elaboración gráfica. Particularmente cuando el sujeto tiene que dibujar el modelo de la Figura Compleja de Rey de memoria, debe recurrir al recuerdo lo cual dará cuenta de aspectos relativos a las habilidades de memoria espacial.

Prueba de Atención (medida de control inhibitorio, Luria-DNA). Consistió en la aplicación de dos pruebas de inhibición y cancelación de respuestas con base en órdenes sencillas para realizar o no una acción determinada. Estas tareas parten del paradigma go-no go y la tarea de seguimiento de instrucciones, en las cuales se alternaban dos o más tareas simples con el fin de evaluar procesos atencionales e inhibitorios.

Área del Lenguaje Oral subtest 3 (habla receptiva, Luria-DNA). Está compuesto por un conjunto de relatos, enunciados o historias que dan cuenta del nivel de comprensión de un sujeto con base a una serie de preguntas, las cuales debe responder en un momento determinado.

Semejanzas (WAISS). Se trata de un test de 19 reactivos que están conformados por parejas de palabras y el sujeto debe encontrar una relación común a esas dos palabras, por ejemplo: Naranja-Pera. Esta tarea permite explorar la capacidad asociativa y las posibilidades del sujeto para establecer relaciones desde el nivel lingüístico.

Test de Cálculo (MMSE). Se solicita al sujeto la realización de operaciones numéricas que implican la realización de restas a partir de un número de referencia (por ejemplo, disminuir 7 durante 5 veces al número 100). El sujeto debe realizar las operaciones mentalmente, lo cual implica habilidades de cálculo más allá del simple conteo preceptivo.

## Análisis de datos

Dada la necesidad de explorar la relación entre los ambientes enriquecidos y los procesos de memoria en los sujetos pertenecientes a tres instituciones geriátricas del Valle del Cauca; se llevó a cabo una evaluación mediante componentes específicos de las baterías neuropsicológicas mencionadas anteriormente en aspectos como memoria, atención, lenguaje y cálculo.

Dado que los componentes específicos presentan diferentes escalas de medición, se estandarizó la escala por medio de una transformación que permite realizar la comparación entre las dimensiones que caracterizan los grupos. Es decir:

Sea  $R_i$  el rango de los posibles valores que toma la puntuación de la  $i$ -ésima dimensión del formulario, es posible re-escalar el puntaje obtenido por un individuo usando la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{i \min}}{R_i}$$

Donde  $X_{ij}$  es el puntaje observado para el individuo  $j$ -ésimo en la  $i$ -ésima dimensión del formulario y  $X_{i \min}$  es el valor mínimo o límite inferior del rango de la  $i$ -ésima dimensión específica. Se tiene entonces que las valoraciones de  $Y_{ij}$  se encuentren en la misma unidad de medida dentro del intervalo (0,1).

El proceso de estimación de los niveles medios de las características evaluadas en los sujetos se hizo usando la metodología estadística Bootstrap, la cual permite realizar un re-muestreo con remplazo a partir de la muestra de estudio, con el propósito de mejorar las estimaciones de los parámetros de interés

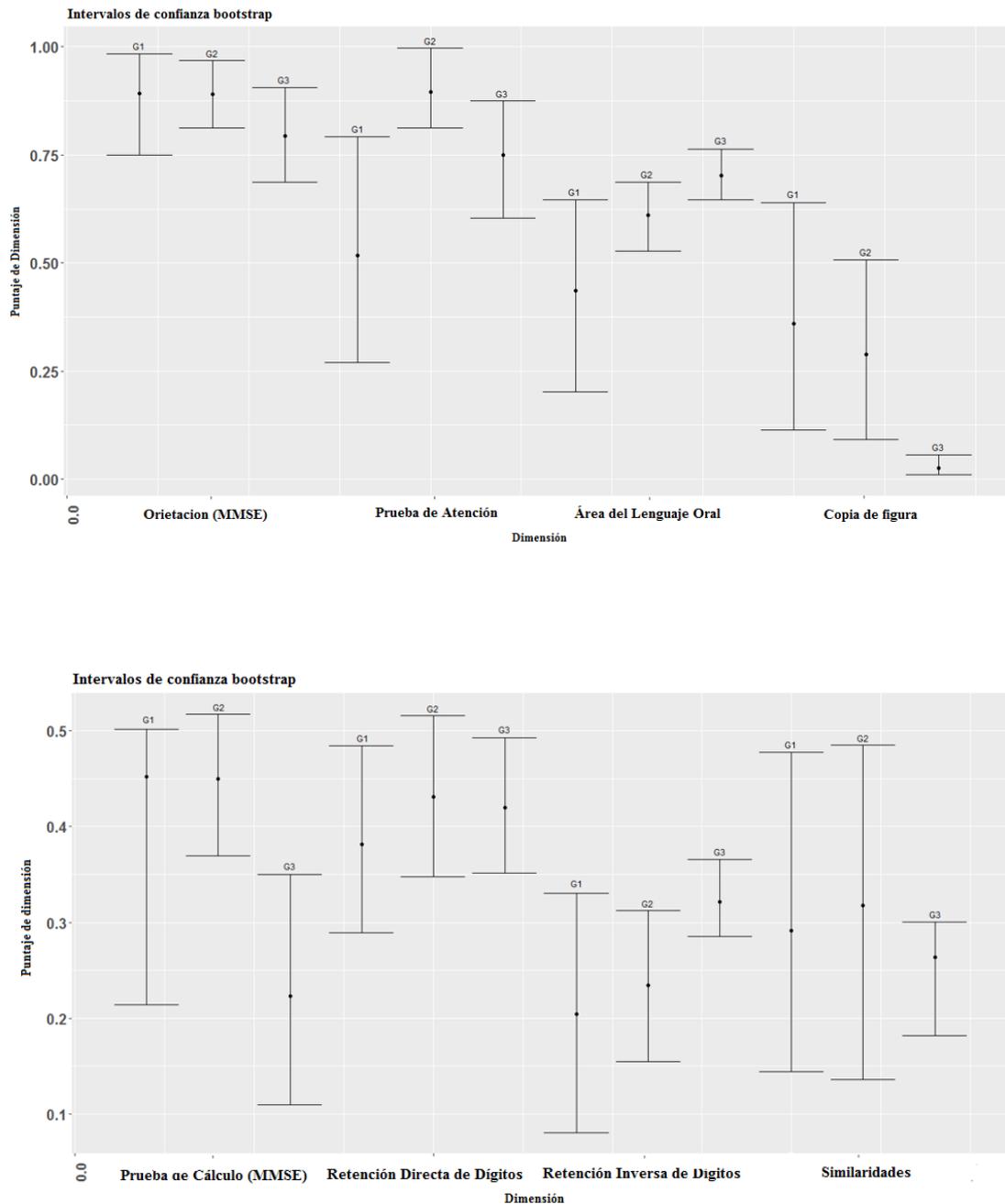
Se realizaron 1000 re-muestréos y para cada uno se obtuvo la estimación del nivel medio de la característica. La estimación final fue obtenida promediando las 1000 estimaciones con los valores obtenidos. Se obtuvieron intervalos de confianza bootstrap, a partir de los percentiles 2.5 y 97.5 tomados después observar las 1000 estimaciones de las medias. Se compararon de manera gráfica los intervalos de confianza Bootstrap, con el fin de identificar diferencias entre los componentes específicos de las pruebas aplicadas en los tres centros geriátricos. Esta metodología fue utilizada debido a lo reducido del tamaño de la muestra en cada grupo. Los intervalos bootstrap a diferencia de los intervalos obtenidos utilizando la distribución normal de probabilidades (intervalos de confianza tradicionales) no requieren de asumir una distribución de probabilidades para los datos de la muestra, pues permiten tener intervalos de manera "empírica" simulando miles de muestras a partir de la muestra original. Esta metodología permite tener estimaciones puntuales (medias) y por intervalos con mucha mayor precisión que los obtenidos asintóticamente (supuesto de normalidad) cuando se tienen muestras de pequeño tamaño.

## Resultados

Dentro del proceso de estimación de las medias, se observó que la característica más relevante en los sujetos del centro geriátrico 1, se relaciona con la capacidad de orientación, en la cual se presentó un valor medio de 0.891 y una desviación de 0,059. Los adultos mayores pertenecientes a este mismo ambiente, presentaron bajo rendimiento en tareas de memoria inmediata y aspectos de flexibilidad cognitiva, ya que la puntuación promedio obtenida por la batería de prueba en retención de dígitos inversos fue de 0,204 con una dispersión relativamente grande (0,297). Los adultos mayores pertenecientes al ambiente 3, se caracterizaron por obtener puntuaciones promedios similares en la prueba de orientación (0,793), atención (0,749) y área del lenguaje oral-subtest 3 (0,702). La copia de la figura de rey presentó una puntuación promedio de 0,025 con una dispersión típica de 0,025; lo cual sugiere que los sujetos del ambiente geriátrico 3 fueron los individuos que presentaron un menor desempeño a nivel de habilidades visoespaciales y de memoria. Los adultos mayores pertenecientes al ambiente 2, presentaron un buen rendimiento en procesos de atención y mecanismos inhibitorios (0,895). A partir de los intervalos de confianza Bootstrap, se pudo determinar que las estimaciones presentan buenas condiciones, debido a que hay longitudes relativamente pequeñas, implicando que dichos intervalos con un 95% de confianza son estrechos y limita el rango de las puntuaciones en cada una de los componentes específicos de las pruebas, ver **Tabla 2**.

**Tabla 2. Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza obtenidos mediante remuestreo (bootstrap) para las diferentes variables estandarizadas en cada uno de los grupos**

	Grupo 1				Grupo 2				Grupo 3			
	Lím		Desv		Lím		Desv		Lím		Desv	
	Media	Lim Inf	Sup	Est	Media	Lim Inf	Sup	Est	Media	Lim Inf	Sup	Est
<b>Orientación</b>	0,892	0,750	0,984	0,060	0,891	0,813	0,969	0,042	0,793	0,688	0,906	0,056
<b>Prueba de Atención</b>	0,518	0,270	0,792	0,137	0,896	0,813	0,998	0,041	0,749	0,604	0,875	0,075
<b>Area de lenguaje oral</b>	0,435	0,201	0,646	0,115	0,610	0,528	0,688	0,041	0,703	0,646	0,764	0,030
<b>Copia de la Figura</b>	0,360	0,114	0,640	0,140	0,288	0,093	0,507	0,118	0,025	0,010	0,056	0,025
<b>Prueba de calculo</b>	0,452	0,214	0,501	0,068	0,450	0,369	0,518	0,065	0,223	0,110	0,350	0,066
<b>Retención directa de dígitos</b>	0,381	0,289	0,484	0,052	0,431	0,348	0,516	0,044	0,420	0,352	0,492	0,036
<b>Retención inversa de dígitos</b>	0,204	0,080	0,330	0,298	0,234	0,155	0,313	0,042	0,321	0,286	0,366	0,021
<b>Similaridades</b>	0,291	0,144	0,477	0,086	0,318	0,136	0,485	0,089	0,263	0,182	0,300	0,039



**Figura 1:** Comparación del efecto entre ambientes sobre el desempeño de los adultos mayores en las diferentes características evaluadas

A partir de las comparaciones gráficas usando los intervalos Bootstrap, se puede determinar que los centros geriátricos tienden a ser homogéneos con referencia a la capacidad de orientación de los adultos mayores (intervalos de confianza traslapados) especialmente en los ambientes uno y dos para los que se observó valores bastante similares en las puntuaciones medias. Respecto a las puntuaciones en el componente específico de retención de dígitos directos, se observó que los sujetos del centro geriátrico 2 presentan un buen desempeño, puesto que el puntaje medio es mayor con referencia a los otros centros. También, se observó que en el centro geriátrico 3 se observaron los menores rangos y una diferencia importante con respecto a las

actividades viso espaciales, ya que el intervalo de confianza obtenido para el componente de copia de la figura de rey se encuentra por debajo de los valores mínimos de los intervalos observados en los otros ambientes. Finalmente, se observó una gran variabilidad en los intervalos Bootstrap, ya que estos presentan una longitud considerable, lo cual podría generar limitaciones para llevar a cabo procesos de generalización a partir de las puntuaciones de los sujetos en componentes observados en los tres ambientes geriátricos.

## Discusión

A la luz de los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas se puede observar lo siguiente. En cuanto a la prueba de retención de dígitos directa, el puntaje estuvo por debajo del promedio, entre 6 y 7 puntos desde la escala considerada para la tarea. Siguiendo los planteamientos de Baddeley&Hitch (1974) y el modelo multicomponente de memoria, se puede pensar que las mayores dificultades encontradas están relacionadas con el “almacén fonológico” el cual es el encargado de la retención del material verbal (en este caso dígitos) durante periodos breves de tiempo. Lo anterior podría sugerir que en cuanto al almacenamiento temporal de la información, los sujetos presentan capacidades limitadas, no solo al mantenerla online, sino en la fase de recuperación. Probablemente, el desempeño presentado por los sujetos también se relacione con el tipo de estrategias atencionales que estos emplean, lo cual tiene que ver con el filtro que se realiza sobre los estímulos (en este caso información verbal).

Por otro lado, en cuanto a la retención inversa, el mejor desempeño evidenciado fue el del ambiente 3, seguido por el ambiente 2. Estas diferencias, siguiendo los planteamientos de Baddeley (2000), en cuanto al cambio atencional, podrían atribuirse a una falla en la manipulación de la información obtenida en primera instancia para invertir la secuencia numérica presentada. Lo anterior sugiere que probablemente, en términos de flexibilidad cognitiva, no hay un buen desempeño al intentar cambiar de un estado A (Dígitos en orden directo) a un estado B (dígitos en regresión) a partir de la exigencia principal de la tarea. Cabe resaltar que, en la mayoría de sujetos pertenecientes al ambiente 3 se presentaron perseveraciones, interpretándose así poca adaptación al espacio de la tarea.

En cuanto al componente de memoria semántica, el ambiente donde hay un mayor grado de escolarización obtuvo la mayor puntuación indicando una correlación positiva entre memoria semántica y escolarización. Cabe aclarar que, no todos los sujetos pertenecientes a los tres centros geriátricos y que participaron en el estudio eran escolarizados. En el ambiente 1 había dos sujetos que cursaron hasta segundo de primaria y 2 sujetos con escolaridad básica secundaria. En el ambiente 2, cinco personas contaban con un nivel de escolaridad primaria. Por último, el ambiente 3 presentaba 3 sujetos con educación primaria, 3 sujetos con educación básica secundaria y 2 sujetos con educación universitaria. Un aspecto importante a destacar en este componente es que, el promedio obtenido por los sujetos pertenecientes al ambiente 2 en esta prueba no se aleja mucho del ambiente 3, donde la mayoría de sus sujetos son escolarizados en contraste con los sujetos del ambiente 1. Esta similitud en el desempeño se podría atribuir a la constante estimulación cognitiva recibida en las

clases de alfabetización impartidas en el ambiente 2. Siguiendo este orden de ideas se podría considerar la importancia de los procesos de estimulación continua en los sujetos de este grupo en cuanto a la consolidación, facilitación y puesta en contexto de las exigencias que demanda el ambiente, lo cual eventualmente podría evidenciarse en un mejor desempeño, como lo plantea Sampedro-Piquero&Begega (2013) al hacer referencia al concepto de Reserva Cognitiva. Por último, se puede observar que, aunque el ambiente 1 obtuvo el promedio más bajo, las personas de ese ambiente que mejor puntuaron fueron los que se habían involucrado previamente en procesos de escolarización, confirmando así la correlación directa entre escolaridad y memoria semántica que se plantea desde los análisis estadísticos del presente estudio y desde algunos estudios neuropsicológicos (Abarca et al. 2008; Binotti et al. 2009; Soto-Añari & Cáceres-Luna, 2012).

En lo concerniente al componente de Memoria visual de la Figura Compleja de Rey, se pudo observar que el desempeño general de los tres asilos estuvo muy por debajo del promedio de la muestra tipificada. Hay una estabilidad de puntajes entre el ambiente 2 y el 3, en contraste con el ambiente 1. Al comparar las producciones gráficas que los sujetos realizaron de la figura compleja de Rey, según lo propuesto por Miyake, Friedman, Rettinger, Shah&Hegarty (2001) en congruencia con el modelo multicomponente de Baddeley y Hitch, se podría pensar que en general los tres asilos presentaron inconvenientes en lo que estos autores conceptualizan como "capacidades espaciales". Estas capacidades espaciales específicamente son tres y se mencionan a continuación: 1) la visualización espacial, que se entiende como la comprensión, manipulación y codificación de formas espaciales, 2) relaciones espaciales, que requieren de la manipulación y transformación mental de una figura en relación a la otra y 3) la velocidad perceptual visoespacial que hace referencia a juicios perceptivos simples, como la capacidad de discriminar figuras en un conjunto. En este orden de ideas, se podría pensar, que en lo concerniente al mantenimiento de representaciones temporales y de información visual y espacial, se presentan dificultades a nivel de la resolución de problemas visoespaciales.

En lo que respecta a las tareas de Copia (Figura de Rey) y Orientación (Mini-mental), se evidencia que en la primera tarea el ambiente 1 y 2 obtuvieron puntuaciones más altas con respecto al ambiente 3. El desempeño presentado por los sujetos se puede explicar gracias a lo propuesto por Luria (1977), quien plantea que las habilidades espaciales y de orientación permiten establecer coordenadas como arriba-abajo y derecha-izquierda, con el fin de ubicarse en un espacio concreto o generar especulaciones en función del tamaño, orientación, ubicación en el espacio, forma, entre otras. De esta manera se podría establecer una relación entre estas dos pruebas, ya que, aunado a lo anterior, las representaciones visoespaciales y su orientación permitirían la ubicación desde un orden topográfico y espacial que eventualmente llevarían a la localización de: una dirección, una ubicación, o de algún lugar concreto (casa, barrio, estructura y forma de figuras, entre otros).

En cuanto a la subprueba de semejanzas se puede observar que la mayor variabilidad en promedios se encuentra reflejada en el grupo de mayor edad. Los sujetos de este grupo, pertenecientes al Ambiente 2, obtuvieron los mejores puntajes. En términos generales el desempeño de los sujetos estuvo por debajo del promedio de la escala.

Trayendo a colación un componente del lenguaje como la denominación, Luria refiere que al no existir un modelo acústico de la palabra requerida, el sujeto debe encontrarlo por sí mismo partiendo de la imagen visual del objeto percibido o imaginado (Luria,1984). En el contexto de la prueba de semejanzas se puede asumir que hay una demanda en la búsqueda visual de referentes de imágenes para encontrar características generales entre las dos palabras. No obstante, es necesario articular estos referentes a un sistema lexical de categorías semánticas para encontrar una descripción similar y descubrir el significado propio, selectivo e inhibir todas las alternativas irrelevantes que aparecen en el curso de tales intentos (Luria, 1984). Siguiendo los planteamientos del modelo multicomponente, se observa que hay un trabajo en conjunto de la agenda visoespacial y el bucle fonológico en la búsqueda de la imagen y en la vinculación con un campo semántico similar. En este proceso el ejecutivo central selecciona e inhibe opciones poco útiles para la resolución de la tarea. Con base en lo anterior, los sujetos que participaron en el estudio posiblemente encuentran inconvenientes en el proceso de denominación, esto quiere decir, en la articulación del bucle fonológico y la agenda visoespacial para la asignación de una descripción general a un referente no verbal sino de naturaleza visual.

Por otro lado, en el componente de cálculo, se puede observar que en general el desempeño de los tres asilos es bajo respecto a la escala de medición empleada (0-5). Solo el ambiente 2 supera el promedio. Sin embargo, cabe aclarar que, aunque los individuos del ambiente 3 presentan un grado de escolarización alto, los sujetos del ambiente 1 y del ambiente 2 obtuvieron puntuaciones más altas. Estas diferencias entre puntajes se podrían asociar con las características propias de los contextos de los cuales hacen parte los individuos que participaron en el estudio. En el ambiente 3 no suelen llevar a cabo actividades cognitivas estimulantes o la implementación de escenarios educativos “formales” (como los propuestos a partir de la escala de alfabetización). Por otro lado, el ambiente 2, como se mencionó anteriormente, involucra a los sujetos en clases, entre ellas matemáticas, mientras que en el ambiente 1 los sujetos que mejor puntuaron son los que se dedican a actividades de la vida diaria, como la venta de productos y tareas organizativas del asilo. De acuerdo con SamPedro&Begega (2013), la participación en actividades cognitivamente estimulantes contribuye a la reserva cognitiva, incluyendo también actividades de la vida diaria ya que implican una resolución de problemas, que pone en juego toda una serie de mecanismos, necesarios para que el sujeto pueda desenvolverse adecuadamente en el contexto de la tarea. Ciertamente, tareas cotidianas como las ventas, demandan subprocesos básicos del ejecutivo central como la focalización, la división y el cambio atencional (flexibilidad cognitiva), así como la conexión de la memoria operativa con la memoria a largo plazo (Baddeley, 2000). Además, este tipo de actividades ponen en juego funciones que implican cálculo, planeación y lenguaje.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en este estudio se relacionan positivamente con los hallazgos de Abarca et al. (2008) y Soto-Añari, & Cáceres-Luna (2012) quienes estudiaron el desempeño de adultos mayores frente a medidas de función ejecutiva hallando diferencias significativas en el rendimiento en pruebas que implicaban procesos mediados por aspectos lingüísticos, memoria verbal y abstracción en individuos que

contaban con mayor nivel de alfabetización. Lo anterior es congruente con el planteamiento que sugiere que aprender a leer y escribir puede modificar fundamentalmente la arquitectura funcional del cerebro, permitiendo compensaciones activas frente a los cambios relacionados con el envejecimiento. Particularmente, existen evidencias que sugieren que el proceso de alfabetización puede aumentar la densidad de las conexiones nerviosas del cerebro, al igual que otros factores que forman parte de un ambiente enriquecido (Stern, et al., 2003).

También, se encontró que los sujetos no escolarizados que están expuestos a ambientes donde hay actividades cognitivamente estimulantes o significativas obtuvieron puntuaciones más altas que aquellos sujetos escolarizados que están inmersos en ambientes donde la exigencia cognitiva es menor. Estos resultados no apoyan los hallazgos del estudio de Binotti, Spina, de la Barrera, & Donolo (2009) quienes afirman que no hay una diferencia entre sujetos escolarizado y no escolarizados en lo concerniente a memoria visoespacial. No obstante, es importante tener en cuenta que estos autores no consideraron la posible incidencia que los ambientes enriquecidos pueden generar frente a las medidas de funciones ejecutivas.

A manera de conclusión y teniendo en cuenta lo postulado por Van Praag, Kempermann & Gage (2000) quienes conceptualizan los ambientes enriquecidos como la combinación de un complejo inanimado y unas condiciones de estimulación social, se puede plantear que los adultos mayores pertenecientes al ambiente geriátrico que -de manera importante- involucra a los sujetos en situaciones que implican la creación de diversos escenarios con fines educativos en los cuales los usuarios aprenden diversas temáticas escolares, obtuvieron el mejor rendimiento entre los tres asilos en tareas relacionadas con procesos de memoria. Este resultado se relaciona positivamente con los estudios de Law, Barnett, Yau, & Gray (2014) que sugieren que la estimulación cognitiva constante, eventualmente favorece el desempeño de los adultos mayores en tareas que involucran funciones cognitivas generales y resolución de problemas, probablemente debido a que estas condiciones activan redes neuronales en respuesta a diversas necesidades asociadas con las demandas del ambiente donde el sujeto establece interacciones (Sampedro-Piquero, et al., 2014).

Por otro lado, los adultos mayores pertenecientes al ambiente geriátrico en el que no se desarrollan actividades relacionadas con la educación formal y en donde las relaciones afectivas entre usuarios y familiares/cuidadores son casi nulas (quizás debido a la condición de los sujetos como habitantes de la calle), pero que frecuentemente involucra a los sujetos en situaciones de resolución de problemas que promueven habilidades de la vida diaria como el auto-sostenimiento y la búsqueda de recursos, presentaron el segundo mejor puntaje en cuanto a las pruebas aplicadas, sugiriendo así que la participación en ocupaciones productivas contextualizadas en el marco de un sistema simbólico específico y significativo para los sujetos, también pueden ser cognitivamente estimulantes (Gardner, 2000).

En lo concerniente a los adultos mayores pertenecientes al ambiente geriátrico que fomenta de manera importante la vinculación afectiva entre los sujetos y su familia-cuidadores, además de posibilitar situaciones socializadoras fuera de la residencia, pero que no ofrece frecuentes posibilidades en cuanto a estimulación educativa, se

observó una disminución en los puntajes de las pruebas aplicadas. Lo anterior probablemente se relacionaría con la idea de que, al no presentarse una continuidad en dicha estimulación, eventualmente se comprometería la Reserva Cognitiva del individuo, ya que se asume que tendría lugar una menor activación del complejo neuronal involucrado en la ejecución de determinadas tareas o exigencias ambientales.

Aunque en las correlaciones estadísticas no hay un nexo entre el tiempo de permanencia y el desempeño en las pruebas, la correlación en sí misma no toma en cuenta las características propias del ambiente; más bien se constituye como una visión panorámica, en la cual se asume el ambiente geriátrico como un todo con las mismas características. No obstante, son estas exigencias las que ayudan a consolidar lo aprendido en un momento anterior, permitiendo transformar esa información de acuerdo a las demandas ambientales.

Es necesario señalar que para futuros estudios se recomienda contar con una población más numerosa que permita observar un comportamiento más general de las variables consideradas, lo cual, entre otras cosas, implicaría desarrollar estrategias para superar obstáculos que limitan el trabajo con muestras de sujetos más grandes, como lo son las variables motivacionales y volitivas, relativas a la renuencia de ciertos adultos mayores a involucrarse en pruebas de orden neuropsicológico.

Finalmente, cabe resaltar los beneficios y alcances que tienen estudios de esta naturaleza ya que, al constituirse como un acercamiento al problema de la influencia que tienen los contextos geriátricos en las habilidades mnémicas de adultos mayores, permiten observar al individuo que envejece, desde una perspectiva diferente a la que comúnmente se asume. De esta manera, no solo se considera el sistema nervioso en "declive y relativamente estático", sino que por el contrario, se abre la posibilidad de comprender el cerebro como un órgano dinámico, que está en constante interacción con su entorno y que eventualmente le ofrece condiciones para el cambio. Siguiendo este mismo orden de ideas, se señala la necesidad presente en nuestro contexto de incluir políticas públicas y educativas más específicas que favorezcan el conocimiento de los procesos mnémicos de la población de la tercera edad y que permitan construir escenarios de acción donde se pueda poner en práctica este saber para encaminar iniciativas con personas en este rango de edad, que en ocasiones son objeto de exclusión y rechazo en nuestro país.

Por otro lado, puesto que actualmente se acepta que los niveles de complejidad y novedad concernientes al ambiente pueden traducirse en aspectos estimulares que eventualmente tendrían efectos sobre los procesos de aprendizaje y memoria (Patel, 2012; Hannan, 2014), resultaría interesante en futuras aproximaciones al estudio del envejecimiento, los procesos cognitivos y los contextos, explorar de una manera más concreta, otros procesos estrechamente relacionados con la memoria operativa, como lo son las habilidades implicadas en la cognición creativa.

## Referencias

- Abarca, J. C., Chino, B. M., Llacho, M. L., González, K., Mucho, K., Vázquez, R., ...& Soto, M. F. (2008). Relación entre educación, envejecimiento y deterioro cognitivo en una muestra de adultos mayores de Arequipa. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 3(1), 7-14.
- Abou-Ismaïl, U.A., y Mendl, M.T. (2016) The effects of enrichment novelty versus complexity in cages of group-housed rats (*Rattus norvegicus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1-47
- Álvarez-Buylla, A. y Lois, C. (2006) Mecanismos de Desarrollo y Plasticidad del Sistema Nervioso Central. En Álvarez, F. & De la Fuente, R. (Comp.), *Biología de la Mente*. (pp. 124-138). Fondo de Cultura Económica. México.
- Ardila, A & Roselli, M. (2007) Envejecimiento Normal y Patológico. En *Neuropsicología Clínica*. Editorial El Manual Moderno. (pp. 227-253).
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baldanzi, S. Berardi, N. Bonaccorsi, J. Braschi, C. Cintoli, S. Cenni, M. Pizzorusso, T. & Mastrogiacomo, R. System Consolidation of Spatial Memories in Mice: Effects of Enriched Environment. *Neural Plasticity* [en línea] 2013, 2013 (junio): [Recuperado el 13 de julio de 2014] Disponible en: <<http://www.hindawi.com/journals/np/2013/956312/>>
- Binotti, P., Spina, D., de la Barrera, M. L., & Donolo, D. (2009). Funciones ejecutivas y aprendizaje en el envejecimiento normal. Estimulación cognitiva desde una mirada psicopedagógica. *Revista chilena de neuropsicología*, 4(2), 119-126.
- Bliss, T. V., & Lømo, T. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *The Journal of physiology*, 232(2), 331-356.
- Bliss, T. V., & Lømo, T. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *The Journal of physiology*, 232(2), 331-356.
- Clemenson, G., Deng, W. y Gage, F. (2015). Environmental enrichment and neurogenesis: from mice to humans. *Behavioral Sciences*, 4, 56-62.
- Davidson, R.S. (2012). Social Influences on Neuroplasticity: Stress and Interventions to Promote Well-Being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689-695.
- Doulames, V.B. (2014). Environmental Enrichment and Social Interaction Improve Cognitive Function and Decrease Reactive Oxidative Species in Normal Adult Mice. *International Journal of Neuroscience*, 124(5), 369-376.
- Erickson, C. A., & Barnes, C. A. (2003). The neurobiology of memory changes in normal aging. *Experimental Gerontology*, 38, 61-69.

- Fares, R.P., Belmequenal, A., Sanchez, P.e., Kouchi, H Y., Bodennec, J., Morales, A., & Bezin, L. (2013). Standardized Environmental Enrichment Supports Enhanced Brain Plasticity in Healthy Rats and Prevents Cognitive Impairment in Epileptic Rats. *PLoS ONE*, 8(1), 1-20.
- Gardner, H. E. (2000). *Intelligence Reframed: Multiple Int.* Perseus Books Group.
- Grady, C. (2012). The Cognitive Neuroscience. *Nature Reviews*, 13, 491-505.
- Hannan, A & Nithianantharajah, J. (2006) Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nature Reviews*, 7, 697-709.
- Hannan, A. (2014) Environmental enrichment and brain repair: harnessing the therapeutic effects of cognitive stimulation and physical activity to enhance experience-dependent plasticity. *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 40, 13-25.
- Jung, C. & Herms, J. (2012) Structural Dynamics of Dendritic Spines are Influenced by an Environmental Enrichment: An In Vivo Imaging Study. *Oxford University Press*, 24, 377-384.
- Kandel, E., Barres, B. y Hudspeth, (2013) *Nerve Cells, Neural Circuitry, and Behavior.* En Kandel, E., Schwartz, J., Jessel, T., Siegelbaum, S. y Hudspeth, A. (Eds.) *Principles of Neural Science.* Mc Graw Hill. (pp. 21-38).
- Kramer, A., Bherer, L., Colombe, S., Dong, W. and Greenough, W. (2004) Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 59A(9), 940- 957.
- Kramer, A., Erickson, K. and Willis, S. (2003) Cognitive Plasticity and Aging. En Rose, B. (Ed) *The Psychology of Learning and Motivation.* Academic Press, 43, 267-302.
- Law, L., Barnett, F., Yau, M. and Gray, M. (2014) Effects of functional task exercise on older adults with cognitive impairment at risk of Alzheimer's disease: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 0, 1-8.
- Leung, N., Tan, E., Chu, L., Know, T., Chan, F., Lam, L., Woo, J. & Lee, T. (2015) Neural Plastic Effects of Cognitive Training on Aging Brain. *Hindawi*, 2015, 1-9.
- Lindenberger, U. (2014). Human Cognitive Aging: Corriger la Fortune?. *Science*, 346(6209) 572-578.
- Lømo, T. (2003). The discovery of long-term potentiation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1432), 617-620.
- López, M., Aurtenetxe, S., Pereda, E., Cuesta, P., Castellanos, N., Bruña, R., Niso, R., Maestú, F. y Bajo, R. (2014) Cognitive reserve is associated with the functional organization of the brain in healthy aging: a MEG study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 1-9.
- Luria, A. (1977). *La Investigación de las Funciones Visuales Superiores.* En *Las Funciones Corticales Superiores del Hombre.* (pp. 451-472) EDITORIAL ORBE, LA HABANA.
- Luria, A. (1984). *Lenguaje.* En *El Cerebro en Acción.* (pp. 300-319) Ediciones Martínez Roca, S.A.
- Merabet, L. & Pascual-Leone, A. (2010). Neural Reorganization Following Sensory Loss: The Opportunity of Change. *Nature Reviews*, 11(1), 44-52.
- Mikolajewska, E. & Mikolajewski, D. (2012) Computational Approach to Neural Plasticity of Nervous System on System Level. *Journal of Health Sciences*, 2(4), 39-47.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621.
- Patel, T. (2012) Environmental Enrichment: Aging and Memory. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 85, 491-500.
- Pinel, J. (2011) Learning, Memory and Amnesia: How Your Brain Store Information. En *Biopsychology*. (pp. 268-297). PEARSON.
- Ragu Varman, D., & Rajan, K.E. (2015). Environmental Enrichment Reduces Anxiety by Differentially Activating Serotonergic and Neuropeptide Y (NPY)-Ergic Sistemn in Indian Field Mouse (*Mus booduga*): An Animal Model of Post-Traumatic Stress Disorder. *Plos One*, 10(5), 1-23.
- Sala-Llonch, R., Bartrés-Faz, D., & Junqué, C. (2015). Reorganization of Brain Networks in Aging: A review of Functional Connectivity Studies. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-11.
- Sampedro-Piquero, P. y Begega, A. (2013) ¿Previene la actividad física y mental el deterioro cognitivo? Evidencia de la investigación animal. *Escritos de Psicología*. Vol. 6, No. 3, (pp. 5-13).
- Sampedro-Piquero, P., De Bartolo, P., Petrosini, L., Zancada-Menendez, C., Arias, J.L. y Begega, A. (2014) Astrocytic plasticity as a possible mediator of the cognitive improvements after environmental enrichment in aged rats. *Neurobiology of Learning and Memory*, 114, 16-25.
- Samson, R.A (2013). Impact of Aging Brain Circuits on Cognition. *European Journal of Neuroscience*, 37(12), 1903-1945.
- Scholz, J., Allemang-Grand, R., Dazai, J. y Lerch, J. (2015) Environmental enrichment is associated with rapid volumetric brain changes in adult mice. *Elsevier*, 109, 190-198.
- Soto-Añari, M., & Cáceres-Luna, G. (2012). Funciones ejecutivas en adultos mayores alfabetizados y no alfabetizados. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 7(3), 127-33.
- Tost, H., Champagne, F. & Meyer-Linderberg, A. (2015) Environmental Influence in the Brain, Human Welfare and Mental Health. *Nature Neuroscience*, 18(10), 4121-4131.
- Van Praag, H., Kempermann, G. & Gage, F. (2000) Neural Consequences of Environmental Enrichment. *Nature Reviews*, 1, 191-198.
- Vásquez et al (2014). Relación entre la Reserva Cognitiva y el Enriquecimiento Ambiental: Una revisión del Aporte de las Neurociencias a la comprensión del Envejecimiento Saludable. *Cuadernos de Neuropsicología*. Volumen 8 No 2. Pág 171-201.
- Walhovd, K.T. (2014). Cognitive Decline and Brain Pathology in Aging—need for a Dimensional Lifespan and Systems vulnerability view. *Scandinavian Journal of Psychology*. 55(3), 244-254.

## Agradecimientos

Agradecemos a los adultos mayores y al personal encargado de las instituciones geriátricas donde fue llevado a cabo el presente estudio. También, agradecemos a los doctores Gabriel Arteaga, Mario Rosero y Diego Calle por sus aportes conceptuales al proceso investigativo.