



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **FUNCIONES EJECUTIVAS Y CREATIVIDAD EN VIDEOJUGADORES EXPERTOS E INEXPERTOS**

**CRISTIAN IVAN GIRALDO LEÓN**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Maestría en Neurociencias.  
Bogotá, Colombia  
2017



# **FUNCIONES EJECUTIVAS Y CREATIVIDAD EN VIDEOJUGADORES EXPERTOS E INEXPERTOS**

**Cristian Iván Giraldo León**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
de:

**Magister en Neurociencias**

Directora:

Ph.D., María Patricia Montañés Ríos

Codirectora:

Ph.D., Elena Núñez Castellar

Línea de Investigación:

Neurociencias

Grupo de Investigación:

Neuropsicología Clínica y Cognoscitiva

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Maestría en Neurociencias

Bogotá, Colombia

2017



## *Dedicatoria*

*Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres, unos grandes seres humanos quienes a través de su apoyo incondicional y valores me han brindado la fortaleza para llevar acabo mi proceso de Maestría.*



## Agradecimientos

A la profesora Ph. D María Patricia Montañés Ríos docente titular de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Colombia. Quien me ha acompañado en el proceso de elaboración y consolidación del trabajo de investigación a través de su amplia experiencia en el campo de la neuropsicología clínica y cognoscitiva.

A la profesora PhD Elena Núñez Castellar investigadora adjunta de la Ghent University en Bélgica. Quien por medio de su constante apoyo, tenacidad, direccionamiento y ánimo para continuar en la adquisición de conocimientos y técnicas para la construcción y ejecución del proyecto investigativo, me permitió finalizar de manera exitosa mi tesis de Maestría.

Al grupo del seminario de práctica de la Maestría en Psicología de la Universidad Nacional de Colombia, quienes me permitieron enriquecer mi conocimiento sobre evaluación Neuropsicológica y análisis estadístico de datos para investigación. Especialmente a Liliana Duarte quien me brindo capacitación para la aplicación de las pruebas de Funcionamiento Ejecutivo y el uso adecuado de la plataforma para la adquisición de los perfiles de los sujetos de investigación.

A mis compañeras de la Maestría en Neurociencias por su gran colaboración en el desarrollo de mi proceso investigativo, especialmente a Irene Riveros, Johanna Folleco, Angélica Alarcón y Diana Cárdenas. Quienes a través de sus recomendaciones por su experiencia investigativa favorecieron una mejor consecución de los objetivos de la tesis.

También a mis padres Roseline León y José Duvan Giraldo quienes por medio de su amor y colaboración, me han dado la capacidad de seguir adelante a pesar de las dificultades propias del proceso de investigación.

## Resumen

**Introducción:** Los videojuegos se han convertido en herramientas populares de entretenimiento a nivel mundial, en Colombia se calcula que un promedio de tres millones de personas consumen de manera regular videojuegos en consolas de alta tecnología (Newzoo, 2017). Diferentes investigaciones reportan que el uso regular de videojuegos permite mejorar habilidades como la atención visual y el control ejecutivo (considerado el modelo que mejor explica la relación entre el uso de videojuegos y el incremento en el desempeño de tareas de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva) (Bavelier, 2012, Colzato, 2013) habilidades que a nivel teórico se relacionan con procesos psicológicos necesarios para la creatividad (Chávez *et al*, 2004). Por este motivo se vuelve importante investigar y profundizar en las posibles relaciones que existen entre el uso de videojuegos y un mejor desempeño en tareas de funcionamiento ejecutivo y pensamiento creativo. **Metodología:** En este estudio se comparó y describió el desempeño de videojugadores expertos e inexpertos por medio de la realización de tareas de creatividad, control ejecutivo y funciones ejecutivas. Se incluyeron pruebas neuropsicológicas de lápiz y papel: la versión abreviada del test de Torrance ATTA (Abbreviated Torrance test for adults), pruebas de retención de dígitos verbal, memoria visual, atención focalizada y dividida trail making test TMT A y TMT B, memoria de trabajo, tarea stroop y la tarea de torre de Londres para planeación ideacional y pruebas de tiempos de reacción: tarea stop signal, tipo flanker y Nback. La muestra poblacional estuvo compuesta por treinta y seis (n=36) adultos jóvenes (18 videojugadores y 18 inexpertos) los cuales fueron evaluados en cada una de las categorías. **Conclusiones:** La experiencia con videojuegos puede estar relacionada con el incremento en habilidades para disminuir el efecto de la distracción en tareas tipo Flanker y también podría incrementar la memoria de trabajo.

**Palabras clave:** Videojuegos, Creatividad, Control ejecutivo, Funciones Ejecutivas.



## Abstract

**Introduction:** Videogames have become in popular tools to entertainment all over there world, in Colombia was calculated an average three millions of people regulary consume videogames in consoles with advance technology (Newzoo, 2017). Different researchers report that the regular use of videogames help improve skills like visual attention y executive control (Executive control model is considered the best model to explain the relation between videogames used and increase level in working memory task, inhibition and cognitive flexibility) (Bavelier, 2012, Colzato, 2013) abilities that a theoretical level are relate with psychological processes necessary to creativity thinking (Chávez, *et al*, 2004). For this reason is important research in possible relations that exist between better performing during executive tasks and creativity thinking. **Methodology:** In this research compared and described the performance of experts and inexperienced players by performing task of creativity and executive functions and control. Neuropsychological tests of pencil and paper were included: The abbreviated version of the Torrance test ATTA, the visual span, visual memory, focused and divided attention by trail making test TMT A and TMT B, working memory and Stroop test and Wisconsin card sorting test to measure the ability to shift cognitive strategies and executive control tasks: stop signal paradigm, flanker task and Nback task. The sample was thirty - six (n=36) young adults (18 experts and 18 inexperienced gamers) who were evaluated in each of the categories. **Conclusions:** Experience with videogames may be related to the increase in skills to decrease the effect of distraction on flanker tasks and could also increase working memory

**Key words:** videogames, creativity, executive control and executive functions.



---

# Contenido

	Pag.
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
2.1 Neurociencias cognitivas.....	20
2.2 El juego y la virtualidad .....	22
2.1. El pensamiento creativo .....	26
2.2. Creatividad y videojuegos. ....	29
2.3. El control ejecutivo y el uso de videojuegos en ciencias cognitivas. ....	30
2.3.1. Atención, procesamiento perceptual y videojuegos. ....	31
<b>3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1. Objetivo General.....	36
3.1.1. Objetivos Específicos.....	36
3.2. Hipótesis de investigación.....	37
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>38</b>
4.1 Tipo y diseño de investigación .....	38
4.1. Participantes .....	39
4.2. Consideraciones éticas .....	40
4.3. Técnicas de evaluación .....	40
4.4. Análisis de datos .....	44
<b>5. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
5.1. Análisis estadístico para funciones ejecutivas .....	46
5.2. Análisis estadístico pruebas de control ejecutivo.....	51
5.3. Análisis tarea stop signal.....	54
5.4. Análisis tarea Nback task .....	56
5.5. Análisis tarea de flexibilidad cognitiva .....	59
5.6. Análisis prueba de creatividad - funciones ejecutivas – inteligencia - correlación bivariable .....	60
5.7. Análisis bivariado creatividad y pruebas de control ejecutivo (nback, stop signal, flanker).....	63
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>68</b>
7.1. Conclusiones.....	68

7.2. Recomendaciones .....	70
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>73</b>
ANEXO 1. CUESTIONARIO DE USO DE VIDEOJUEGOS.....	73
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARTICIPANTES .....	75
ANEXO 3. VERSIÓN ABREVIADA DEL TEST DE TORRANCE. ....	76
ANEXO 4. HOJA DE RESPUESTAS TEST DE RAVEN.....	77
ANEXO 5. TAREA DE RETENCIÓN DE DIGITOS SPAN VERBAL Y SPAN VISUAL .	78
ANEXO 6. TAREA DE FLUIDEZ VERBAL .....	79
ANEXO 7. TAREA TMT A .....	80
ANEXO 8. TAREA TMT B .....	81
ANEXO 9. HOJA DE RESPUESTAS TEST DE STROOP Y TARJETAS DE WISCONSIN.....	82
ANEXO 10. HOJA DE RESPUESTAS TEST TORRE DE LONDRES.....	83
ANEXO 11: CODIGO TAREA 3NBACK.....	84
ANEXO 12: CODIGO TAREA STOP SIGNAL .....	88
ANEXO 13: CODIGO TAREA TIPO FLANKER .....	95
ANEXO 14: CODIGO TAREA STOP SIGNAL .....	102
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>109</b>

---

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Esquema general de la subprueba figurativa de la versión abreviada del test de Torrance ATTA .....	27
Figura 2. Esquema de presentación de los ensayos de la Tarea Nback.....	38
Figura 3. Esquema de presentación de los ensayos de la Tarea Stop Signal.....	39
Figura 4. Esquema de presentación de estímulos de la Tarea tipo Flanker.....	40
Figura 5. Medias marginales estimadas para la congruencia en el grupo de videojugadores e inexpertos.....	49
Figura 6. Medias marginales estimadas para la tarea de inhibición en el grupo videojugadores e inexpertos.....	52

---

## Lista de tablas

Pág.

<b>Tabla 1-1:</b> Variables sociodemográficas de la población objeto de estudio.....	39
<b>Tabla 2-1.</b> Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas. ....	46
<b>Tabla 3-1.</b> Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas atención y memoria visual. ....	47
<b>Tabla 4-1.</b> Análisis descriptivo de prueba de función ejecutiva Stroop.....	48
<b>Tabla 5-1.</b> Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas planeación ideacional.....	49
<b>Tabla 6-1.</b> Resultados de la tarea de fluidez semántica y fonológica para el grupo de videojugadores VJ e Inexpertos IN.....	50
<b>Tabla 7-1.</b> Análisis descriptivo tarea tipo Flanker.....	51
<b>Tabla 8-1.</b> Prueba efecto dentro de sujetos en la tarea tipo Flanker. ....	51
<b>Tabla 9-1.</b> Prueba de efecto intersujetos en la tarea tipo flanker. ....	52
<b>Tabla 10-1.</b> Análisis descriptivo paradigma stop signal.....	54
<b>Tabla 11-1.</b> Prueba de efecto dentro de sujetos tarea Stop Signal. ....	55
<b>Tabla 12-1.</b> Prueba de efecto intersujetos tarea stop signal.....	55
<b>Tabla 13-1.</b> Análisis descriptivo tarea Nback velocidad y recobro con 1 ensayo y con tres. ....	56
<b>Tabla 14-1.</b> Análisis descriptivo tarea Nback respuestas correctas e incorrectas. ....	57
<b>Tabla 15-1.</b> Prueba de efecto dentro de sujetos tarea Nback. ....	58
<b>Tabla 16-1.</b> Prueba de efecto intersujeto tarea Nback. ....	59
<b>Tabla 17-1.</b> Análisis intersujeto tarea Nback precisión.....	59
<b>Tabla 18-1.</b> Tabla de Análisis descriptivo test de las tarjetas de Wisconsin. ....	59
<b>Tabla 19-1.</b> Pruebas de normalidad correlación pruebas de función ejecutiva y creatividad. ....	60
<b>Tabla 20-1.</b> Correlación de Spearman para pruebas de funciones ejecutivas y creatividad. ....	61
<b>Tabla 21-1.</b> Correlación de Spearman para pruebas de funciones ejecutivas y creatividad. ....	62
<b>Tabla 22-1.</b> Correlación de Spearman para pruebas de funciones ejecutivas y creatividad. ....	62
<b>Tabla 23-1.</b> Correlación de Spearman para las tareas Flanker y el paradigma stop signal. ....	63

---

## Introducción

Los videojuegos se han convertido en medios de entretenimiento enormemente populares a nivel mundial, en Estados Unidos, por ejemplo, de acuerdo a Rivero *et al.* (2012), se juegan videojuegos en más del 70% de los hogares, con un promedio de juego semanal de 30 horas, mientras que en Colombia aproximadamente tres millones de personas son usuarios regulares de videojuegos con edades promedio entre los 18 y 23 años de edad (Newzoo, 2017). Estas tendencias de consumo han incrementado el interés investigativo sobre el impacto del uso regular de videojuegos en el funcionamiento cognitivo y también han empezado a ser utilizados como mecanismos de estimulación cognitiva tal y como se describe en la investigación de Belchior, Marsiske y Sisco *et al.* (2013), en la que se reportan mejoras en atención visual selectiva en adultos mayores posterior a entrenamientos con juegos de disparo en primera persona y evaluados por medio de tareas de velocidad de tiempos de reacción, atención selectiva y atención dividida.

Así como se han realizado investigaciones para identificar si el uso de videojuegos permite un mejor rendimiento en habilidades cognitivas como la atención y el procesamiento perceptual, recientemente también se empezado a discutir sobre su impacto en el control cognitivo, concepto que hace referencia a la relación entre tres funciones ejecutivas como lo son la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva (Miyake, 2000, Rivero *et al.*, 2012). Los resultados han mostrado que los videojuegos presentan demandas cognitivas diferentes (el concepto de demanda cognitiva según Ward (2007) se define como la capacidad de emplear simultáneamente procesos cognitivos complejos durante la realización de una tarea) como por ejemplo la búsqueda visual de artefactos, la atención dividida para múltiples objetivos de disparo o el recobro de información para la solución de problemas. También se destaca el impacto específicamente de los videojuegos de acción en habilidades cognitivas como la memoria de trabajo, la inhibición y reducción de la captura atencional (Oei, Patterson, 2013).

Por otra parte desde la neurociencia cognitiva se ha explorado la relación entre la experiencia de juego y habilidades más complejas como la creatividad, que depende de varios procesos como la flexibilidad cognitiva (capacidad de modificar ideas o conceptos para adaptarse a una tarea (Bavelier, 2012)), la fluidez ideacional (habilidad para generar un gran número de ideas (Yeh,2015)) y la combinación conceptual (función cognitiva que permite asociar conceptos de manera coherente para evitar relaciones aleatorias incongruentes (Boden,2004)) identificando que el tipo de demanda cognitiva que requieren algunos videojuegos mejoraría el desempeño en pruebas de creatividad (Ward, 2007, Jackson, 2012, Yeh, 2015).

Estos hallazgos y discusiones teóricas sobre el impacto cognitivo de los videojuegos, permiten establecer la importancia de generar nuevas indagaciones asociadas a los cambios cognitivos que se presentan por el uso de videojuegos en consolas de última generación y comparar como el funcionamiento ejecutivo y la creatividad se verían favorecidas por la experiencia con diferentes tipos de videojuegos (Bavelier, 2012, Oei y Patterson, 2013).



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La sociedad actual se ve inundada de mecanismos que permiten el acceso a diferentes fuentes de información de manera inmediata, por medio de plataformas virtuales, teléfonos de alta tecnología, y consolas de videojuegos. Estas condiciones han generado cambios en las formas de procesar la información y de dar respuestas a las necesidades del medio (Levy, 2004).

Es innegable que la interacción con lo que en ciencias sociales se denomina ciberespacio y simulación (este último hace referencia a un espacio que se asemeja a la realidad pero con parámetros impuestos por un programador) ha cambiado las dinámicas relacionales y el conocimiento que se tienen en torno a la realidad (Levy, 2004).

Durante la juventud es donde se tiene mayor acceso a las simulaciones como las presentes en los videojuegos, y es en esta etapa de la vida que se experimenta de manera más directa sus efectos (Feixa, 2006, Gardner y Davis, 2014). Es también durante la juventud, donde el juego, que es una actividad intrínsecamente divertida, entendida como un espectro ordenado de la conducta de divertirse, que puede ser más o menos divertido y más o menos ordenado, se complejiza, para permitir las interacciones entre miembros de un mismo grupo de edad o colectivo social y facilitar las dinámicas sociales a través de espacios de simulación como los videojuegos, lo que se asocia al desarrollo de procesos cognitivos superiores, así como a la comprensión de las reglas y normas sociales favoreciendo los potenciales creativos, al generar mayor flexibilidad en el repertorio de respuestas, y la internalización de normas para la negociación y la focalización de la atención en juegos en los que es necesaria la cooperación (Murray, 2006).

Las investigaciones adelantadas sobre el reforzamiento de habilidades cognitivas por medio del uso de videojuegos han centrado su interés en las primeras etapas del ciclo vital y han definido que los videojuegos de disparo en primera persona son los únicos capaces de fortalecer sistemas de procesamiento de información a nivel de percepción visual y velocidad de reacción (Bavelier, 2012). No obstante Oei y Patterson (2013) explican que: “(...) los beneficios de jugar otro tipo de videojuegos han sido subestimados” (p.1) estos investigadores describen que los videojuegos de disparo en primera persona VGPS (siglas del nombre en inglés videogames first person shooter) comparten características como el ser impredecibles, la velocidad intensa y la demanda de altas habilidades perceptuales, cognitivas y motoras, así como la necesidad de elegir entre múltiples planes de acción y el énfasis en procesos periféricos, pero también han sido altamente criticados por sus contenidos de violencia y por el reporte de diferentes estudios que los asocian a alteraciones comportamentales entre las personas que los utilizan cotidianamente, siendo necesario investigar el efecto en habilidades cognitivas ejecutivas y perceptuales de videojuegos que no sean de acción y también indagar en campos donde las investigaciones no han centrado particularmente su interés como en la creatividad.

Otro aspecto importante para tener en cuenta sobre las investigaciones en videojuegos se relaciona con a las tareas que se aplican para medir cambios en procesos cognitivos encontrándose que:

“En la mayoría de estudios longitudinales que involucran videojuegos de acción, los investigadores han comparado un grupo control de jugadores de no – videojuegos de acción (ej. Tetris) con un grupo experimental de jugadores de juegos de acción. Estos estudios generalmente muestran efectos más favorables de transferencia después de jugar videojuegos de acción comparado con el grupo control de jugadores de no – acción. Mientras que los beneficios de los videojuegos de acción no son cuestionados, los métodos que han sido usados en estos estudios previos pudieron favorecer a los juegos de acción. Específicamente, muchos estudios de entrenamiento con videojuegos de acción utilizan tareas de transferencia que imitan las demandas de los videojuegos de acción, maximizando posiblemente los efectos de transferencia. Estas tareas de transferencia son tradicionalmente de velocidad, con múltiples objetivos de rastreo y requieren rápidos cambios atencionales entre un blanco y otro” (Oe y Patterson, 2013, p.2)

Al establecer tareas diseñadas con los mismos parámetros que se utilizan en los videojuegos, la transferencia concepto que hace referencia al aprendizaje que se presenta durante la realización de una tarea y que se puede aplicar a otra actividad similar; se omite el potencial de otros videojuegos que tienen tareas distintas a las de los videojuegos de acción como por ejemplo la memorización de matrices, la construcción de objetos en las realidades virtuales o el uso de diferentes artefactos (automóviles, aviones) como en el caso de los juegos de simulación (Oei y Patterson, 2013).

Debido a la necesidad de conocer como diferentes tipos de videojuegos permiten el desarrollo de procesos cognitivos, especialmente en la juventud como grupo poblacional que más interés presenta por estas plataformas y atendiendo a los cuestionamientos sobre las tareas que se emplean para evaluar el impacto cognitivo de la experiencia de juego, en esta investigación se indagó si existían diferencias en los puntajes obtenidos en pruebas que evalúan pensamiento creativo, control ejecutivo y funciones ejecutivas entre videojugadores expertos y personas inexpertas, empleando diferentes tareas de tiempos de reacción a nivel de control ejecutivo y tareas de lápiz y papel, las cuales permitieron una descripción específica de diferentes funciones ejecutivas asociadas a la experiencia con diferentes tipos de videojuegos. Es importante destacar que este proyecto es uno de los primeros en Colombia que diseño pruebas sistematizadas para medir control ejecutivo, las cuales han sido ampliamente utilizadas en neurociencias junto a medidas fisiológicas como el electroencefalograma y la resonancia magnética funcional siendo directamente compatibles con la adquisición de neuroimagenes y potenciales evocados.

## MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordarán diferentes teorías y conceptos sobre el impacto de la experiencia de juego en diferentes procesos cognitivos. Se iniciará con una descripción de las neurociencias cognitivas, los conceptos de juego y creatividad y finalmente se mostrarán investigaciones sobre funciones ejecutivas y el modelo de control ejecutivo, el cual es el que más se ha utilizado para indagar el fortalecimiento de habilidades como la flexibilidad cognitiva, la atención, la memoria de trabajo y la inhibición por el uso de videojuegos.

### 2.1 Neurociencias cognitivas

Las teorías provenientes de las ciencias cognitivas y desde modelos computacionales como mencionan Montañés y De Brigard (2011), han permitido que el saber neuropsicológico sobre el sujeto clínico, avance para empezar a desarrollar esquemas de procesamiento cognitivo que dan explicaciones a daños cerebrales, como forma de complementar la lectura de tecnologías de registro encefálico. En esta línea de conocimiento uno de los campos teóricos que ha dado su aporte tanto al ámbito clínico como al social es el de la neuropsicología cognoscitiva la cual fundamenta su ejercicio conceptual en: 1. Describir la arquitectura funcional de diferentes sistemas de tratamiento de información con que opera el cerebro. 2. Determinar la naturaleza de las representaciones sobre las cuales se efectúan tales procesos y 3. Explicar las operaciones que se realizan en los diferentes componentes de tratamiento identificados en la arquitectura cognoscitiva. Es gracias a estos abordajes, que se ha logrado evidenciar la importancia de regiones del cerebro para el procesamiento de cierto tipo de información,

como la atención, la memoria y las funciones ejecutivas, a través de la conceptualización de arquitecturas cognitivas.

Las arquitecturas cognitivas se definen como infraestructuras lógicas y físicas de los componentes de un sistema que conoce, permiten análisis exhaustivos de múltiples niveles y dominios de un agente cognitivo, los cuales son constantes en el tiempo, pero pueden enriquecerse por el aprendizaje (Langley, Laird, Rogers, 2009, Newell, 1990, Sun, 2002, 2004 en Sánchez y Fernández, 2011). El término nace desde la propuesta de la neurociencia cognitiva por su interés de organizar el aporte teórico sobre la cognición desde diferentes disciplinas que hasta el momento no tenía una meta en común. En principio las arquitecturas entendidas como modelos de los procesos cognitivos, se explicaron desde teorías computacionales, generando representaciones de entradas de información (input) que se organizaban por un sistema central y que salían para dar respuesta al medio social (output). Posteriormente los modelos de entradas y salidas de información fueron criticados porque asumían a la cognición como algo puramente abstracto, sin tomar en consideración el papel de los cerebros biológicos como sistemas de control de los cuerpos, siendo los teóricos de arquitecturas no – representacionistas de la cognición incorporada, los que generaron críticas al modelo y asumieron al pensamiento humano no como algo puramente abstracto o como inputs y outputs de información, sino como interacciones del procesamiento sensorio – motor con el medio ambiente (Medina, 2008).

La producción teórica de las neurociencias cognitivas desde la postura de las arquitecturas, se ha interesado particularmente en el funcionamiento de los lóbulos frontales y como su función se extiende al control de procesos cognitivos, de acuerdo a (Tirapu y Luna, 2011) enfatizando en la función del córtex prefrontal:

Desde un punto de vista funcional, se puede afirmar que en esta región cerebral se encuentran las funciones cognitivas más complejas y evolucionadas del ser humano, y se le atribuye un papel esencial en actividades tan importantes como la creatividad, la ejecución de actividades complejas, el desarrollo de las operaciones formales del pensamiento, la conducta social, la toma de decisiones y el juicio ético y moral. (p.221).

Dentro de las funciones cognitivas complejas las neurociencias cognitivas han otorgado el nombre de funciones ejecutivas o de control ejecutivo:

A los procesos cognitivos implicados en el control consciente de las conductas y los pensamientos. Algunos componentes integrados en estos procesos son la memoria de trabajo como capacidad para mantener información en línea, la orientación y adecuación de espacios atencionales, la inhibición de respuestas inapropiadas en determinadas circunstancias y la monitorización de la conducta en referencia a estados motivacionales y emocionales del organismo (Tirapu y Luna, 2011, p. 222).

Adicionalmente a estas capacidades Tirapu y Luna (2011) describen que las funciones ejecutivas permiten llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptable y además abarcan procesos como la anticipación, elección de objetivos, planificación y selección de la conducta, la autorregulación, automonitorización y el uso del feedback. También se han identificado redes de funcionamiento neuroanatómico para estas funciones como lo son: el circuito dorsolateral para memoria de trabajo, atención selectiva y formación de conceptos o flexibilidad cognitiva y el circuito ventromedial que se relaciona al procesamiento de señales emocionales que direccionan la toma de decisiones en relación a objetivos sustentados en juicios sociales y éticos.

Antes de continuar con el abordaje teórico sobre el funcionamiento ejecutivo y su relación con el tema central de esta investigación con respecto a los videojuegos, se expondrán conceptos que permitirán un mayor entendimiento de las diferentes áreas en las que las neurociencias cognitivas han permitido la indagación y como estos estudios se han aplicado a campos específicos del pensamiento humano como los son el aprendizaje a través del juego, la creatividad y la atención.

## **2.2 El juego y la virtualidad**

Teniendo claridad sobre el objetivo de las neurociencias cognitivas de analizar a los sujetos tomando referencias de diferentes disciplinas por medio de arquitecturas cognitivas, ahora

se abordará el concepto de juego, el cual permitirá establecer la importancia de este para el desarrollo de diferentes funciones cognitivas. Un juego puede ser descrito fenomenológicamente como un espectro ordenado de la conducta de divertirse, que puede ser más o menos divertido y más o menos ordenado. Siendo las dos actividades fundamentales para el desarrollo de un juego el tomar turnos y el sincronizar comportamientos (Tómaselo, 2000 en Murray, 2006). El juego es una conducta intrínsecamente placentera tanto para los humanos como para los animales, permitiendo el aprendizaje de elementos simbólicos y de las reglas de socialización entre miembros de la misma especie, ya que ciertas acciones realizadas durante la ejecución conductual de jugar son utilizadas para la interacción social cotidiana, como la atención focalizada a objetos externos y/o comportamientos, la intencionalidad mutua de completar una tarea en juegos cooperativos y la comunicación simbólica entre participantes.

La conducta de juego ha sido relacionada con el desarrollo de habilidades cognitivas, ya que ayuda al ser humano a pasar del pensamiento concreto a procesos de abstracción, mediante el incremento del repertorio flexible de respuestas ante diferentes problemas que se presentan de manera novedosa en el contexto social y también internalizando el lenguaje como medio de comunicación y expresión de ideas. Tal internalización de acuerdo a Tómaselo (2000) en Murray (2006) aparece por la necesidad humana de asumir al otro como un agente que piensa y se comporta de manera independiente, lo que permite al ser humano asumirse como agente - objeto en una comunidad (que entiende las reglas de la comunidad e interactúa, pero reconoce que él es diferente de los otros individuos), y a su vez es reconocido por otros agentes objeto de la comunidad como un individuo.

Otras de las ventajas que aparecen en el juego, son: 1. la capacidad de cambiar del propio punto de vista, hacia el punto de vista de los demás, así como de imaginar lo que el otro está pensando y verse a sí mismo desde la perspectiva de otro ser humano. 2. la habilidad de enseñar y aprender intencionalmente, uno de los fundamentos de todo el desarrollo cultural humano y 3. la aparición de la atención conjunta, entendida como la capacidad de focalizar el pensamiento en una tarea que es desarrollada de manera colectiva, fomentando los comportamientos de negociación, el acuerdo de normas y la limitación de algunas acciones (Murray, 2006).

En el juego también aparece la narrativa como forma de comunicación, la cual genera una tendencia a la exploración del hombre para co - evolucionar con sus pares sociales, creando patrones sociales y pensamientos complejos, así como elaboraciones simbólicas complejas (Murray, 2006). Dentro de estas elaboraciones simbólicas por ejemplo, se encuentra el hecho de que algunas actividades que pueden ser poco interesantes o estimulantes en la vida real, durante el juego se convierten en actos atractivos de realizar, como lo puede ser ordenar objetos por color, forma, utilidad, o como en los videojuegos, en donde el participante debe encontrar claves para poder avanzar de un escenario a otro, tareas que pueden durar varias horas y sin embargo son placenteras para el jugador.

Los juegos han evolucionado de la misma manera que lo hecho el pensamiento humano, traspasando las fronteras de lo material, hacia los espacios virtuales. La realidad virtual RV es un espacio que crean ilusiones sensoriales (manipuladas por un programador o un investigador) que simula la realidad, promoviendo respuestas cerebrales y comportamientos en el mundo virtual, análogos a los que se dan en el mundo real (Bohil, Alicea, Biocca, 2011). A nivel experimental, la posibilidad de generar cambios cerebrales y respuestas conductuales con el uso de realidades virtuales RV, facilita el control de las variables a investigar y contribuye al estudio de la actividad neuromuscular, las dinámicas de desarrollo e incluso procesos moleculares en cascada, tras la aplicación de estímulos virtuales. Esto constituye una ventaja en el estudio naturalista del comportamiento humano y de la medición de procesos cerebrales, al generar la sensación de presencia en el ambiente virtual, con el propósito de activar zonas cerebrales específicas como las cortezas motoras (movilización y recolección de objetos en un videojuego, uso de armas o correr para escapar del enemigo, subir escalares, abrir puertas, etc.) que son difícilmente detectables en las investigaciones clásicas experimentales, donde las actividades y estímulos están limitadas a los recursos físicos del laboratorio (Bohil, Alicea, Biocca, 2011).

La realidad virtual RV también permite cierto control en la estimulación multisensorial (información multimodal que llega simultáneamente a diferentes órganos del cuerpo) beneficiando la descripción y explicación de la interacción entre actividades sensorio-motoras y la propiocepción, con la experiencia visual, es decir, al estudio de la correlación entre diferentes regiones cerebrales de manera simultánea. En realidad virtual se utilizan dos conceptos que permiten definir mejor como el jugador logra acceder a la tecnología y experimentar sus efectos, la inmersión y la presencia: La inmersión hace referencia a la



cuantificación de la tecnología, es decir los elementos que permiten la existencia de la RV como las pantallas de los computadores, los sistemas diseñados por programadores y las instrucciones dadas a los participantes, también incluye la propia percepción que tiene el participante para recibir los elementos sensoriales emitidos por estos aparatos, mientras que la presencia tiene que ver con el estado de conciencia de estar en un ambiente virtual y los modos de comportamiento correspondientes (Slater, Usoh, Steed, 1995). Algunas investigaciones en el campo de la RV, se han utilizado para verificar los resultados obtenidos en trabajos con animales sobre cognición y navegación espacial, encontrando la activación clásica del hipocampo, pero adicionalmente de velando activación de la corteza frontal, lo que sugiere una contribución adicional de la memoria de trabajo, así como del giro parahipocampal, el precuneo y el giro fusiforme.

De igual forma, en campos de la neurociencia social se ha encontrado que la capacidad de interpretar las emociones en las expresiones faciales (trabajos relacionados a la teoría de la mente), a través de personajes virtuales que expresan ira, estaban ligados a cambios en la activación del surco temporal superior, al giro lateral fusiforme y una región del giro temporal medial. Estas investigaciones utilizando espacios virtuales que manipulan los estímulos para crear la ilusión de presencia corporal, han permitido descifrar que la percepción que tenemos de nosotros mismos se actualiza constantemente por la información que llega del medio y que está en cambio continuo con el objetivo de adaptarnos a las modificaciones el ambiente (Bohil, Alicea, Biocca, 2011).

Otro campo de las neurociencias en el que se ha utilizado la realidad virtual por medio de los videojuegos ha sido en la evaluación y rehabilitación neuropsicológica; por ejemplo en la investigación adelantada por Whitlock, McLaughlin y Allaire (2012) se utilizaron videojuegos como mecanismos de estimulación, identificando las respuestas individuales de los participantes en un entrenamiento cognitivo con un juego de demanda atencional, para esta tarea se incluyeron 39 adultos mayores entre los 60 y 77 años de edad. Los autores definieron inicialmente que los videojuegos requieren de múltiples habilidades cognitivas, ofrecen recompensas motivacionales y pueden ser jugados socialmente. En adultos jóvenes permiten fortalecer la atención visual y la rotación mental, mientras que en personas adultas mayores el uso regular de videojuegos incrementa significativamente la ejecución en tarea de memoria de trabajo, memoria visual a corto plazo y razonamiento,

en comparación a personas de la misma edad que no los utilizan. Los resultados de las pruebas posteriores al entrenamiento mostraron diferencias significativas en el grupo experimental con mejoras en el control atencional medido por el test de Stroop entre el pretest y el posttest e incremento en orientación espacial y sin encontrar diferencias en rotación mental, ni en test digito – símbolos y matrices progresivas para memoria de trabajo y razonamiento.

De esta manera, el juego como herramienta para el desarrollo de habilidades cognitivas y su evolución en la RV ha permitido que las neurociencias avancen en el entendimiento del impacto del uso regular de videojuegos a nivel de procesos como el aprendizaje y la ubicación espacial. Entendiendo el marco conceptual sobre el que se han abordado el juego y su relación a procesos cognitivos, es posible pasar a conceptualizar la creatividad y el control cognitivo y como estas teorías han ido avanzando enriqueciéndose de las investigaciones en diferentes campos del conocimiento.

## **2.1. El pensamiento creativo**

La creatividad es la habilidad de generar algo nuevo que puede ser físico, estético o conceptual, superando o diferenciándose de aquello que ya existe, por lo que es de alguna manera la forma más compleja de flexibilidad cognitiva (Chávez *et al*, 2004, Dietrich, 2004). El pensamiento creativo permite dar diferentes respuestas a un problema determinado, constituye la base para la producción de nuevos artefactos y a su vez cumple una función de retroalimentación de ideas en los actores sociales que perciben sus expresiones a través del lenguaje, el arte, la música o en espacios virtuales ya que al percibir esa comunicación se da una activación conceptual que puede traducirse en creatividad (Chávez *et al*. 2004).

En psicología se conceptualizó que los procesos de aprendizaje son indispensables para el desarrollo de la creatividad, formulación que puede ubicarse en los trabajos del psicólogo Robert Gagné en el año 1960 y su teoría sobre los ocho tipos de aprendizaje. Teniendo como fundamento el aprendizaje, autores como Torrance (1966) han definido la creatividad como la capacidad de ser sensible a los problemas y vacíos de información en diferentes contextos, en tanto la información sea significativa para el sujeto que la utiliza y dada la posibilidad de generar hipótesis en relación a estas carencias, probarlas y generar

resultados. Estas teorías sobre el procesamiento de información novedosa han sido estudiadas por diferentes investigadores a nivel experimental, de acuerdo a Bailey, McDaniel y Thomas, (2007) para producir un aspecto o producto creativo, debe existir una base de conocimientos y capacidades adquiridas para poder ser aplicadas, existentes como jerarquías de menor a mayor, desde el aprendizaje estímulo respuesta, el condicionamiento clásico y operante, pasando por la secuenciación de aprendizajes, para llegar a conceptos de clase y relaciones bicondicionales (lo cual se relaciona con el estudio de las funciones ejecutivas) siendo el test de Torrance la principal herramienta de análisis de la creatividad.

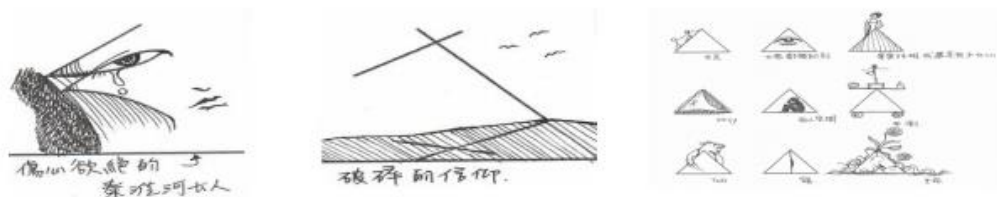


Figura 1.1. Esquema general de la subprueba figurativa de la versión abreviada del test de Torrance ATTA (Shen y Lai, 2013)

Debido a como se mencionó en el apartado sobre neurociencias cognitivas, el interés de plantear arquitecturas de funcionamiento se basa en complementar la información teórica con el estudio neurofisiológico del cerebro, la evaluación de la creatividad se ha complementado con el uso de tecnologías de registro encefálico. En investigaciones a través de métodos no invasivos como la electroencefalografía EEG y el uso de potenciales evocados también se han adoptado las teorías psicológicas con el uso de tareas de lápiz y papel, para comparar la actividad cerebral con el pensamiento creativo. Encontrando relaciones con habilidades como la resolución de problemas, al incluir parámetros como la flexibilidad cognitiva (capacidad de producir diferentes tipos de ideas), la originalidad (capacidad de generar ideas nuevas que se diferencian de conceptos aprendidos por una persona) y la elaboración (capacidad de embellecer las ideas con detalles) categorías que se encuentran incluidas en el test de Torrance (Srinivasan ,2007 y Fink *et al*, 2010).

Los estudios aplicando técnicas de registro e imágenes cerebrales también han reportado la activación de la corteza pre - frontal durante la resolución de problemas y la expresión de actividades novedosas, mientras que análisis comparativos entre inteligencia y creatividad no han mostrado correlatos tan altos, únicamente en ciertos aspectos o tipos de inteligencia fluida (generación de un gran número de ideas) (Srinivasan ,2007 y Fink *et al*, 2010).

Las estructuras neurales cuya activación han mostrado concordancia con el pensamiento creativo han sido las regiones temporo parieto occipitales TPO y la corteza prefrontal, ya que para la generación de ideas novedosas es necesaria la inhibición de información, la memoria sobre conceptos adquiridos que pueden ser modificados y la flexibilidad cognitiva para realizar cambios en los esquemas de pensamiento (Dietrich, 2004). Sería imposible imaginar el pensamiento creativo, sin la capacidad de organizar ideas en una dimensión temporal o sin inhibir ideas poco originales, así mismo la capacidad de cambiar de una idea a otra que se ve alterada en pacientes con lesiones en la corteza prefrontal con síntomas de perseveración, al no generar cambios y combinaciones conceptuales que se requieren para la creación de nuevas idea (Dietrich, 2004).

Por otra parte trabajos como los de Fink *et al* (2010) se han enfocado en incrementar el pensamiento creativo mediante la estimulación cognitiva, presentando gran cantidad de ideas a grupos de participantes, logrando aumentar las respuestas alternativas y novedosas. En su estudio, los sujetos debían utilizar objetos cotidianos de manera alternativa posterior a la exposición a las ideas. Cuando se examinaron las imágenes por resonancia magnética, se encontró una correlación entre el aumento en la originalidad y el aumento de la activación de redes neuronales del hemisferio derecho, cortezas temporo - parietales y corteza cingulada posterior, áreas que se encargan de la integración semántica, la recuperación en memoria y procesos atencionales (Fink *et al*, 2010).

Estos campos de investigación desde diferentes áreas permiten describir a la creatividad, como una función que aparece por la activación de diferentes estructuras, como los lóbulos frontales y las cortezas temporales y parietales, evidenciable en procesos neuropsicológicos como la atención, la imaginación, el pensamiento divergente, la originalidad y el análisis viso espacial entre otras, la cual no es estática ya que se fortalece por los procesos de aprendizaje, permitiendo plantear alternativas de respuesta a

interrogantes que necesitan la innovación para su solución (Montañés, 2009, Fink *et al*, 2010). En este punto es importante aclarar que de los estudios revisados sobre creatividad en personas saludables, se han enfocado en etapas del ciclo vital como la niñez y juventud debido a que es en estos momentos del desarrollo donde se interiorizan las reglas de la estética y es posible elegir estilos de producción individuales (Gardner, 2005),

## **2.2. Creatividad y videojuegos.**

Se realizó una búsqueda sistemática entorno al tema de creatividad y videojuegos, encontrando por ejemplo que en el trabajo adelantado por Yeh (2015) al analizar el desempeño de videojugadores con respecto a procesos creativos, se identificó que los participantes que utilizaron juegos de acción realizaron tareas de originalidad, elaboración y flexibilidad mejor que jugadores de videojuegos de no acción, aunque sin evidenciar cambios en la productividad creativa. Para este propósito se tomó una muestra de 36 voluntarios, expertos en videojuegos de acción entre los 20 y los 30 años de edad, siendo la variable independiente el tipo de juego, dividida en juegos de acción y de no acción, donde se evidenció mayor originalidad, flexibilidad y elaboración (Yeh, 2015). Así mismo Yeh (2015) describe como Mendelsohn (1976), Runco y Sakamoto (1999) establecen la importancia de la atención desenfocada o ampliada, que supone una hipersensibilidad atencional a los estímulos del medio, dado que al ampliar la atención se promueve la asociación de ideas o información remota para transmitir continuidad, lo que facilita el rendimiento creativo, mientras que una atención focalizada podría dificultar la generación de ideas novedosas.

Estos resultados sin embargo son refutados en investigaciones realizadas en niños, sobre el tipo de videojuego y su correlación con la creatividad, ya que en el estudio adelantado por Jackson *et al.* (2012) con 492 participantes, al correlacionar diferentes actividades como el uso de videojuegos, computadores o teléfonos celulares, se encontró que los videojuegos mejoraban la producción creativa evaluada por el test de Torrance en todas las áreas, pero no se encontraron diferencias significativas entre el tipo de juego, videojuegos de acción/ violencia o de no acción.

Es claro hasta este punto que la creatividad integra diferentes procesos a nivel cognitivo, siendo la base del pensamiento creativo, el aprendizaje y la activación de redes neuronales, así como la atención y la flexibilidad cognitiva (concepto que hace referencia al cambio flexible entre diferentes operaciones mentales o esquemas de pensamiento Miyake et al., 2000). Estos procesos serán retomados para generar modelos de funcionamiento ejecutivo.

### **2.3. El control ejecutivo y el uso de videojuegos en ciencias cognitivas.**

Investigaciones recientes han demostrado que juegos como los de disparo en primera persona exigen que los jugadores desarrollen una mentalidad flexible tanto para monitorear y responder rápidamente a estímulos visuales y auditivos como para inhibir acciones erróneas, habilidades que hacen parte de los procesos del lóbulo frontal mediante el control ejecutivo (Colzato *et al.*, 2013)

El concepto de control ejecutivo abordado en esta investigación, es un modelo factorial elaborado para identificar componentes subyacentes al constructo funciones ejecutivas (Tirapu *et al.*, 2008) y en la actualidad es considerado como el modelo que mejor explica el impacto de utilizar videojuegos para desarrollar habilidades como la atención visual, la velocidad de procesamiento y la memoria a corto plazo (Bavelier 2012, Colzato *et al.*, 2013).

En el modelo de Miyake (2000) se describen tres componentes de control ejecutivo que si bien se pueden diferenciar, no son completamente independientes: 1. Actualización, concepto que hace referencia a la monitorización, manipulación y actualización de información presente en la memoria de trabajo, 2. Inhibición, descrita como la capacidad para impedir de forma premeditada la producción de respuestas automáticas o no deseadas y 3. Alternancia, también llamada flexibilidad cognitiva que permite cambiar de manera flexible entre distintas operaciones mentales o esquemas; para poder identificar claramente estos componentes el grupo de Miyake estableció relaciones con pruebas clásicas y los tres componentes, encontrando que la alternancia se relacionaba con el test

de tarjetas de Wisconsin (WCST), la inhibición y actualización con la ejecución de la torre de Hanoi y el span atencional correlacionaban con actualización en memoria de trabajo (Miyake *et al.*, 2000, Tirapu *et al.*, 2008, Colzato *et al.*, 2013).

Otros autores adicionalmente afirman que el control ejecutivo hace referencia a las habilidades de control atencional top – down (atención que se encuentra bajo el dominio consciente del sujeto), la capacidad de optimizar el comportamiento para conseguir objetivos, usando un proceso análogo a la atención multidominio para enviar señales a sistemas perceptuales y motores para mantener representaciones de tareas, incremento o mantenimiento perceptual de estímulos relevantes, activación de respuestas adecuadas ante estímulos y la inhibición de respuestas inapropiadas (Grant *et al.*, 2016).

Los procesos asociados al control ejecutivo involucran circuitos de la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), la corteza cingulada anterior (CCA) y la corteza parietal posterior (CPP) durante la presentación de tareas de control ejecutivo, la CCA se activa de manera selectiva cuando se presentan estímulos conflictivos actuando probablemente para detectar el conflicto y los posibles errores para activar un control adicional y evitarlos, la DLPFC cumple el papel de modular circuitos sensoriales y motores con regiones motoras y sensoriales durante la realización de tareas que involucran dirección atencional, también se ha reportado que la corteza prefrontal ventrolateral derecha PFC muestra gran importancia en la respuesta de inhibición en tareas de control ejecutivo (Grant *et al.*, 2016).

### **2.3.1. Atención, procesamiento perceptual y videojuegos.**

El impacto de los videojuegos sobre procesos cognitivos ha indagado en primer lugar el funcionamiento ejecutivo y la respuesta ante tareas de memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición. Sin embargo existe otra habilidad cognitiva que se ve favorecida por el uso regular de videojuegos, la atención. Los procesos atencionales han sido indagados desde diferentes perspectivas teóricas y experimentales, por lo cual se describe que:

Atender o “prestar atención” consiste en focalizar selectivamente nuestra consciencia, filtrando y desechando información no deseada; como un proceso

emergente desde diferentes mecanismos neuronales manejando el constante fluir de la información sensorial y trabajando para resolver la competencia entre los estímulos para su procesamiento en paralelo, temporizar las respuestas apropiadas y, en definitiva, controlar la conducta (Estevez, Garcia y Junque, 1997, p.1990).

De acuerdo a Petersen y Posner (2012) existen tres conceptos básicos sobre la atención: el primero de ellos es que el sistema atencional está anatómicamente separado de sistemas que procesan estímulos entrantes, la toma de decisiones y la producción de outputs. El segundo concepto es que la atención utiliza redes de áreas anatómicas, entre las cuales se encuentran las redes posterior, anterior y la de vigilancia y el tercero es que las áreas anatómicas llevan a cabo diferentes funciones que pueden ser especificadas en términos cognitivos.

A nivel neurofuncional la atención estaría regulada por tres sistemas entrelazados:

De alerta o “arousal”, suministrador del tono atencional, dependiente de la integridad del sistema reticular mesencefálico y sus conexiones; de atención posterior o de selectividad perceptiva, dependiente de la integridad de zonas del córtex parietal posterior derecho y sus conexiones, y, de atención anterior o atención supervisora y reguladora de la atención deliberada, integrado principalmente por zonas del cíngulo anterior y prefrontales laterales y sus conexiones. (Estévez, Garcia, Junque, 1997 p. 1989).

El concepto de alerta en relación al mantenimiento del tono atencional, también es conocido como un sistema neuromodulador del tronco encefálico y el tálamo y se describiría la alerta como el mantenimiento óptimo de la vigilancia durante la realización de tareas. La red atencional se destaca por priorizar las entradas sensoriales mediante una modalidad o localización, en la que estarían involucradas áreas como el pulvinar y el culículo superior. Los estudios sobre esta red se han focalizado principalmente en la selección visual y en el córtex parietal como parte del sistema atencional posterior, pero también se han estudiado áreas frontales involucradas en la orientación. Finalmente el sistema ejecutivo atencional, se describe como aquel que permite la detección de objetivos al captar la conciencia de una forma específica, ya que la detección a este nivel genera interferencia con lentitud en la detección de otros estímulos. Este tipo de atención se asocia con la capacidad de focalizar e involucra conexiones de la línea media de la corteza



cingulada anterior que permite el trabajo global asociado con la conciencia, también se asocia la detección de estímulos con la corteza medial frontal y porciones adyacentes del cíngulo anterior (Petersen y Posner, 2012 p. 4).

Estos aportes investigativos se han utilizado para describir y establecer el impacto de los videojuegos en diferentes procesos atencionales. Autores como Dye *et al.* (2009) y Green y Bavelier (2003, 2006) en Bavelier (2012) señalan que los videojuegos de acción (por su nombre en inglés videogame person shooter VGPS) favorecen el incremento de los recursos atencionales, esto se observa en tareas de compatibilidad simple tipo Flanker donde este tipo de jugadores muestran mayores grados de sensibilidad para la identificación de los patrones compatibles y mejores herramientas cognitivas para ignorar distractores en tareas de búsqueda visual (Chisholm *et al.* 2010, Chisholm y Kingtone 2011 en Bavelier, 2012) . En este caso los tiempos de reacción de los expertos en VGPS fueron más rápidos que en los inexpertos en VGPS quienes presentaron velocidades de reacción más bajas respectivamente. Estos videojuegos también favorecen habilidades atencionales tipo top – down, debido al gran número de distractores que debe inhibir el jugador al momento de realizar una tarea compleja en el videojuego como lo es disparar a objetivos en movimiento, evitar ser lesionado u obtener objetos específicos como municiones para completar campañas (Bavelier, 2012)

Otras investigaciones contradicen estos resultados, como el trabajo adelantado por Murphy y Spen (2009), en el que demostraron que los videojuegos de acción no incrementaban las capacidades de atención visual, al comparar videojugadores y no videojugadores en una muestra de 65 hombres y mujeres entre los 17 y los 25 años de edad a través de tareas atención intermitente y ceguera para la repetición, en la que se esperaba mejores resultados en videojugadores de juegos de acción. Los investigadores aclaran que una de las dificultades de la investigación fue encontrar a jugadores de solo juegos de acción, teniendo en su muestra jugadores de videojuegos de acción y estrategia, a diferencia de los estudios realizados por Bavelier (2012).

En relación a toma de decisiones Green *et al.* (2010) en Bavelier (2012) muestra como en tareas de decisiones de percepción por medio de un Kinematograma donde se identifica el flujo de movimiento aleatorio de izquierda a derecha, después de entrenamientos con

videojuegos o con jugadores expertos, los VGPS acumularon en promedio un 20% más de información por unidad de tiempo en comparación con los jugadores de juegos de no acción (por su nombre en inglés no video game person shooter NVGPS), lo cual implica una mejora en la capacidad de extraer e integrar información del medio, y luego detener la integración para seleccionar una acción sobre la base acumulada (Palmer *et al.* 2005, Ratcliff y McKoon, 2008 en Bavelier, 2012).

Otros aspectos indagados con relación a habilidades atencionales, son la atención sostenida y la impulsividad, donde existe evidencia de los beneficios de los videojuegos de acción. En la investigación adelantada por Dye *et al.* (2009) utilizando el test T.O.V.A (siglas en inglés de test of variables of attention) que determina problemas atencionales de acuerdo a la velocidad de respuesta de las formas que aparecen en una ubicación, haciendo caso omiso a otras formas y que provee una medida de la impulsividad, se encontró que los jugadores de videojuegos de acción respondieron más rápidamente y con menos errores que jugadores de videojuegos de no acción, con tiempos de reacción anticipatorios de 200 milisegundos o menos.

Los beneficios observados en los procesos atencionales de videojugadores se puede explicar a nivel neuronal por la formación de redes frontoparietales que se asocian al control atencional top – down (arriba – abajo, el cual se refiere a la atención visual voluntaria (Bavelier,2012) ) por incremento en la mielinización entre áreas afines, así como por la disminución de la dopamina D1 vinculante potencial en gran parte de los sectores frontales y posteriores (McNab *et al.* 2009, Olesen *et al.* 2004, Takeuchi *et al.* 2010 en Bavelier, 2012).

Otro tipo de videojuegos en los que se ha evaluado su impacto en distintos procesos cognitivos, son los juegos multijugador masivo en línea (MMO), que en su mayoría están clasificados como juegos de estrategia, en los que existe un control de varios personajes y requieren de servidores de internet, para completar las actividades. En un estudio realizado en Republica Checa con niños y preadolescentes entre los 11 y los 15 años con el videojuego Minecraft se identificaron mecanismos del lenguaje para la comunicación entre los jugadores, encontrando lenguaje concreto para la comunicación, pero con adquisición de palabras provenientes del inglés que se adaptaban al idioma Checo, así

como un gran número de abreviaciones las cuales favorecen la economía del lenguaje (Kopecky *et al*, 2014). El trabajo no es claro sobre los métodos de evaluación, ni enfatiza en otras habilidades del pensamiento.

La experiencia con videojuegos de acción puede aumentar la velocidad de procesamiento perceptivo (esto concepto hace referencia a la velocidad para captar información sensorial del medio y dar una respuesta (Glass, Maddox, Love, 2013)), pero se desconoce si el entrenamiento en videojuegos puede conducir a cambios en habilidades de competencia de alto nivel, como la flexibilidad cognitiva (Glass, Maddox, Love, 2013). Un trabajo realizado por Glass, Maddox, Love (2013), por medio de un meta – análisis bayesiano de los resultados de tareas de no- videojuego a jugadores de videojuegos de estrategia en tiempo real, indico que la condición de juego favorece el cambio rápido entre múltiples fuentes de información lo que conlleva a un aumento en la flexibilidad cognitiva, resultados que podrían indicar vías para aumentar este proceso cognitivo.

Las investigaciones mencionadas demuestran como los videojuegos han empezado a convertirse en un tema interesante de investigación en el área de psicología cognitiva y la neuropsicología, al ser actividades que posiblemente favorecen el desarrollo atencional visual, la memoria y la creatividad. No obstante las relaciones entre el refuerzo de procesos cognitivos como la creatividad, el control ejecutivo, el aprendizaje y la metacognición con la experiencia de juego requieren de mayor indagación, para definir que juegos favorecen más estos constructos y para ser utilizados como elementos de estimulación (Bavelier *et al*, 2012). Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existen diferencias en los puntajes obtenidos en pruebas que evalúan pensamiento creativo, control ejecutivo y funciones ejecutivas entre videojugadores expertos y personas inexpertas?

### **3.1. Objetivo General**

Comparar el rendimiento de jugadores expertos en videojuegos y personas inexpertas en pruebas que evalúan pensamiento creativo, control ejecutivo y funciones ejecutivas.

#### **3.1.1. Objetivos Específicos**

1. Identificar los procesos de construcción creativa de los participantes en tareas de elaboración figurativa - verbal y su relación con la experiencia de juego.
2. Comparar el control ejecutivo y las funciones ejecutivas en pruebas para evaluación de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva en videojugadores expertos y personas inexpertas.
3. Explorar si existe alguna relación entre los puntajes de creatividad y los componentes de control ejecutivo y funciones ejecutivas de videojugadores expertos e inexpertos.

### **3.2. Hipótesis de investigación.**

1. Se formula como hipótesis inicial que el índice de creatividad asociado a la experiencia de juego mostrará correlaciones con las tareas neuropsicológicas de lápiz y papel y las tareas de tiempo de reacción.
2. El grupo de videojugadores expertos tendrá puntuaciones más altas tanto en las pruebas de función ejecutiva, como en las de control ejecutivo por la experiencia de juego. Para el caso de las pruebas de tiempo de reacción se espera que los expertos en videojuegos se han más rápidos que los inexpertos, que tengan un mayor número de aciertos para memoria de trabajo, mejor discriminación de distractores a nivel atencional, mejores puntajes de inhibición y mayor flexibilidad para selección y cambio de categorías.

# METODOLOGÍA

## 4.1 Tipo y diseño de investigación

En este trabajo se utilizó una metodología de investigación cuantitativa que se describe como aquella que utiliza técnicas estadísticas para conocer datos de interés de una población determinada, con un diseño descriptivo comparativo y correlacional, donde se examinan tanto diferencias como relaciones entre variables presentes en dos o más grupos de interés (Hueso y Cascant, 2012).

Las variable usada para definir los grupos de interés en la investigación fue la experiencia de los videojugadores; definida como el tiempo empleado por una persona en videojuegos de consolas con alta tecnología computador/ *Xbox /Play Station* y que permite instaurar una conducta de juego, estableciendo que una persona con un periodo de juego superior a los 6 meses y con una intensidad semanal de juego de 10 horas se denominara experta, mientras que una persona que en los últimos 6 meses no haya utilizado videojuegos o que su experiencia sea menor a una hora por semana en este periodo de tiempo será considerada inexperta (Green y Bavelier, 2003; Schubert *et al.*, 2015). Para identificar la experiencia de juego se utilizó un cuestionario de uso de videojuegos elaborado por Green (2008) en la Universidad de Rochester (Ver anexo 1), tomando la experiencia en juegos en primera persona, tercera persona, acción RPG (siglas del inglés role –playing – videogame o videojuegos de rol), conducción, aventura, estrategia en tiempo real y juegos de música, el cuestionario también indaga la experiencia en juegos de estrategia tipo arcade (estos son definidos por Shubert (2015) como videojuegos que presentan tareas simples y repetitivas y que no requieren una gran demanda cognitiva) que se usan

principalmente en dispositivos móviles y por lo tanto sujetos que tenían puntuaciones altas solo en esta categoría fueron considerados como inexpertos.

## 4.1. Participantes

La investigación se conformó por 36 voluntarios entre los 18 y los 35 años de edad (23 hombres y 13 mujeres) con un nivel de escolaridad universitario, elegidos mediante muestreo a conveniencia, distribuidos en dos grupos: 1. Un grupo control de inexpertos con experiencia de juego de una hora semanal o menos en los últimos seis meses en consolas de última generación como Play Station, Xbox y computador (tomando como referencia los criterios de Green y Bavelier, 2003). 2. Un grupo de jugadores expertos, con 10 horas o más de experiencia semanal en videojuegos y por un periodo igual o superior a seis meses (Criterios utilizados por Green y Bavelier (2003) y Schubert *et al.* (2015)).

Variables SD	IN	VJ	U	P <sup>b</sup>
	μ Media	μ Media		
N (H:M)	18 (9:9)	18 (14:4)		
Edad (μ Media) (S Desviación Estándar)	27,6 (4)	25,6 (4.6)		
Escolaridad (Me- Su)	5 (Me) 13 (Su)	6 (Me) 12 (Su)		
Inteligencia Fluida μ (S)	46 (1,2)	47 (1,4)	135,000	,406
Índice Creatividad	59,33	52,5	113,500	,126
Experiencia VGPS μ (S)	2 (2)	5 (3,9)	17,500	,000
Horas VGPS	,39 (1,1)	4,33 (2,3)	75,000	,005
Experiencia NVGPS μ (S)	1,56 (1,1)	5 (1,51)	5,000	,000
Horas de Juego Total	1,28	7,00 (3,1)	28,000	,000

**Tabla 1-1:** Variables sociodemográficas de la población objeto de estudio.

(Variables Sociodemográficas (SD). La muestra poblacional N compuesta por 36 participantes, 18 inexpertos (IN) y 18 Videojugadores (VJ). Nueve (9) hombres y nueve (9) mujeres IN, Catorce (14) hombres y 4 Mujeres VJ. Media μ y Desviación Estándar S de Escolaridad Media (Me) y Superior (Su). Inteligencia en la prueba de Matrices Progresivas de Raven, índice de creatividad, experiencia y número de horas semanales en los últimos seis meses en Videojuegos de disparo en primera persona (VGPS) y en otro tipo de videojuegos (NVGPS).

## 4.2. Consideraciones éticas

Para la ejecución de esta investigación se tomó en consideración la resolución 008430 del 1993 que define las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, en la que se establece el respeto por la dignidad y los derechos de cada individuo y se pone de manifiesto el uso del consentimiento informado, el cual incluye el nombre de la investigación, el nombre del investigador principal, los objetivos de la investigación y la evaluación por parte de un comité de ética para poder desarrollar cualquier tipo de indagación. De igual forma de acuerdo al artículo 11 de esta resolución, esta investigación fue de riesgo mínimo ya que se aplicaron test psicológicos que no requieren ninguna intrusión en la condición física de los sujetos (Ministerio de Salud, 1993). Todos los datos de los participantes se codificaron para mantener la confidencialidad de los individuos (Ver anexo 2).

## 4.3. Técnicas de evaluación

Para la evaluación de los participantes se utilizaron pruebas neuropsicológicas de lápiz y papel, pruebas de tiempos de reacción y un test de creatividad. El protocolo de evaluación estuvo constituido por el cuestionario de uso de videojuegos de Green (2008) el cual determina la experiencia de juego en una escala de 1 a 7, siendo el 1 el puntaje más bajo y 7 el más alto grado de experiencia reportado. El número de horas se establece en el cuestionario en escalas de 0 -1 horas, 1 – 3 horas, 3 – 5 horas, 5 a 10 horas y 10 o más. Cada categoría de juego presentaba ejemplo de los videojuegos y tenía una pregunta abierta sobre el videojuego más utilizado por cada categoría (Ver anexo 1).

Para el análisis de los procesos creativos, a cada uno de los participantes se le aplicó la versión abreviada del test de Torrance en el que se miden las categorías de fluidez, originalidad, elaboración y flexibilidad, el cual tiene un tiempo de aplicación aproximado de 15 minutos y permite obtener el índice de creatividad, y los puntajes en las subcategorías de fluidez, originalidad, Elaboración y Flexibilidad cognitiva.

Para evaluar procesos de control ejecutivo se aplicaron las tareas de tiempo de reacción descritas por Bavelier (2012) y Colzato *et al.* (2013):



1. Actualización (memoria de trabajo): Como evaluación se utilizó la tarea N back Task, la cual consistía en la presentación a los sujetos experimentales de una secuencia de letras (estímulos) en una pantalla de computador de 15,6 pulgadas, con la instrucción de recordar si una letra había sido presentada tres ensayos antes (3 Nback) y responder tecleando la letra N para no y M para memoria (memoria indicaba que el ensayo había aparecido tres ensayos antes), se presentaban 15 estímulos aleatorios (A,B,C,D,E,H,I,K,L,M,O,P,R,S,T) y un total de 100 ensayos (Cada estímulo estaba en la pantalla por 2000 ms y el estímulo siguiente se presenta a los 2500 ms).

1.



2.



3.

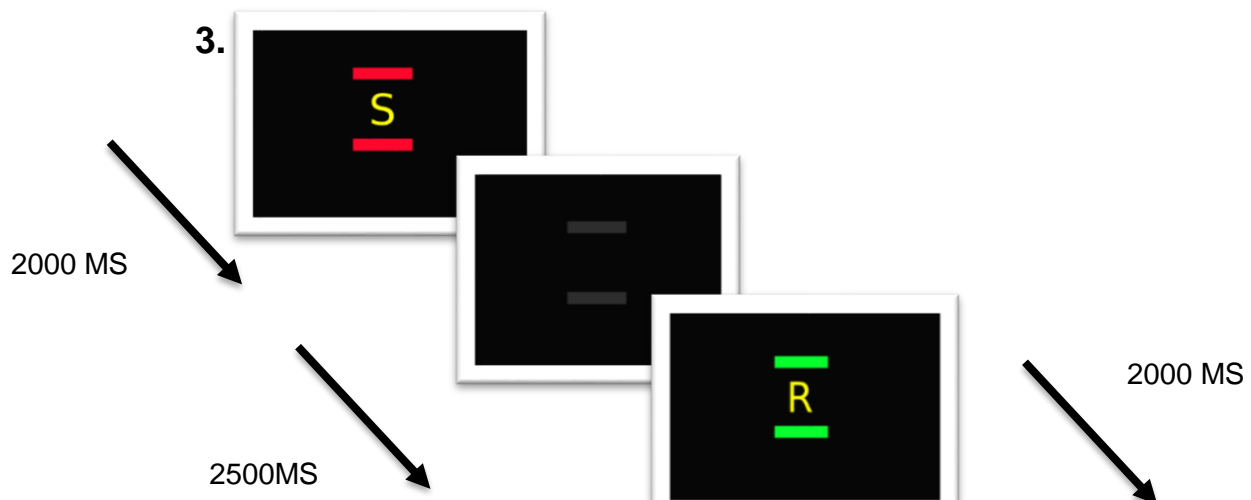


Figura 2. Esquema de aplicación de pruebas de velocidad de reacción. Tarea Nback imágenes 1 - 2. Se muestran las instrucciones para la tarea. Imagen 3 Se muestra la secuencia de estímulos presentados y el tiempo de cada uno.

2. Inhibición: Se utilizó la tarea stop signal en la cual se presentaba un segmento inicial de velocidad de reacción con 20 ensayos, donde se solicitaba al participante oprimir la teclas de acuerdo a la dirección de las flechas en la pantalla (tarea GO), si la flecha apuntaba a la derecha el participante debía oprimir la letra N y si apuntaba a la izquierda la letra B, este estímulo se presentaba durante 500 ms y por tal motivo debía indicarse al sujeto que su respuesta debía ser rápida antes de que desaparecieran las flechas, cada flecha fue mostrada de manera pseudoaleatoria con un 50% de probabilidad de aparición en la pantalla del computador. La duración entre cada señal Go estuvo entre los 1.250 a 1.750 ms. Posteriormente se realizaba la tarea de inhibición (NO GO) (esta tarea aparecía después de que el participante respondía correctamente los 20 ensayos) donde se solicitaba que ante la aparición de un círculo rojo alrededor de las flechas verdes debía detenerse y no dar ninguna respuesta, para esta tarea se presentaban 100 ensayos sin importar la respuesta era correcta o incorrecta.

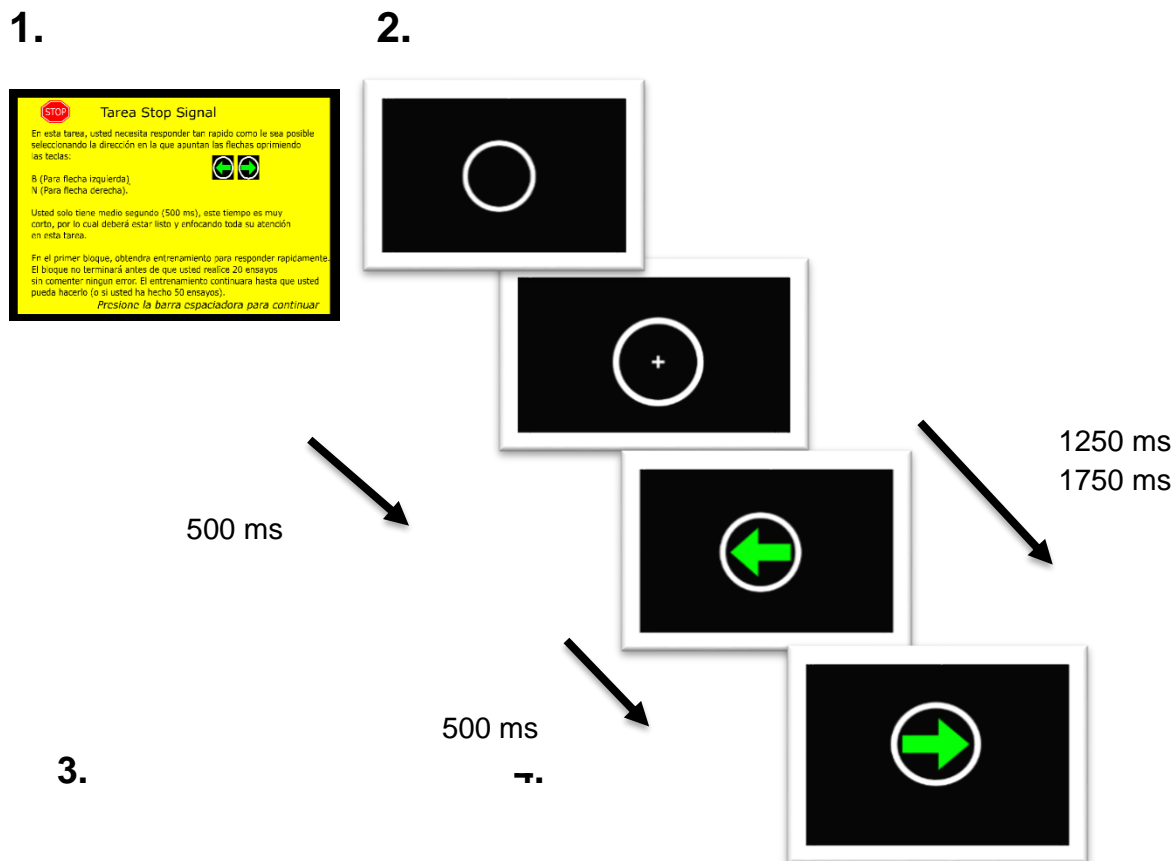




Figura 3: Esquema de aplicación de pruebas de velocidad de reacción. Tarea Stop Signal. Imagen 1 presentación inicial de la tarea, Imagen 2 presentación de estímulos. Imagen 3. Presentación tarea de inhibición, Imagen 4. Estímulo para respuesta de inhibición.

3. Alternancia (Flexibilidad Cognitiva): Se utilizó el test de las tarjetas de Wisconsin, donde el sujeto debe ordenar una baraja de cartas de acuerdo a una pista de clasificación que desconoce, recibiendo únicamente retroalimentación del investigador si la carta está bien o mal ubicada, el investigador cambia la pista de clasificación después de seis aciertos y el sujeto debe cambiar la forma de clasificación hasta conseguir nuevamente la respuesta correcta.
4. Atención Selectiva: Adicionalmente se evaluó la atención selectiva con una tarea tipo Flanker que consistía en la presentación de dos tipos de estímulos a los participantes unos congruentes (XXXXX) y otros incongruentes (XXCXX), con la instrucción de oprimir la tecla arriba del signo + en el centro de la secuencia; cuando aparecía el estímulo en la pantalla también aparecía este signo para que el participante oprimiera la letra adecuada, las letras que podían aparecer en el centro eran: X,C,V,B, el signo de + se iluminaría en verde cuando el ensayo fuera correcto y en rojo cuando el participante se equivocaba, en total se presentaron 100 ensayos.

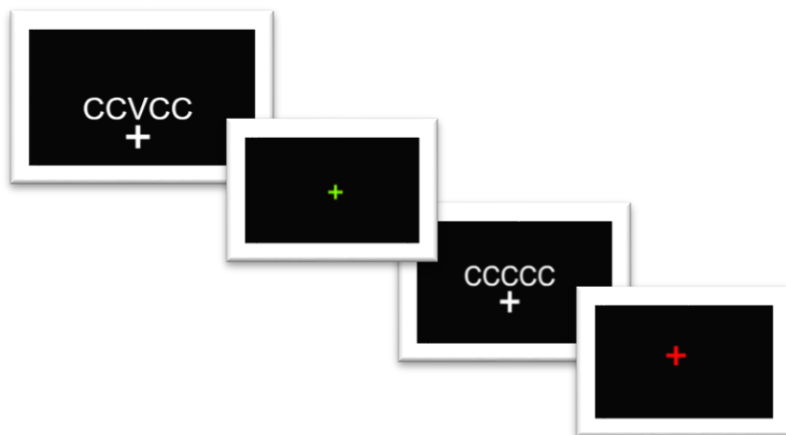


Figura 4: Imagen de la tarea tipo Flanker. Flancos incongruentes y congruentes con el signo + indicando la letra que seleccionar.

Las pruebas de control ejecutivo fueron seleccionadas con base a unas tareas previamente diseñadas en la plataforma psychotoolkit <http://www.pyttoolkit.org/> que permite la programación de experimentos psicológicos.

Para comparar los resultados del modelo de control ejecutivo con el concepto clásico de funciones ejecutivas, se utilizaron las siguientes tareas: 1. Memoria de trabajo, la tarea de retención de dígitos y la tarea de cubos de corsi; 2. Atención, el Trail Making Test forma A y forma B; 3. Flexibilidad Cognitiva e Inhibición, el test de colores y palabras Stroop y 4. Fluidez ideacional, resolución de problemas y memoria, visual, la torre de Londres, la figura compleja de rey y las tareas de fluidez verbal y semántica. También se aplicó el test de inteligencia de Matrices progresivas de Raven.

#### 4.4. Análisis de datos

En primer lugar para las pruebas neuropsicológicas se utilizaron los puntajes normativos del proyecto neuronorma (Marca Registrada) del funcionamiento ejecutivo y se obtuvo el perfil ejecutivo de los participantes de la investigación, de igual manera para las pruebas de tiempo de reacción se tomaron los tiempos totales para cada una de las tareas y se realizó el análisis correspondiente para control ejecutivo.

La exploración estadística de los datos se dividió en tres segmentos: 1. Se realizó un análisis descriptivo de las pruebas de creatividad, función y control ejecutivo para determinar diferencias entre el grupo de inexpertos y videojugadores por medio de las

medias y desviaciones estándar. 2. Luego se ejecutó un análisis anova mixto para determinar el efecto de grupo para las tareas de tiempo de reacción en control ejecutivo, en las que se examinó la interacción y el efecto de grupo en relación a la congruencia de la tarea tipo flanker, la inhibición en la tarea stop signal y el tiempo de respuesta y la precisión para la tarea 3NBACK, para lo cual se comprobaron los supuestos de normalidad, igualdad de varianza y esfericidad. 3. Finalmente para la prueba de creatividad se estableció una correlación bivariada por medio de los estadísticos de Pearson y Spearman con las pruebas para funciones y control ejecutivo.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Análisis estadístico para funciones ejecutivas

En primer lugar se presentan los resultados de las pruebas de memoria, atención, inhibición y flexibilidad cognitiva, estas habilidades fueron evaluadas por medio de las tareas de lápiz y papel para el análisis del funcionamiento ejecutivo.

GRUPO	N	$\mu$	S	EE
IN	18	9,83	3,808	,898
VJ	18	10,28	2,947	,695
IN	18	8,22	1,957	,461
VJ	18	8,28	2,445	,576
IN	18	10,72	3,847	,907
VJ	18	9,94	2,859	,674
IN	18	10,78	3,264	,769
VJ	18	10,50	3,400	,801

**Tabla 2-1.** Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas.

Se presentan las medias ( $\mu$ ), desviaciones estándar (S) y error estándar de la media (EE) para las puntuaciones del grupo de inexpertos (IN) y videojugadores (VJ) en las tareas de memoria de trabajo en span verbal y span visual tanto directo como inverso.

En las tareas de memoria de trabajo no se encuentran diferencias en los estadísticos descriptivos, observándose para la tarea de span directo las siguientes puntuaciones: 1. Para los inexpertos (IN)  $\mu = 9,83$ ,  $S = 3,8$  y  $EE = ,898$  (span inverso  $\mu = 8,2$ ,  $S = 1,9$  y  $EE = ,461$ ) y 2. Para los videojugadores (VJ)  $\mu = 10,28$ ,  $S = 2,9$ ,  $EE = ,695$  (span Inverso  $\mu = 8,2$ ,  $S = 2,4$  y  $EE = ,576$ ). Lo mismo sucede en las puntuaciones de span visual directo: 1. En inexpertos (IN)  $\mu = 10,72$ ,  $S = 3,8$  y  $EE = ,907$  (span inverso  $\mu = 10,7$ ,  $S = 3,2$  y  $EE = ,769$ ) y 2. Los videojugadores (VJ)  $\mu = 9,9$ ,  $S = 2,8$  y  $EE = ,674$  (span inverso  $\mu = 10,5$ ,  $S = 3,4$  y  $EE = ,801$ ) para VJ. Las puntuaciones indican que tanto el grupo de expertos, como el de inexpertos cuentan con las mismas habilidades para el recobro de información, sin que el uso regular de videojuegos mejore la capacidad de recobro.

	GRUPO	N	$\mu$	S	EE	
FCRO CORRECCIÓN	IN	18	8,50	3,222	,759	
	VJ	18	9,28	3,083	,727	
	IN	18	10,78	2,981	,703	
	VJ	18	11,17	3,761	,887	
	IN	18	12,89	4,171	,983	
	VJ	18	14,56	3,698	,872	
	FCRO TIEMPO	IN	18	11,39	3,483	,821
	VJ	18	11,17	3,959	,933	
FCRO MEMORIA	IN	18	10,17	3,569	,841	
	VJ	18	10,28	3,304	,779	

**Tabla 3-2.** Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas atención y memoria visual.

\*Media ( $\mu$ ), desviación estándar (S), error estándar de la media (EE). FCRO (Figura compleja de Rey).

En las tareas de atención focalizada y dividida los participantes presentaron medidas similares en los análisis descriptivos, con medias similares para TMT A (IN)  $\mu = 8,5$  y (VJ)  $\mu = 9,2$  y TMT B (IN)  $\mu = 10,7$  y  $11,1$ . Tanto la desviación como el error estándar presentan resultados de normalidad (el puntaje normal brindando por las investigaciones del neuronorma es de 10 con tres desviaciones estándar para el límite inferior). Lo cual supone que los procesos atencionales focalizados y divididos, no mejorarían por el uso de los videojuegos en la población estudiada; no obstante es necesario aclarar en este punto que los participantes del grupo de expertos tenían conocimientos y regularidad en el uso de diferentes tipos de juegos y no solamente en VGPS (Videojuegos de disparo en primera persona), juegos en los que se ha reportado principalmente el incremento de las habilidades atencionales por el gran número de tareas que se deben realizar durante una sesión de juego.

En el caso la Figura compleja de Rey, se encuentran diferencias entre los grupos en la corrección, donde la media para los VJ fue de  $\mu = 14,56$  frente los IN con  $\mu = 12,89$ , la desviación estándar en esta tarea para los VJ fue de  $S = 3,69$  y para los IN de  $S = 4,17$ . Pero tanto el tiempo como el recobro de la figura a los tres minutos presentan resultados

similares Tiempo IN  $\mu= 10,39$  y VJ  $\mu=11,17$ , Memoria IN  $\mu= 10,17$  y VJ  $\mu=10,28$ . Este resultado en la elaboración de la figura, podría asociarse a un mejor análisis visuoespacial a nivel de percepción visual, habilidad que de acuerdo a Chisholm *et al.* (2010) se incrementa posterior al entrenamiento con videojuegos donde se requieren precisión en el análisis de los objetivos como saltar para evitar caer, disparar o construir objetos como vehículos o armamento de manera precisa.

GRUPO	N	$\mu$	S	EE
IN	18	7,94	2,838	,669
VJ	18	8,06	3,115	,734
IN	18	8,67	2,910	,686
VJ	18	8,56	2,382	,561
IN	18	8,78	2,290	,540
VJ	18	8,06	3,316	,782

**Tabla 4-3.** Análisis descriptivo de prueba de función ejecutiva Stroop.

\*Media ( $\mu$ ), desviación estándar (S), error estándar de la media (EE) para la tarea de inhibición. Stroop Palabra (SP), Stroop Color (SC) y Stroop Color – Palabra (SCP).

En la tabla se evidencia que tanto el grupo de inexpertos IN como el de videojugadores VJ, presentan similitudes en las puntuaciones para la tarea Stroop, inexpertos SP  $\mu=7,94$ , SC= 8,67, SCP= 8,78, videojugadores SP  $\mu= 8,06$ , SC= 8,56, SCP = 8,06. En este resultado al igual que en puntuaciones anteriores se observan medidas similares para la desviación estándar y el error estándar de la media. En este caso se esperaba encontrar puntajes superiores de control inhibitorio en los videojugadores por los reportes en diferentes investigaciones asociadas el concepto de control ejecutivo. Sin embargo se podría explicar el resultado según Oe y Patterson (2013) por el tipo de videojugadores seleccionados para esta investigación, ya que los resultados superiores a nivel de inhibición son más favorables en grupos experimentales especializados en videojuegos de disparo en primera persona y en tareas que imitan las actividades de estos juegos; por el contrario la tarea stroop al ser una tarea de lápiz y papel permite un análisis general de esta habilidad sin recrear un escenario específico de los videojuegos de acción o de otro tipo de videojuegos.



**TABLA 5.**

GRUPO	N	$\mu$	S	EE
IN	18	8,28	2,270	,535
VJ	18	8,89	1,937	,457
IN	18	7,61	3,013	,710
VJ	18	7,33	2,351	,554
IN	18	17,00	1,940	,457
VJ	18	16,28	2,630	,620
IN	18	8,72	1,965	,463
VJ	18	9,17	1,505	,355
IN	18	10,33	2,376	,560
VJ	18	10,61	1,614	,380

**Tabla 5-4.** Análisis descriptivo de las pruebas de funciones ejecutivas planeación ideacional.

En la tabla se encuentran los resultados para los datos de la Torre de Londres la cual evalúa planeación y resolución de problemas. Movimientos Correctos TLCORRECTOS, Movimientos Totales TLTALES, Tiempo de inicio TLINICIO, tiempo de ejecución TLEJECUCIÓN y tiempo de resolución total TLRESOLUCIÓN.

Para la tarea de planeación en los estadísticos descriptivos se encuentran resultados similares a los hallados para las tareas de memoria de trabajo y atención focalizada y dividida. Tanto las medias en los movimientos correctos y totales tienen puntuaciones que son similares. El tiempo de inicio expuso una diferencia para los inexpertos IN con  $\mu=17$  frente a los videojugadores VJ  $\mu=16,2$ . Las desviaciones estándar para los IN fueron más altas en la mayoría de las subcategorías.

La experiencia con diferentes tipos de videojuegos no presentó cambios significativos en la flexibilidad cognitiva de los participantes, este resultado desde el concepto de virtualidad definido por Slate, Uso y Steed (1995) podría explicarse en que la realidad virtual, no tiende a propiciar respuestas alternativas, si no por el contrario acciones previamente definidas por un programador para una tarea determinada. Esto sin embargo ha ido cambiando en los últimos años, por la creación específica de videojuegos que permiten tomar decisiones alternativas generando cambios en las historias descritas, no obstante todavía se da prioridad a una respuesta específica para completar las tareas (Bavelier, 2012).

---

GRUPO	N	$\mu$	S	EE
IN	18	8,78	3,154	,743
VJ	18	8,78	3,797	,895
IN	18	10,17	3,015	,711
VJ	18	9,56	3,240	,764

**Tabla 6-5.** Resultados de la tarea de fluidez semántica y fonológica para el grupo de videojugadores VJ e Inexpertos IN.

Adicionalmente dentro de las pruebas de funcionamiento ejecutivo también se aplicaron las pruebas de fluidez semántica y fonológica, sin embargo no se observan diferencias en los estadísticos descriptivos con medias y desviaciones estándar similares. Fluidez semántica IN  $\mu=8,78$  y  $S = 3,154$ , VJ  $\mu=8,78$  y  $S = 3,797$ . Fluidez fonológica IN  $\mu=10,17$  y  $S = 3,240$  y VJ  $\mu=9,56$  y  $S = 3,240$ . En relación a la adquisición de habilidades del lenguaje asociados al uso de videojuego, en la revisión sistemática realizada se encuentra que en realidad el impacto de los videojuegos podría incrementar el uso de palabras desconocidas y de otros idiomas al introducirlas como parte del reconocimiento de las tareas, pero sin encontrar evidencia significativa sobre aumentos en la fluidez semántica o fonológica (Kopecky *et al*, 2014). Esto también podría explicarse en que los juegos cooperativos en consolas de última generación donde existe comunicación entre diferentes videojugadores enfatizan más en las estrategias individuales para el cumplimiento de objetivos, que exigen al jugador disminuir los tiempos de la comunicación con pares y aumentar el control atencional para evitar fallar en las múltiples tareas realizadas (Bavelier 2012, Colzato *et al.*, 2013).

## 5.2. Análisis estadístico pruebas de control ejecutivo

GRUPO	Media	Desviación estándar	N
IN	809,89	133,584	18
VJ	803,54	119,266	18
Total	806,72	124,847	36
IN	825,54	120,298	18
VJ	786,42	102,610	18
Total	805,98	111,966	36

**Tabla 7-6.** Análisis descriptivo tarea tipo Flanker.

En la tabla se observan los estadísticos descriptivos para la tarea tipo Flanker, en esta se presentan los tiempos de respuesta para los Flancos congruentes (Flcongr) e incongruentes (FLIncon).

Se observa que las medias de velocidad de respuesta para la tarea atencional en los estímulos VJ Flcongr  $\mu = 803.54$  y Flincon  $\mu = 786,42$  fueron mejores en los videojugadores que en los inexperto Flincon. Para confirmar diferencias entre los grupos se realizó posteriormente un análisis intragrupo e intergrupo y posteriormente se realizó un análisis tipo Anova Mixto, que permite comparar las varianzas de datos relacionados de la misma muestra y datos de muestras independientes. Para esta indagación inicialmente se comprobó que los datos cumplieran con los siguientes supuestos: en la prueba Shapiro Wilks se obtuvieron estadísticos entre ,923 y ,968 con un  $p > .05$ , por lo que se asume el supuesto de normalidad para los datos de inexpertos IN y videojugadores VJ. En la prueba de Levene se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas con valores de F entre ,557 y ,938; grados de libertad entre  $gl_1 = 1$  y  $gl_2 = 34$ ,  $p > .05$ .

		Suma de cuadrados	gl	Media Cuadratica	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Congruencia	Prueba Efecto dentro de sujetos.	9,786	1	9,786	,007	,935	,000
Congruencia *	Prueba Efecto dentro de sujetos.	4833,733	1	4833,733	3,332	,077	,089
GRUPO							

**Tabla 8-7.** Prueba efecto dentro de sujetos en la tarea tipo Flanker.

Significancia establecida con un alfa = 0,05. Congruencia y efecto de grupo en la realización de la tarea tipo flanker.

En la tabla no se observa un efecto significativo por el tipo flancos en los sujetos con una significancia de ,935 y un  $\eta^2p = ,000$ . Con respecto a la interacción entre la congruencia y el grupo, si bien el efecto fue superior al  $p > 0,05$  se observa una tendencia de la respuesta ante flancos congruentes e incongruentes con respecto al tipo de grupo al que fueron asignados los sujetos de acuerdo a su experiencia con un  $\eta^2p = ,089$ . Estos resultados podrían explicarse por la variabilidad de los datos de los expertos en el tipo de videojuego con el que tuvieron experiencia, en la mayoría de reportes investigativos los grupos con registros de juego superiores en juegos de acción mostraron mejores efectos de grupo, pero al igual que como reportan Murphy y Spen (2009) la elección de muestras para videojugadores expertos en solo un tipo videojuego es bastante complicado, en los reportes por medio del cuestionario de videojuegos esto se evidencio ya que el grupo de videojugadores tenían experiencia con distintos tipos y tiempos de dedicación a los mismos.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Intersección	46814127,840	1	46814127,840	1728,494	,000	,981
GRUPO	9299,593	1	9299,593	,343	,562	,010

a. Se ha calculado utilizando alfa = ,05

**Tabla 9-8. Prueba de efecto intersujetos en la tarea tipo flanker.**

En el análisis intersujetos se encuentra una significancia de  $p < 0.05$  en la intersección, con una tendencia media del efecto de grupo observable en un Eta parcial al cuadrado de  $\eta^2p = ,010$ , pero con un efecto de grupo de ,562. Las tareas tipo Flanker permiten analizar la atención selectiva, presentando estímulos congruentes e incongruentes y los tiempos de ejecución para elegir la respuesta correcta.

Los resultados en este aspecto implicarían que no hay cambios en la velocidad para seleccionar estímulos y dar respuesta correctas, sin embargo esta tarea en particular se diseñó principalmente para expertos en VGPS y por lo tanto podría no estar generando

una discriminación adecuada del proceso atencional de videojugadores expertos e inexpertos en diferentes tipos de videojuegos. Una evidencia a este resultado se encuentra en los datos de Glass, Maddox, Love (2013) quienes mostraron que en videojugadores de juegos de estrategia con tareas diseñadas para este tipo de expertos, hubo diferencias significativas ante tareas que requerían cambios rápidos a nivel atencionales que a su vez se asociaron a un mejor desempeño en flexibilidad cognitiva.

### MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS

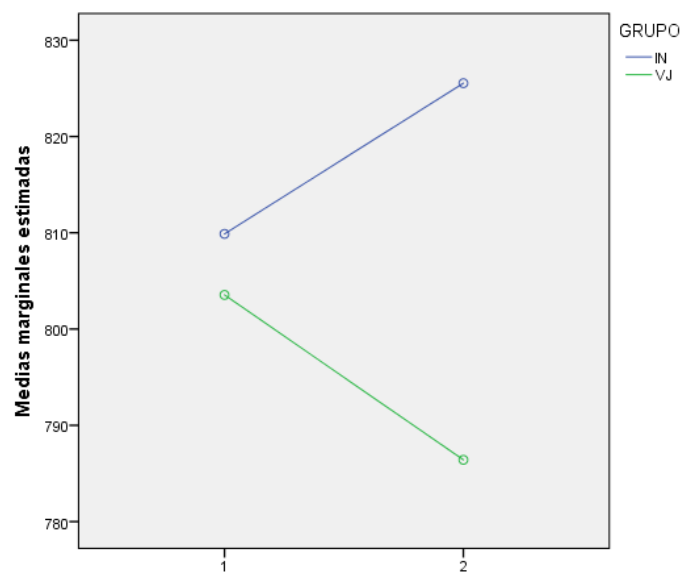


Figura 5. Medias marginales estimadas para la congruencia en el grupo de videojugadores e inexpertos.

### 5.3. Análisis tarea stop signal

GRUPO	Media	Desviación	
		estándar	N
IN	384,00	27,418	18
VJ	369,39	29,900	18
Total	376,69	29,228	36
IN	406,12	20,640	18
VJ	398,42	28,863	18
Total	402,27	25,036	36

**Tabla 10-9. Análisis descriptivo paradigma stop signal.**

En la tabla se encuentran los resultados para la tarea Stop Signal. Esta tarea se divide en la velocidad de reacción ante un estímulo y la velocidad para responder cuando se encuentra la tarea de inhibición NOGO.

En relación a la tarea de inhibición se encuentra que el grupo de VJ presento mayor velocidad en las respuestas correctas en el ensayo inicial sin la presentación de la tarea NOGO con  $\mu=369$  frente a los IN con  $\mu=384$ . En relación a la desviación estándar fue mayor en VJ con  $S =29,9$  con relación a los IN con  $S =27,4$ .

En relación a las respuestas correctas durante la tarea NOGO se observa que los VJ presentaron mayor velocidad de reacción con  $\mu=398,4$  que el grupo de IN con un  $\mu=406,1$ . En este caso los VJ presentaron una desviación estándar superior  $S = 28$  que los IN con  $S=20$ . De igual forma que en la tarea tipo Flanker se aplicó un análisis tipo Anova Mixto para observar las diferencias intrasujetos e intersujetos.

Se observa inicialmente que los datos cumplen con los siguientes supuestos: en la prueba Shapiro Wilks se observan estadísticos entre ,066 y ,412 con un  $p > .05$ , por lo que se asume el supuesto de normalidad para los datos de inexpertos IN y videojugadores VJ. En la prueba de Levene se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas con valores de F entre ,020 y 2 ,276; grados de libertad entre gl1 1 y gl2 34,  $p > .05$ .

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
INHIBICIÓN	11776,658	1	11776,658	28,694	,000	,458
INHIBICIÓN * GRUPO	214,770	1	214,770	,523	,474	,015

**Tabla 11-10. Prueba de efecto entre - sujetos tarea Stop Signal.**

Significancia establecida con un alfa = 0,05. Tarea Stop Signal velocidad de reacción e inhibición. Grupo Inexpertos \_Videojugadores.

Se encuentra un efecto significativo en la tarea Stop Signal en relación a la velocidad de reacción e inhibición con una significancia < .05. ( $\alpha = ,000$ ) lo cual implica diferencias entre la respuesta tipo GO y NOGO. De igual forma a pesar de que las significancia para el efecto de grupo fue de  $p > .05$  ( $\alpha = ,474$ ), se observa una tendencia importante entre la interacción y el grupo con un  $\eta^2p = ,015$ .

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta Cuadrado Parcial
Intersección	10922222,980	1	10922222,980	10481,777	,000	,997
GRUPO	2240,569	1	2240,569	2,150	,152	,059

**Tabla 12-11. Prueba de efecto intersujetos tarea stop signal.**

En el análisis intersujetos, se encuentra una significancia de  $p < 0.05$  para la intersección, una significancia para el efecto de grupo de  $p > 0.05$  y un  $\eta^2p = ,059$ .

### MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS

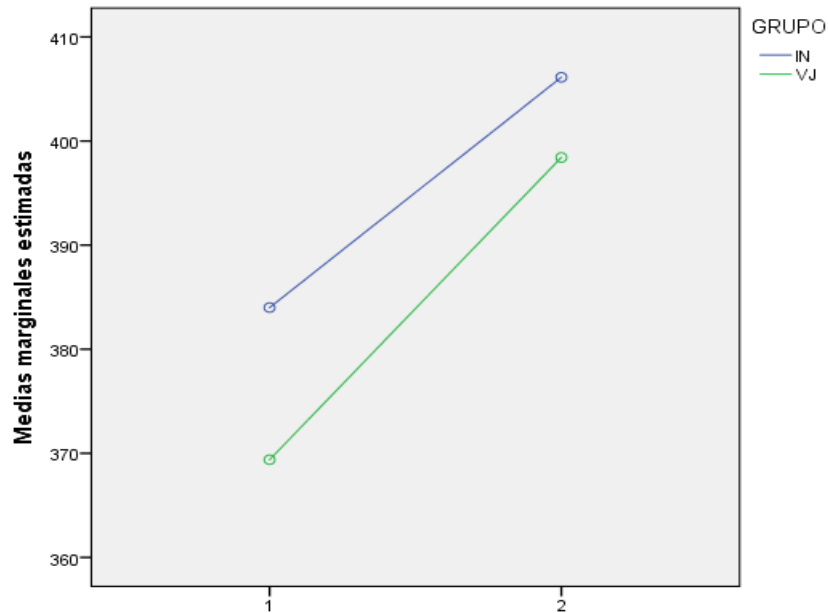


Figura 6. Medias marginales estimadas para la tarea de inhibición en el grupo videojugadores e inexpertos.

## 5.4. Análisis tarea Nback task

TABLA 19.

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
IN	18	751,52	184,070	43,386
VJ	18	865,09	151,374	35,679
IN	18	860,76	196,325	46,274
VJ	18	956,80	156,720	36,939

**Tabla 13-12. Análisis descriptivo tarea Nback velocidad y recobro con 1 ensayo y con tres.**

En la tabla se presentan los estadísticos descriptivos de los tiempos de respuesta para los ensayos correctos en la tarea TRNBACKTOTAL y los tiempos para los ensayos 3nback, TR3NBACK.



En relación a la tarea 3 Nback, la cual se asocia al componente de actualización y monitorización de la información presente en la memoria de trabajo en el grupo de IN (inexpertos) y VJ (videojugadores), se encuentra que los IN presentaron mayor velocidad al momento de responder correctamente a los estímulos presentados, estos corresponden a la velocidad de reacción total de todas las letras presentadas en la tarea con  $\mu=751$  frente a VJ con  $\mu=865$ . También se observa que en VJ la desviación estándar (S)  $S =151$  fue inferior que en los IN que presentaron  $S =151$ . Con respecto a los resultados de las respuestas correctas en los estímulos 3NBACK se mantienen las mismas diferencia entre los grupos, donde los IN muestran respuestas más rápidas  $\mu=860$  que los VJ con  $\mu=956$ , así como una desviación estándar menor en los VJ con  $S =156$  frente a IN con  $S =196$ . Esto implica que el desempeño en tareas de memoria de trabajo no mejoró significativamente como se esperaba dentro del modelo de control ejecutivo reportado por autores como Bavelier (2012) y Colzato *et al.*, (2013), si no por el contrario como explicarían Oe y Patterson (2013) al diseñar y aplicar tareas que imitan los procesos de los videojuegos de disparo en primera persona, los efectos cognitivos del uso de otro tipo de juegos en consolas de última generación, podría no estar analizándose, es decir que cada videojuego podría tener tareas específicas que requieren de demandas cognitivas diferentes.

GRUPO	N = 18		Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
CORRECT		72,39	1,536		6,518
INCORREC		23,61	1,124		4,767
LENTO		4,00	,763		3,236
CORRECT		73,83	2,186		9,275
INCORREC		22,44	2,038		8,645
LENTO		3,72	,641		2,718

**Tabla 14-13. Análisis descriptivo tarea Nback respuestas correctas e incorrectas.**

En la tabla se encuentran las respuestas correctas, incorrectas y los ensayos que no se respondieron por lentitud en la prueba de reacción.

Se observan puntajes similares en las respuestas de ambos grupos, donde el grupo de inexpertos presenta medias de  $\mu = 72,39$  para respuestas correctas,  $\mu=23,61$  para incorrectas y  $\mu = 4,0$  en lentitud para responder al estímulo. Para los videojugadores  $\mu = 73,8$  para correctas,  $\mu = 22,44$  media inferior que en los inexpertos en el número de respuestas incorrectas y  $\mu = 4,72$  para lentitud para responder ante los estímulos.

En el análisis de Anova Mixto para la tarea Nback, no todo los datos cumplen con el supuesto de normalidad: en la prueba Shapiro Wilks para los tiempos de respuesta se evidencian estadísticos entre ,109 y ,926 con un  $p > .05$ , por lo que se asume el supuesto de normalidad para los datos de inexpertos IN y videojugadores VJ para estas variables. Sin embargo no sucede lo mismo para el tipo de respuesta con estadísticos entre .000 y 0005 con un  $p < 0,05$ .

En la prueba de Levene para igualdad de varianzas se cumple el supuesto de homogeneidad con valores de F entre ,128 y ,384; grados de libertad entre gl1 1 y gl2 34,  $p > .05$ .

		Suma de cuadrados	gl	Media Cuadratica	F	Sig.	Eta cuadrado parcial
NBACK TASK	Prueba Efecto dentro de sujetos.	23647208,610	1	23647208,610	903,716	,000	,964
NBACK * GRUPO	Prueba Efecto dentro de sujetos.	98587,792	1	98587,792	3,768	,061	,100

**Tabla 15-14. Prueba de efecto dentro de sujetos tarea Nback.**

Significancia establecida con un alfa = 0,05. Tarea Nback. Total tiempo de la tarea Nback y tiempo 3Nback. Grupo Inexpertos \_Videojugadores.

Existe una interacción significativa entre la velocidad de respuesta total y durante la tarea 3Nback con un F (903),  $p < 0,05$  y gl 1. Sin embargo no ocurre lo mismo para la interacción entre TNBACK, 3NBACK y el grupo  $p > 0,05$ , F (3,768).

	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Intersección	29590041,210	1	29590041,210	1152,867	,000	,971

GRUPO	99111,798	1	99111,798	3,862	,058	,102
Error	872660,071	34	25666,473			

**Tabla 16-15. Prueba de efecto intersujeto tarea Nback.**

Se observa un efecto significativo en la intersección con un  $p < 0,05$  para la velocidad de reacción ante la tarea de recobro en memoria de trabajo, pero no existe un efecto significativo en relación a la experiencia de juego (inexpertos – videojugadores) en la velocidad de respuesta total y durante la tarea Nback con  $F(1,34) = 3,862$ ,  $p > 0,05$  y un  $\eta^2_p = .102$ .

		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Precisión	Traza de Pillai	,140	5,515 <sup>b</sup>	1,000	34,000	,025	,140
Precisión* GRUPO	Traza de Pillai	,006	,220 <sup>b</sup>	1,000	34,000	,642	,006

**Tabla 17-16. Análisis intersujeto tarea Nback precisión.**

En el análisis de la interacción con respecto a la precisión se encuentra un efecto significativo con  $p < 0,05$ ,  $F(5,515)$  y un  $\eta^2_p = ,140$ , lo cual es interesante ya que se observa el efecto entre sujetos para el tipo de respuesta frente a la tarea de memoria de trabajo. Para la interacción entre el tipo de respuesta y el grupo no se encontró un efecto significativo con  $p > 0,05$ ,  $F(,220, 5,515^b)$  y un  $\eta^2_p = ,006$ .

## 5.5. Análisis tarea de flexibilidad cognitiva

GRUPO	N	$\mu$	S	EE
IN	18	5,50	2,618	,617
VJ	18	5,33	1,847	,435
IN	18	6,56	4,718	1,112
VJ	18	9,11	6,211	1,464
IN	18	4,72	1,934	,456
VJ	18	4,89	1,745	,411

**Tabla 18-17. Tabla de Análisis descriptivo test de las tarjetas de Wisconsin.**

En la tabla se encuentran los resultados de la tarea de las tarjetas de Wisconsin. En orden se encuentran las categorías conseguidas WSC CATE, los errores perseverativos WSC E-PERS y los errores totales WSC ERR TOT. Media  $\mu$ , desviación estándar S y error estándar EE.

En esta tarea en la que se evalúa la flexibilidad cognitiva, se observaron mejores puntuaciones para los VJ en relación a los errores perseverativos del Wisconsin con  $\mu=9,11$  con respecto a los IN con  $\mu=6,56$ . En este caso la desviación estándar para los VJ fue de  $S = 6,211$  frente a los IN con  $S = 4,718$ .

## 5.6. Análisis prueba de creatividad - funciones ejecutivas – inteligencia - correlación bivariada

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
IND CREAT	,134	36	,104	,909	36	,006
FLU SEMANTICA	,167	36	,013	,947	36	,083
FLU FORMAL (P)	,149	36	,043	,964	36	,291
WSC CATE	,209	36	,000	,876	36	,001
INTELIGENCIA	,130	36	,132	,969	36	,393

Pruebas de normalidad para los datos  $p > 0,05$ .

**Tabla 19-18. Pruebas de normalidad correlación pruebas de función ejecutiva y creatividad.**

En relación a los resultados de la prueba de creatividad se realizó una correlación bivariada para determinar la relación entre las variables analizadas, en esta labor se utilizó la prueba de correlación de Spearman teniendo en cuenta que no todos los datos seguían una distribución normal.

GRUPO		IND	Flu	Flu	WSC	INTEL
		CREAT	Semántica	Formal (P)	CATE	
IN	Coefficiente de correlación	1.000	,147	,375	-,329	,162
	Sig. (bilateral)		,561	,126	,183	,520
	N	18	18	18	18	18
VJ	Coefficiente de correlación	1.000	,044	-,179	,315	,412
	Sig. (bilateral)		,863	,478	,203	,089
	N	18	18	18	18	18



IND	Coeficiente de correlación Rho Spearman	1,000	-,111								
VJ	CREAT			-,250	-,394	-,022	-,210	-,331	-,215	,228	,182
	Sig. (bilateral)		,662	,316	,106	,929	,404	,180	,392	,363	,469
	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

**Tabla 21-20. Correlación de Spearman para pruebas de funciones ejecutivas y creatividad.**

Para las pruebas de retención de dígitos verbal directo VD, verbal inverso VII, visual directo, visual indirecto VIIN, TMT A y B y figura compleja de rey, los valores de Rho estuvieron entre -,394 y ,228 y significancias de > 0,05.

GRUPO		STROO P P	STROO P C	STRO P CP	TL Correctos	TL Totales	TI Inicio	TL Ejecución	TL Resolución
	Coeficiente de correlación Rho Spearman	-,156	-,058	,006	-,327	-,188	,270	-,059	,030
	Sig. (bilateral)	,536	,820	,982	,186	,454	,279	,816	,906
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
	Coeficiente de correlación Rho Spearman	-,017	-,580*	-,277	-,265	,184	-,179	-,066	-,083
	Sig. (bilateral)	,947	,012	,266	,287	,465	,476	,795	,743
	N	18	18	18	18	18	18	18	18

**Tabla 22-21. Correlación de Spearman para pruebas de funciones ejecutivas y creatividad.**

En la lectura por color de la tarea stroop se encontró una correlación negativa con Rho = ,580 y una significancia < 0.05, lo cual indicaría que entre más bajo el índice de creatividad para los videojugadores, también aumentara el efecto de la interferencia en tareas atencionales. Por otra parte para la torre de Londres no se encontraron datos significativos con valores de Rho entre -,083 y ,184 y significancias menores a 0,05. Esto resulta interesante dado que la inhibición es uno de los procesos fundamentales para el pensamiento creativo, ya que favorece la asociación de ideas que puedan tener coherencia y evita que se generen interacciones de ideas que no permiten la transformación de espacios conceptuales o lleven únicamente a la generación de ideas improductivas (Boden,2004).

## 5.7. Análisis bivariado creatividad y pruebas de control ejecutivo (nback, stop signal, flanker)

Se aplicaron pruebas de normalidad para las tareas de control ejecutivo encontrando valores de significancia para la mayoría de las pruebas de  $p > 0.05$ . Para la mayoría de los casos en la prueba Shapiro Wilk se cumple el supuesto de normalidad, a excepción del número de respuestas correctas, incorrectas y lentas de la tarea 3Nback.

GRUPO	IND					CON NOGO
	CREAT	FLCongr	FLIncong	Efect	SIN NOGO	
	1,000	,091	-,302	-,118	,533*	,074
	.	,719	,224	,641	,023	,770
	18	18	18	18	18	18
	1,000	,098	,545*	,124	,325	,105
	.	,698	,019	,624	,188	,680
	18	18	18	18	18	18

\*. La correlación es significava en el nivel 0,05 (bilateral).

**Tabla 23-22. Correlación de Spearman para las tareas Flanker y el paradigma stop signal.**

En el análisis a través del estadístico Rho de Spearman se encuentra una correlación positiva entre el índice de creatividad y la velocidad de respuesta en los flancos incongruentes con  $Rho = ,509$  ( $p < ,05$ ) para los videojugadores VJ, también se observa una correlación positiva con relación a la velocidad de reacción en la tarea Stop Signal  $Rho = ,545$  ( $p < ,05$ ), aunque no sucede lo mismo para los datos de la tarea con los estímulos NOGO.

## 6. DISCUSIÓN

En este proyecto se estableció como eje de análisis el impacto del uso de videojuegos en el desempeño de tareas de creatividad y funcionamiento ejecutivo. Partiendo de los resultados investigativos de autores como Bavelier (2012) y Colzato *et al.*, (2013) las cuales expusieron en sus trabajos que el control ejecutivo (concepto que hace referencia a un eje de habilidades cognitivas para el procesamiento de información en el que trabajan de manera interdependiente la flexibilidad cognitiva, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y el control atencional) incrementaban en relación a la experiencia de un videojugador. Así mismo teniendo el referente teórico de autores como Murray (2006) sobre la importancia del juego en el desarrollo del pensamiento creativo, por los espacios que brinda una actividad divertida para crear respuestas alternativas y socializar, se establecieron objetivos para conocer a profundidad como estos conceptos podrían ser observados a nivel experimental en videojugadores colombianos expertos e inexpertos.

El primer objetivo de esta investigación permitió identificar los procesos de construcción creativa de los participantes en tareas de elaboración figurativa y verbal y la relación con la experiencia de juego. Los resultados obtenidos en las tareas del test de Torrance no presentaron diferencias significativas entre los grupos, con medias para el índice de creatividad de 59,33 para los inexpertos y 52,5 para los expertos, estas puntuaciones podrían dar a entender que los videojuegos no estarían estimulando la creatividad; sin embargo como plantean Abuhamdeh y Csikszentmihalyi (2004) la creatividad es un constructo complejo de definir por la variedad de habilidades cognitivas necesarias involucradas en la elaboración de ideas novedosas, además como se menciona en Sternberg y Lubart (1991) también existen variables asociadas a la creatividad como lo son



la personalidad y el contexto las cuales deben ser tenidas en consideración al momento de realizar los análisis de los datos.

Otra variable que pudo intervenir en los resultados obtenidos, fue el nivel de experiencia de los videojugadores expertos con juegos de disparo en primera persona VGPS (por sus siglas en inglés videogame person shooters) ya que para este grupo la media de juego en VGPS fue de cinco horas  $\mu=5$  y los reportes investigativos en los trabajos tanto de Bavelier (2012) como de Yeah (2015) muestran que los cambios en habilidades como la flexibilidad cognitiva y la originalidad se observaron específicamente en personas expertas en VGPS con promedios de juego de diez horas o más a la semana, lo cual podría explicar que no se encontraran diferencias y que las medias estadísticas fueran similares para ambos grupos.

El segundo objetivo el cual fue comparar el control ejecutivo y las funciones ejecutivas en pruebas para evaluación de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva en expertos e inexpertos, mostro que el impacto del uso de videojuegos no incrementa todas las habilidades descritas para el modelo factorial de control ejecutivo descrito por Miyake *et al.*, (2005), así mismo en las tareas de lápiz y papel los resultados solo mostraron diferencias en tareas de funciones ejecutivas específicas como en el caso de la figura compleja de rey en la que se encontró una mejor elaboración de la figura en los expertos con una media de  $\mu=14.56$  con respecto a los inexpertos con media de  $\mu=12,89$ . Los resultados en este caso para funciones ejecutivas se explicarían como ya se ha mencionado por el tipo de tarea aplicado para evaluar los constructos, en el caso de las funciones ejecutivas tarea de lápiz y papel, ya que según Oe y Patterson (2013) los efectos de transferencia del uso de videojuegos durante la ejecución de tareas para evaluar inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad, se logran evidenciar en aquellas tareas que presentan similitudes con las actividades que deben realizarse durante el uso de videojuegos, que son tradicionalmente de velocidad con múltiples objetivos de rastreo y requieren rápidos cambios atencionales entre blancos.

Frente a los resultados con el anova mixto para las tareas de control ejecutivo, donde se establecieron análisis descriptivos y posteriormente análisis de los efectos de grupo, se encontró mayor velocidad de respuesta en la tarea tipo flanker por parte de los videojugadores con medias de Flcongr  $\mu= 803.89$  y Finco  $\mu=786,42$  (los puntajes para el

grupo de inexpertos fue Flcongr  $\mu = 809,89$  – Flincon 825,54, lo que refleja tiempos de respuesta más lentos) esta tarea evaluaba la atención selectiva, por medio de la presentación de estímulos congruentes e incongruentes, estos hallazgos son compatibles con los reportes de Dye *et al.* (2010) y Bavelier (2012) quienes establecieron que el uso de videojuegos incrementaba la sensibilidad para la identificación de patrones compatibles y también mejoran las herramientas cognitivas para ignorar distractores en tareas de búsqueda visual, no obstante a diferencia de los reportes de estos autores quienes identificaron esta mejora en las habilidades solo en expertos en juegos de acción y disparo en primera persona, en esta investigación se observan mejores resultados por nivel de experiencia en diferentes tipos de videojuegos es los estadísticos descriptivos.

En cuanto a la tarea de inhibición por medio del stop signal, se encuentra una tendencia en los datos en el análisis intrasujeto pero sin un efecto de grupo significativo. Esto implicaría que en la población estudiada el control inhibitorio no mostraría cambios asociados a la experiencia de juego, lo cual difiere con los datos brindados por Dye *et al.* (2009) quien reporta que los expertos videojugadores logran mayor control de la impulsividad y cometen menos errores de respuesta. La diferencia con los datos obtenidos con el stop signal estaría en que estos reportes son dados con jugadores expertos en videojuegos de disparo en primera persona y no con expertos en otro tipo de videojuegos.

De igual forma el medir la inhibición por medio de la tarea stop signal tiene un efecto de transferencia negativo para los no videojugadores de juegos de disparo y acción ya que de acuerdo a Oe y Patterson (2013) esta tarea imita a algunas actividades de los videojuegos de acción como por ejemplo detener ataques de disparo ante señales visuales, por lo tanto si la muestra hubiese incluido expertos solo en este tipo de videojuegos probablemente las respuestas de inhibición mostrarían puntajes similares a los reportados por otros autores. No obstante precisamente en este aspecto se encuentra la problemática de establecer claramente si las pruebas de velocidad de reacción por computador están midiendo lo mismo que las pruebas neuropsicológicas de lápiz y papel.

Se encuentra para este objetivo que si bien en algunas tareas tanto de funciones ejecutivas, como del denominado control ejecutivo se presentan diferencias entre expertos e inexpertos específicamente para la figura compleja de rey para las tareas de lápiz y papel y en la tarea tipo flanker a nivel de procesos atencionales. Esto no permitiría evidenciar el

impacto del uso de videojuegos a nivel del constructo control ejecutivo, en el cual la actualización, la inhibición y la alternancia evaluada por las pruebas de velocidad de reacción reportaban cambios significativos por el uso regular en un periodo de mínimo 6 meses y 10 horas semanales Dye *et al.* (2010) y Bavelier (2012). Por el contrario los puntajes para estas habilidades fueron similares en ambos grupos analizados y en el efecto de grupo solo brindo tendencias en los datos, lo cual puede generar múltiples interpretaciones.

El tercer objetivo de la investigación fue explorar si los puntajes de creatividad presentaban relaciones con los componentes de control ejecutivo y funciones ejecutivas en los videojugadores expertos e inexpertos. Inicialmente se destaca que los puntajes generales de creatividad tanto para expertos como para inexpertos mostraron similitudes, pero los perfiles se mantuvieron en promedios bajos para toda la población evaluada. Se encontró una correlación negativa para los videojugadores en el índice de creatividad y la inhibición en el stroop, lo cual resulta interesante dado que el pensamiento creativo requiere de ciertos parámetros de inhibición y reglamentación ya que según Boden (2004) una asociación de ideas sin limitantes, se convertiría en un proceso improductivo de asociación aleatoria de ideas pero sin ningún objetivo. También se evidencio una correlación positiva en los puntajes para creatividad y los flancos incongruentes, lo que pondría de manifiesto la relación entre creatividad y velocidad de respuestas atencionales, un factor que podría analizarse desde de los reportes de Yeh (2015) quien describe como Mendelsohn (1976), Runco y Sakamoto (1999) establecen la importancia de la atención desenfocada o ampliada, que supone una hipersensibilidad atencional a los estímulos del medio, dado que al ampliar la atención se promueve la asociación de ideas o información remota para transmitir continuidad, lo que facilita el rendimiento creativo, mientras que una atención focalizada podría dificultar la generación de ideas novedosas.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

En esta investigación se comparó el rendimiento de jugadores expertos en videojuegos y personas inexpertas en diferentes tareas que evaluaron pensamiento creativo, control ejecutivo y funciones ejecutivas. En relación a los procesos de construcción creativa se observó que el índice de creatividad tuvo una media más alta  $\mu = 59,33$  para los inexpertos que para los expertos  $\mu = 52,5$ , tendencia que se mantuvo para las subcategorías de fluidez, originalidad, elaboración y flexibilidad. Estos resultados se podrían explicar por la experiencia de juego de los expertos, dado que en el análisis sociodemográfico se encontró que no existía un único tipo de juego, si no que la experiencia estaba dividida en diferentes categorías tanto en videojuegos de disparo en primera persona VGPS como en juegos de aventura, deportes y estrategia en tiempo real RPG, esto asociado a lo expresado por Murphy y Spen (2009) de la dificultad de encontrar muestras específicas de jugadores especializados en un solo tipo de juego.

Con respecto a las correlaciones con las pruebas de funcionamiento ejecutivo y control ejecutivo. En la primera se observa a través de Rho de Spearman una correlación entre el Span Visual inverso y el índice de creatividad con una significancia de  $-,022$  y un  $Rho = ,929$ , con el Stroop palabra una significancia de  $-,017$  y un  $Rho = ,947$  y una tendencia en los datos para la ejecución total en el tiempo de la torre de Londres con una significancia de  $-,066$  y un  $Rho = ,795$ ; estas correlaciones positivas implicarían que un índice alto de creatividad supondría una mejor ejecución en tareas de fluidez, memoria visual y mejor capacidad de planeación.

Para las pruebas de control ejecutivo, se encontraron correlaciones positivas para los videojugadores en las tareas de flancos incongruentes con un  $p < 0.05$  y un  $Rho = ,509$  y para la velocidad de reacción de la tarea Stop Signal  $p < 0.05$  y un  $Rho = ,509$ . Estas correlaciones con poder medio, también podrían predecir que un mejor desempeño atencional y respuestas rápidas frente a estímulos de corta duración estarán asociadas a un mejor índice de creatividad. Esto se puede explicar al considerar que la creatividad se asocia con los procesos de aprendizaje y al funcionamiento de la corteza prefrontal, que también está relacionada al control ejecutivo descrito por Colzato *et al*, (2013), regiones que pueden estimularse a través de experiencias virtuales como las que se encuentran en los videojuegos.

En las pruebas de funciones ejecutivas, se encuentra que los perfiles de videojugadores expertos e inexpertos, presentan datos descriptivos similares; tan solo en la corrección de la figura compleja de rey la media para los VJ fue de  $\mu=14.56$  frente los IN con  $\mu=12,89$ , la desviación estándar en esta tarea para los VJ fue de  $S = 3.69$  y para los IN de  $S = 4.17$ . Es importante explorar en este punto que las investigaciones adelantadas por investigadores como Bavelier (2012) con videojuegos utilizaron sujetos expertos en videojuegos de disparo en primera persona VGPS describiendo que es únicamente en este grupo poblacional donde se encuentran las diferencias de los perfiles psicológicos para tareas de planeación, atención y memoria de trabajo. En esta investigación la experiencia de juego no estuvo únicamente en esta categoría de juegos, si no en aquellos que cumplieran con la experiencia y el número de horas para juegos de consolas de alta tecnología de acuerdo al cuestionario de Green (2008) en los que se incluyeron juegos de estrategia en tiempo real, deporte, conducción, aventura y juegos de música.

En las pruebas de control ejecutivo para el análisis descriptivo se encontró: en primer lugar en la tarea tipo flanker los videojugadores tuvieron tiempos de respuesta más rápidos tanto para los Flancos congruentes  $F_{congr} \mu= 803.89$ , como para los incongruentes  $F_{incongr} \mu=786,42$  (Inexpertos  $F_{congr} \mu= 809,89$  –  $F_{incongr} 825,54$ ). En cuanto al análisis de Anova mixto se encontró una tendencia en los datos para el efecto de grupo en relación a la congruencia en la prueba de flancos, el resultado podría estar relacionado con el tamaño de la muestra de videojugadores, pero indicaría que la experiencia con videojuegos

disminuira los efectos de los distractores en tareas de búsqueda visual al igual que lo reportado en las investigaciones de Bavelier *et al* (2012).

En la tarea Stop Signal en el análisis descriptivo se observa que en la velocidad de reacción sin la presentación de la tarea de inhibición fue superior para los videojugadores que para los inexpertos, sin embargo al momento de realizar el análisis de medidas repetidas los resultados solo mostraron para esta tarea una tendencia en el análisis intrasujetos para la inhibición y no para el efecto de grupo. En este caso tal como también se reporta en Colzato (2012) no existen datos estadísticos para establecer un efecto de la experiencia de videojuegos en la acción inhibitoria.

Frente a los resultados de la tarea Nback para la memoria de trabajo tanto los jugadores expertos como los inexpertos mostraron resultados similares tanto en la velocidad de reacción como en el número de respuestas correctas e incorrectas y en los resultados para el efecto de grupo no se observaron diferencias significativas.

El análisis del Wisconsin mostro que para los errores perseverativos los videojugadores presentaron mejores resultados a nivel de medias estadísticas, lo cual podría asociarse a una mejor capacidad para reconocer errores en tareas de planeación y corregirlos, sin embargo para las categorías y los errores totales tanto inexpertos como videojugadores presentaron datos similaridades.

## **7.2. Recomendaciones**

El trabajo investigativo busco encontrar diferencias entre videojugadores expertos y personas inexpertas en videojuegos, las tareas presentadas estaban divididas entre creatividad, control ejecutivo y funciones ejecutivas; el protocolo de aplicación tenía una duración entre 2 horas y 2 horas y treinta minutos, iniciando con el consentimiento informado y el cuestionario para evaluar la experiencia de juego. En relación a este instrumento de selección de la muestra para futuras investigaciones como lo expresan (Oei y Patterson, 2013) sería importante profundizar en la diferencias que existen entre diferentes tipo de videojuegos y las demandas cognitivas que estos requieren, sin bien los videojuegos de acción en primera persona han sido los más investigados específicamente por su impacto en los procesos atencionales y de búsqueda visual, los resultados de este

trabajo mostraron que el efecto atencional para la distracción de la tarea de flancos podría estar favorecido por el uso de videojuegos sin importar si estos son de disparo en primera persona, de aventura, deportes o estrategia en tiempo real, lo que implicaría que diferentes juegos podrían tener demandas similares (Oei y Patterson, 2013). Por otra parte sería importante realizar indagaciones a profundidad con grupos de expertos en diferentes categorías (deportes, VGPS, estrategia, simulación) realizando análisis previos de las tareas que exigen estos tipos de videojuegos, lo cual permitiría establecer realmente si son solo los VGPS los que permiten la estimulación de procesos cognitivos o por el contrario como se expresó en esta investigación, los resultados de muchas investigaciones analizadas dan cuenta del proceso de transferencia por aprendizaje a tareas que fueron diseñadas específicamente para que los jugadores de videojuegos de acción presentarán resultados significativos.

En relación con el concepto de creatividad y su evaluación psicométrica, si bien existe un gran número de investigaciones que utilizan el test de Torrance como referente para brindar el índice de creatividad, es importante aplicar pruebas adicionales que permitan el contraste entre los resultados de la población. Por otra parte el concepto de creatividad es muy amplio ya que en este confluyen procesos de aprendizaje, combinaciones conceptuales en contextos variados y la activación de diferentes cortezas cerebrales como los lóbulos frontales y las cortezas temporo – parieto occipitales (Chávez *et al*, 2004, Dietrich, 2004) y por tal motivo su evaluación deberá integrar tanto mecanismos neuropsicológicos, como análisis por medio de tecnologías de registro que permitan brindar información precisa sobre la creatividad como proceso cognitivo y la posible activación de zonas similares al control ejecutivo específicamente en personas que utilizan videojuegos de manera regular. De igual forma como expresan Sternberg y Lubart (1991) se deben integrar análisis de variables como la personalidad y el contexto, ya que estás de acuerdo a su experiencia investigativa aportan datos relevantes para el análisis del pensamiento creativo.

En cuanto la aplicación de los resultados de investigación, el manejo de la variable experiencia podría controlarse a través del entrenamiento específico de videojugadores o en el aumento en el tamaño de la muestra. Esto debido a que si bien se buscó precisar el tipo de experiencia y el número de horas, el reporte para la investigación dependía de la

percepción de los participantes sobre estas dos preguntas, mientras que si se controla el tiempo durante el entrenamiento y se contrastan resultados en la ejecución de videojuegos analizando las demandas cognitivas de los mismos, esto permitiría especificar el tipo de tarea para evaluación y aumentar la precisión en la detección de sujetos expertos en videojuegos. Así mismo el tamaño de la muestra en la población teniendo en consideración los datos en esta parcial cuadrado, afectó la precisión de los resultados, permitiendo principalmente la identificación de tendencias para los efectos de grupo en la congruencia y la velocidad de reacción en memoria de trabajo, pero no para las otras funciones.



## 8. ANEXOS

### ANEXO 1. CUESTIONARIO DE USO DE VIDEOJUEGOS.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Cedula: \_\_\_\_\_

Para cada categoría de juegos, por favor califique:

1. Su experiencia estimada para cada categoría (1 = muy baja, 7 = muy alta) – incluso si no tiene experiencia, ¿Cómo sería su desempeño en comparación con el público en general?
2. Su promedio de HORAS POR SEMANA en esa categoría para los últimos 6 meses. Ejemplo: Si usted juega 1.5 hrs/semana, marque "1+ a 3"

**JUEGOS DE DISPARO EN PRIMERA PERSONA/TERCERA PERSONA** (Call of Duty, Halo, Battlefield, Unreal, Counterstrike, etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más utilizo en los últimos seis meses?:

**ACTION\_RPG/DEPORTE/CONDUCCIÓN/AVENTURA** (Grand Theft Auto, Mario Kart, Assassin's Creed, Madden, Tomb Raider, Need for Speed, Burnout, World of Warcraft, Dragon Age, Far Cry, Half-Life, The Last of Us, Mass Effect, Skyrim, **pero NO** Nascar, **NI** Zelda, **NI** Super Mario etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más jugo en los últimos seis meses?:

**ESTRATEGIA EN TIEMPO REAL/MULTIJUGADOR** (Starcraft, Warcraft, DotA, Command & Conquer, League of Legends, Age of Empires etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más utilizo en los últimos seis meses?:

**JUEGOS DE ROL – NO ACCIÓN/FANTASÍA** (Final Fantasy, Fable, Pokemon, etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más utilizo en los últimos seis meses?:

**JUEGOS DE ESTRATEGIA POR TURNOS/SIMULACIÓN/ACERTIJOS** (Civilization, Hearthstone, Sims, Restaurant Empire, Puzzle Quest, Bejeweled, Solitaire, Candy Crush, etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más utilizo en los últimos seis meses?:

**JUEGOS DE MÚSICA** (Guitar Hero, Dance Dance Revolution, Rock Band, etc)

Experiencia: **1 2 3 4 5 6 7** Horas por semana: **Nunca 0+ a 1 1+ a 3 3+ a 5 5+ a 10 10+**

¿Cuáles fueron los videojuegos que más utilizo en los últimos seis meses?:

\_\_\_\_\_

**OTROS** (Juegos que no están dentro de otra categoría, juegos de celular, juegos de navegador, juegos de lucha, etc.) \_\_\_\_\_ Horas por semana:

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARTICIPANTES

Yo, \_\_\_\_\_, identificado(a) con CC. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ Hago constar que voluntariamente acepto participar como sujeto experimental en el estudio respaldado por la Universidad Nacional de Colombia titulado **CREATIVIDAD, CONTROL EJECUTIVO Y FUNCIONES EJECUTIVAS EN VIDEOJUGADORES EXPERTOS E INEXPERTOS**

Estoy dispuesto(a) a someterme a una evaluación psicométrica a través del Test de Torrance versión ATTA, para estudiar creatividad y a un conjunto de pruebas neuropsicológicas de lápiz y papel, así como organización de figuras, respuestas a cuestionarios de comportamiento y tareas de respuesta desde el teclado por computador.

El Psicólogo y estudiante de la Maestría en Neurociencias **Cristian Iván Giraldo León** me ha informado extensamente sobre los objetivos del estudio y me ha aclarado los detalles de las técnicas y procedimientos a los cuales seré sometido(a). De igual forma ha quedado claro que me serán comunicados todos los resultados de las pruebas.

Queda totalmente establecido de acuerdo al código 008430 en su artículo 11 que esta es una investigación con riesgo mínimo, ya que no se utilizarán métodos invasivos para la adquisición de datos, y también que acorde al artículo 15 de este código, podré retirarme del estudio en el momento que lo decida, sin tener que dar explicación alguna y sin consecuencia sobre los servicios que las universidades puedan prestar en el presente o el futuro a mi o a mis familiares.

Todos los datos serán codificados y tendré total garantía de confidencialidad sobre mis resultados, así como que el uso de los mismo es únicamente con fines investigativos. Este estudio no tendrá ningún costo para mí, ni para mi sistema de cobertura en salud.

Firma y cédula del o la participante: \_\_\_\_\_

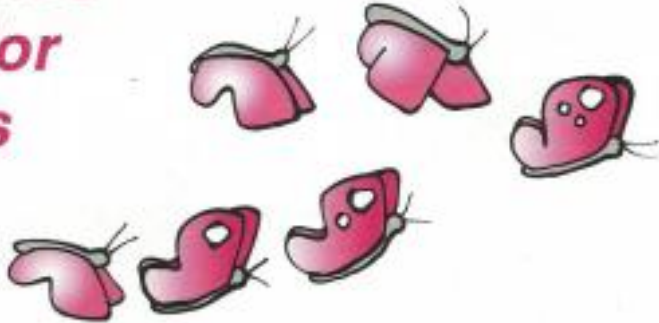
Firma del Investigador : \_\_\_\_\_

Firma del testigo: \_\_\_\_\_


Hecho en Bogotá D.C, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_

## ANEXO 3. VERSIÓN ABREVIADA DEL TEST DE TORRANCE.

**Abbreviated  
Torrance  
Test for  
Adults**



**Spanish Edition**



by  
**Kathy Goff, Ed.D. and E. Paul Torrance, Ph.D.**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Año de Nacimiento: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_



SCHOLASTIC TESTING SERVICE, INC.  
BENSENVILLE, ILLINOIS 60106-1617

## ANEXO 4. HOJA DE RESPUESTAS TEST DE RAVEN.

Centro de estudio o trabajo: \_\_\_\_\_

1er. Apellido \_\_\_\_\_ 2do. Apellido \_\_\_\_\_ Nombre \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Nivel escolar o grado terminado: \_\_\_\_\_

A		B		C		D		E	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
10		10		10		10		10	
11		11		11		11		11	
12		12		12		12		12	
Punt. Parc.		Punt. Parc.		Punt. Parc.		Punt. Parc.		Punt. Parc.	

Actitud del Sujeto	DIAGNOSTICO	
Forma de trabajo	Edad cron.	Pujante
Reflexión - Intuitiva	T/minutos	Porcent.
Rápida - Lenta	Descrip.	Rango
Inteligente - Torpe		Diagnóstico
Concentrada - Distraída		
Disposición		
Dispuesta - Fatigada		
Interesada - Desinteresada		
Tranquila - Intranquila		
Segura - Vacilante		
Perseverancia		
Uniforme - Irregular		
	Examinador	

# ANEXO 5. TAREA DE RETENCIÓN DE DIGITOS SPAN VERBAL Y SPAN VISUAL



## 1. RETENCIÓN DE DIGITOS (WAIS-III)

Ensayos: 7-3-9 (5-3-7) / 3-4-8 (5-4-3)

SPAN	ORDEN DIRECTO	Q-1
2	3-7	
	6-5	
3	5-8-2	
	6-5-4	
4	6-4-3-9	
	7-2-8-6	
5	6-3-7-3-1	
	7-5-6-5-6	
6	8-1-5-4-7-3	
	3-8-2-4-8-7	
7	5-9-1-7-4-2-2	
	4-1-7-9-3-8-6	
8	5-8-1-5-2-6-6-7	
	3-8-2-9-5-1-7-4	
9	2-7-5-8-6-2-5-8-8	
	7-1-3-5-4-2-5-6-8	
Scale Verbal-directa		

SPAN	ORDEN INVERSO	Q-2
2	2-4 (4-2)	
	7-7 (7-5)	
3	6-2-9 (9-2-6)	
	4-1-5 (5-4-6)	
4	3-2-7-9 (9-7-2-3)	
	4-9-6-8 (8-6-9-4)	
5	1-5-2-8-6 (6-8-2-5-1)	
	6-1-8-4-3 (3-4-8-1-6)	
6	5-9-9-4-1-8 (8-1-4-9-9-5)	
	7-2-4-8-9-6 (6-8-4-2-7)	
7	8-1-2-8-3-6-5 (5-6-3-8-2-1-8)	
	4-7-3-9-1-7-8 (8-2-1-9-3-4-7)	
8	9-4-3-7-8-2-5-8 (8-5-2-6-7-3-4-9)	
	7-2-8-1-9-6-5-3 (3-5-6-9-1-8-7-2)	
Scale Verbal-inversa		

## 2. CUBOS DE CORSE

### ORDEN DIRECTO

SPAN	SECUENCIA	Q-1
2	3-10	
	7-4	
3	1-9-3	
	8-2-7	
4	4-9-1-6	
	10-6-2-7	
5	6-2-1-4-8	
	5-7-9-4-1	
6	4-1-9-3-8-10	
	9-2-6-7-3-8	
7	10-1-6-4-8-5-7	
	7-6-9-8-2-10-1	
8	7-3-10-5-7-8-4-9	
	8-9-3-2-8-7-10-5	
9	1-6-4-10-7-3-2-9-6	
	8-2-4-1-10-3-7-4-9	
Scale Stroop-directa		

### ORDEN INVERSO

SPAN	SECUENCIA	Q-2
2	7-4 (4-7)	
	3-10 (10-3)	
3	8-2-7 (7-2-8)	
	1-9-3 (3-9-1)	
4	10-6-2-7 (7-2-6-10)	
	4-9-1-6 (6-1-9-4)	
5	1-2-9-8-7 (7-8-9-7-6)	
	6-5-1-4-8 (8-1-4-5-9)	
6	9-2-4-7-3-5 (5-3-7-4-2-9)	
	4-3-9-3-8-10 (10-8-3-9-1-4)	
7	7-6-3-8-2-10-1 (1-10-2-8-3-6-7)	
	10-1-6-4-8-5-7 (7-5-6-4-8-1-10)	
8	8-9-3-2-1-7-10-6 (6-10-7-1-2-3-9-8)	
	7-3-10-5-7-4-6-9 (9-4-6-7-5-10-3-7)	
9	8-2-4-1-10-3-7-4-9 (9-4-7-3-10-1-6-2-8)	
	1-6-4-10-7-3-1-9-6 (6-9-1-3-7-10-4-8-5)	
Scale Stroop-inversa		

## ANEXO 6. TAREA DE FLUIDEZ VERBAL

{ *NeuroNorma* }  
COLOMBIA

**2. PRUEBA DE FLUIDEZ VERBAL**  
Marque con (P) las perseveraciones,  
y con (I) las intrusiones.

	P	Intrusiones
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
<b>CONCEPTOS</b>		
Palmas:		
Arroz:		
<b>E. V. FONOLÓGICA:</b>		<b>E. SEMÁNTICA:</b>

6. FIGURA COMPLEJA DE REY-OSTERBETH	
Resumen de puntuaciones de la Figura compleja de Rey	Puntuación:
COPM	Puntuación:
TIPO DECONSTRUCCIÓN	
TIEMPO EMPLEADO (s.)	
EXACTITUD (0-36)	
<b>MEMORIA ESPERDA</b>	
TIPO DECONSTRUCCIÓN	
EXACTITUD (0-36)	

## ANEXO 7. TAREA TMT A

**{ NeuroNorma }**  
COLOMBIA

**TAREA MATCHING TEST (TMT-FORMA A)**

Secuencias correctas /24: \_\_\_\_\_ Tiempo Total: \_\_\_\_\_ Segundos

The grid contains the following numbered circles: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25. The text 'Comienzo' is located next to circle 1, and 'Final' is located next to circle 25.

19



## ANEXO 8. TAREA TMT B

**{ NeuroNorma }**  
COLOMBIA

**TOTAL MATCHING TEST (TMT-FORMA B)**

Secuencias correctas /24: \_\_\_\_\_ Tiempo Total: \_\_\_\_\_ Segundos

The diagram shows a square grid containing 13 numbered circles (1-13) and 12 lettered circles (A-K). The starting point is labeled "Comienzo" and the ending point is labeled "Final". The circles are arranged in a roughly circular pattern within the square.

Number	Letter
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E
6	F
7	G
8	H
9	I
10	J
11	K
12	L
13	

## ANEXO 9. HOJA DE RESPUESTAS TEST DE STROOP Y TARJETAS DE WISCONSIN.

{ *NeuroNorma* }

PARTE C: INTERFERENCIA (Tiempo de valoración: 45 seg.)				
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	VERDE	ROJO	ROJO	AZUL
ROJO	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	ROJO	AZUL	ROJO	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
ROJO	ROJO	ROJO	VERDE	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	VERDE	AZUL	ROJO	ROJO
ROJO	AZUL	ROJO	AZUL	AZUL
VERDE	VERDE	VERDE	ROJO	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	VERDE	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	ROJO	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	VERDE	AZUL	ROJO	ROJO
ERRORES:		CASI ERRORES:	NÚM. PALABRAS /ES SEG.:	
PARTE A: P	PARTE B: C	PARTE C: PC	PC/P=C - PC'	PC - PC' = Interferencia

### III. WISCONSIN CARD SORTING TEST (WCST)

C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
C	F	N	O	C	F	N	O	C	F	N	O
Convenciones:				Errores:				Categorías:			
Presentaciones:				Folios distribuidos:							

## ANEXO 10. HOJA DE RESPUESTAS TEST TORRE DE LONDRES.

*{ NeuroNorma }*  
COGNOMIA

**9. TORRE DE LONDRES**

**INSTRUCCIONES**

- Registre para cada problema el número de movimientos en la columna "n de movimientos". Además, registre en las columnas correspondientes la latencia, el tiempo de ejecución para cada problema así como cualquier violación de reglas o de tiempo.
- Tiempo límite por caso: 2 minutos.

Posición Inicial: **B**

V	A
3	2
2	1

PROBLEMAS	Anotaciones	Movimientos	PUNTAJACIÓN					
			TIEMPO			VIOLACIONES		
3 2 1 D. V. A. R.			Tiempo de latencia	Tiempo de ejecución	Tiempo de resolución	Tiempo (s) (m)	Reglas	
P. V. R. A.		<input type="checkbox"/> (0)					Tipo I	Tipo II
A P. V. R.		<input type="checkbox"/> (2)						
V 1. A. R.		<input type="checkbox"/> - (4) <input type="checkbox"/>						
A 2. R. V.		<input type="checkbox"/> - (4) <input type="checkbox"/>						
V 3. A. R.		<input type="checkbox"/> - (5) <input type="checkbox"/>						
A 4. A. R. V*		<input type="checkbox"/> - (5) <input type="checkbox"/>						
V 5. R. A.		<input type="checkbox"/> - (5) <input type="checkbox"/>						
R V 6. A.		<input type="checkbox"/> - (6) <input type="checkbox"/>						
R 7. A. V.		<input type="checkbox"/> - (6) <input type="checkbox"/>						
V 8. A. R.		<input type="checkbox"/> - (6) <input type="checkbox"/>						
V R 9. A.		<input type="checkbox"/> - (7) <input type="checkbox"/>						
R 10. A. V.		<input type="checkbox"/> - (7) <input type="checkbox"/>						
V = Verde R = Rojo A = Azul		TOTAL DE MOVIMIENTOS					Total Mov. Correctos	

## ANEXO 11: CODIGO TAREA 3NBACK

options

bitmapdir stimuli

set &maxrt 2000

fonts

arial 18

bitmaps

letterA ## 15 letters

letterB

letterC

letterD

letterE

letterH

letterI

letterK

letterL

letterM

letterO

letterP

letterR

letterS

letterT

instruction1

instruction2

## in this task, all conditions are chosen randomly

task nback

keys m n

set &trialcount increase

set \$currentletter random 1 15 ## choose randomw letter, might be overridden

#####

## is this condition a yes condition?

set \$memory random 1 5 ## random number for choosing condition

## if a 3back trial

if \$memory == 1 && &trialcount > 3

set \$currentletter &nback3

set \$requiredresponse 1 ## the m key needs to be pressed later, m=easy for memory

fi

## if a NON 3back trial

if \$memory != 1 || &trialcount <= 3 ## chose a letter but not that of 3 trials ago

set \$currentletter random 1 15

while \$currentletter == &nback3 ## choose anything but NOT that of 3 back

set \$currentletter random 1 15

while-end

set \$requiredresponse 2 ## the n key needs to be pressed later # (n=easy for "no")

fi

#####

draw off

show bitmap \$currentletter ## stimulus 1

show rectangle 0 -60 100 20 40 40 40 ## grey border above letter, stimulus 2

show rectangle 0 60 100 20 40 40 40 ## grey border below letter, stimulus 3

```
draw on
readkey $requiredresponse &maxrt
set $extrawait expression &maxrt - RT ## how much time is left between max RT and now?
### was response correct?
set $score 0 ## this is the default, assume error
set $feedbackcol1 255
set $feedbackcol2 0
if STATUS == 1 ## if it was a 3back and correct key pressed
    set $feedbackcol1 0
    set $feedbackcol2 255
fi
## now draw the two bars above and below letter in feedback color
show rectangle 0 -60 100 20 $feedbackcol1 $feedbackcol2 40 # stimulus 4
show rectangle 0 60 100 20 $feedbackcol1 $feedbackcol2 40 # stimulus 5
delay $extrawait ## wait until letter has been on screen total of 2000 ms
clear 1 4 5
delay 500 ## keep the feedback on for half a second more
clear 2 3 4 5 ## then delete all stimuli from screen
### now save the letter for next trial
set &nback3 &nback2
set &nback2 &nback1
set &nback1 $currentletter
### save the data
save STATUS KEY RT $memory &trialcount &nback1 &nback2 &nback3

block training
set &trialcount 0 # make sure you use this again if you have another block
pager instruction1 instruction2
```

tasklist

nback 100

end

feedback

text align left

set &Total1 count ; select c4 == 1 ## number of trials where there was a 3back item

set &Total2 count ; select c4 > 1 ## number of trials where there was NOT a 3back item

set &ErrorCount1 count ; select c4 == 1 && c1 != 1 ## number of errors in 3-back=true trials

set &ErrorCount2 count ; select c4 > 1 && c1 != 1 ## numebr of errors in 3-back=false trials

set &ErrorPerc1 expression &ErrorCount1 / &Total1 \* 100.0

set &ErrorPerc2 expression &ErrorCount2 / &Total2 \* 100.0

text -200 -200 &ErrorPerc1 ; prefix "Error count in missing 3-back items:" ; postfix " %"

text -200 0 &ErrorPerc2 ; prefix "Wrongly reporting there was an 3-back item" ; postfix " %"

text -200 200 "Press space to continue and show data (below)"

end

## ANEXO 12: CODIGO TAREA STOP SIGNAL

```
# stop signal task
```

```
options
```

```
  bitmapdir stimuli # the folder that contains the stimuli bitmaps
```

```
  set &d 0 # dummy variable
```

```
  set &iti 750 # inter trial interval (ITI)
```

```
bitmaps
```

```
  frame
```

```
  leftarrow
```

```
  rightarrow
```

```
  leftarrownogo
```

```
  rightarrownogo
```

```
  fixpoint1
```

```
  fixpoint2
```

```
  fixpoint3
```

```
  wrongkey
```

```
  shouldnothavepressed1
```

```
  shouldnothavepressed2
```

```
  shouldhavepressed1
```

```
  shouldhavepressed2
```

```
  instruction1
```

```
  instruction2
```



fonts

arial 20

part nice\_fixpoint

show bitmap fixpoint1

delay 75

show bitmap fixpoint2

delay 75

show bitmap fixpoint3

delay 75

clear -1 -2 -3

show bitmap fixpoint2

delay 75

clear -1

show bitmap fixpoint1

delay 200

clear -1

table gotable

"go left" leftarrow 1

"go right" rightarrow 2

table nogotable

"nogo left" leftarrow 1 leftarrownogo

"nogo right" rightarrow 2 rightarrownogo

```
task go
table gotable
set $trialcorrect 1
keys b n
show bitmap frame #1
delay 500
part nice_fixpoint # show nice fixpoint
show bitmap @2 # show the arrow (the go signal)
readkey @3 500 # max response time 500 ms
clear -1
### feedback
if STATUS == TIMEOUT
    show bitmap shouldhavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed2
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed2
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed1
```

```
    delay 250
    clear -1
    error
    set $trialcorrect 0
fi
if STATUS != TIMEOUT && STATUS != CORRECT
    show bitmap wrongkey
    delay 2000
    clear -1
    error
    set $trialcorrect 0
fi
delay &iti
save @1 &d RT STATUS &d &d $trialcorrect

task nogo
    table nogotable
    set $trialcorrect 1
    keys b n
    show bitmap frame
    delay 500
    part nice_fixpoint
    set $nogodelay random 100 450 50
    set $resttime expression 500 - $nogodelay
    show bitmap @2 # the arrow
```

```
readkey @3 $nogodelay # 'wait' until nogo delay is over
set $rt1 RT
set $status1 STATUS
## there are two possibilities:
## 1: Person has not yet responded
## 2: Person has responded, i.e., before stop signal, so that would be correct
if $status1 == TIMEOUT ### only if button NOT pressed show NOGO stimulus
    draw off
    clear -1
    show bitmap @4 # the stop signal
    draw on
    readkey @3 $resttime # the remaining time up to 500 ms
    clear -1
fi
### now stimulus/response stuff done, check whether mistake was made
if $status1 == CORRECT
    clear -1
fi
if $status1 != TIMEOUT && $status1 != CORRECT
    show bitmap wrongkey
    delay 2000
    clear -1
    set $trialcorrect 0
fi
if $status1 == TIMEOUT && STATUS != TIMEOUT
    show bitmap shouldnothavepressed1
```

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed2

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed1

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed2

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed1

delay 250

clear -1

set \$trialcorrect 0

fi

delay &iti

save @1 \$nogodelay \$rt1 \$status1 RT STATUS \$trialcorrect

block baseline

message instruction1

tasklist

go 20 allcorrect 50

end

feedback

```
text 0 0 "Average response time in milliseconds"
```

```
set &MyRT mean c4 ; postfix "ms" ; select c5 == 1
```

```
text 0 50 &MyRT ; postfix "ms"
```

```
end
```

```
block stopgo
```

```
message instruction2
```

```
tasklist
```

```
go 60
```

```
nogo 40
```

```
end
```

## **ANEXO 13: CODIGO TAREA TIPO FLANKER**

# stop signal task

options

bitmapdir stimuli # the folder that contains the stimuli bitmaps

set &d 0 # dummy variable

set &iti 750 # inter trial interval (ITI)

bitmaps

frame

leftarrow

rightarrow

leftarrownogo

rightarrownogo

fixpoint1

fixpoint2

fixpoint3

wrongkey

shouldnothavepressed1

shouldnothavepressed2

shouldhavepressed1

shouldhavepressed2

instruction1

instruction2

fonts

arial 20

part nice\_fixpoint

show bitmap fixpoint1

delay 75

show bitmap fixpoint2

delay 75

show bitmap fixpoint3

delay 75

clear -1 -2 -3

show bitmap fixpoint2

delay 75

clear -1

show bitmap fixpoint1

delay 200

clear -1

table gotable

"go left" leftarrow 1

"go right" rightarrow 2

table nogotable

"nogo left" leftarrow 1 leftarrownogo

"nogo right" rightarrow 2 rightarrownogo



```
task go
  table gotable
  set $trialcorrect 1
  keys b n
  show bitmap frame #1
  delay 500
  part nice_fixpoint # show nice fixpoint
  show bitmap @2 # show the arrow (the go signal)
  readkey @3 500 # max response time 500 ms
  clear -1
  ### feedback
  if STATUS == TIMEOUT
    show bitmap shouldhavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed2
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed2
    delay 250
    clear -1
```

```
show bitmap shouldhavepressed1
delay 250
clear -1
error
set $trialcorrect 0
fi
if STATUS != TIMEOUT && STATUS != CORRECT
show bitmap wrongkey
delay 2000
clear -1
error
set $trialcorrect 0
fi
delay &iti
save @1 &d RT STATUS &d &d $trialcorrect

task nogo
table nogotable
set $trialcorrect 1
keys b n
show bitmap frame
delay 500
part nice_fixpoint
set $nogodelay random 100 450 50
set $resttime expression 500 - $nogodelay
show bitmap @2 # the arrow
```

```
readkey @3 $nogodelay # 'wait' until nogo delay is over
set $rt1 RT
set $status1 STATUS
## there are two possibilities:
## 1: Person has not yet responded
## 2: Person has responded, i.e., before stop signal, so that would be correct
if $status1 == TIMEOUT ### only if button NOT pressed show NOGO stimulus
draw off
clear -1
show bitmap @4 # the stop signal
draw on
readkey @3 $resttime # the remaining time up to 500 ms
clear -1
fi
### now stimulus/response stuff done, check whether mistake was made
if $status1 == CORRECT
clear -1
fi
if $status1 != TIMEOUT && $status1 != CORRECT
show bitmap wrongkey
delay 2000
clear -1
set $trialcorrect 0
fi
if $status1 == TIMEOUT && STATUS != TIMEOUT
```

show bitmap shouldnothavepressed1

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed2

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed1

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed2

delay 250

clear -1

show bitmap shouldnothavepressed1

delay 250

clear -1

set \$trialcorrect 0

fi

delay &iti

save @1 \$nogodelay \$rt1 \$status1 RT STATUS \$trialcorrect

block baseline

message instruction1

tasklist

go 20 allcorrect 50

end

feedback

text 0 0 "Average response time in milliseconds"

set &MyRT mean c4 ; postfix "ms" ; select c5 == 1

text 0 50 &MyRT ; postfix "ms"

end

block stopgo

message instruction2

tasklist

go 60

nogo 40

end

## ANEXO 14: CODIGO TAREA STOP SIGNAL

# stop signal task

options

bitmapdir stimuli # the folder that contains the stimuli bitmaps

set &d 0 # dummy variable

set &iti 750 # inter trial interval (ITI)

bitmaps

frame

leftarrow

rightarrow

leftarrownogo

rightarrownogo

fixpoint1

fixpoint2

fixpoint3

wrongkey

shouldnothavepressed1

shouldnothavepressed2

shouldhavepressed1

shouldhavepressed2

instruction1

instruction2

fonts

arial 20

part nice\_fixpoint

show bitmap fixpoint1

delay 75

show bitmap fixpoint2

delay 75

show bitmap fixpoint3

delay 75

clear -1 -2 -3

show bitmap fixpoint2

delay 75

clear -1

show bitmap fixpoint1

delay 200

clear -1

table gotable

"go left" leftarrow 1

"go right" rightarrow 2

table nogotable

"nogo left" leftarrow 1 leftarrownogo

"nogo right" rightarrow 2 rightarrownogo

task go

table gotable

set \$trialcorrect 1

keys b n

show bitmap frame #1

delay 500

part nice\_fixpoint # show nice fixpoint

show bitmap @2 # show the arrow (the go signal)

readkey @3 500 # max response time 500 ms

clear -1

### feedback

if STATUS == TIMEOUT

  show bitmap shouldhavepressed1

  delay 250

  clear -1

  show bitmap shouldhavepressed2

  delay 250

  clear -1

  show bitmap shouldhavepressed1

  delay 250

  clear -1

  show bitmap shouldhavepressed2



```
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldhavepressed1
    delay 250
    clear -1
    error
    set $trialcorrect 0
fi
if STATUS != TIMEOUT && STATUS != CORRECT
    show bitmap wrongkey
    delay 2000
    clear -1
    error
    set $trialcorrect 0
fi
delay &iti
save @1 &d RT STATUS &d &d $trialcorrect

task nogo
    table nogotable
    set $trialcorrect 1
    keys b n
    show bitmap frame
    delay 500
    part nice_fixpoint
```

---

```
set $nogodelay random 100 450 50
set $resttime expression 500 - $nogodelay
show bitmap @2 # the arrow
readkey @3 $nogodelay # 'wait' until nogo delay is over
set $rt1 RT
set $status1 STATUS
## there are two possibilities:
## 1: Person has not yet responded
## 2: Person has responded, i.e., before stop signal, so that would be correct
if $status1 == TIMEOUT ### only if button NOT pressed show NOGO stimulus
  draw off
  clear -1
  show bitmap @4 # the stop signal
  draw on
  readkey @3 $resttime # the remaining time up to 500 ms
  clear -1
fi
### now stimulus/response stuff done, check whether mistake was made
if $status1 == CORRECT
  clear -1
fi
if $status1 != TIMEOUT && $status1 != CORRECT
  show bitmap wrongkey
  delay 2000
  clear -1
```

```
    set $trialcorrect 0
fi
if $status1 == TIMEOUT && STATUS != TIMEOUT
    show bitmap shouldnothavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldnothavepressed2
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldnothavepressed1
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldnothavepressed2
    delay 250
    clear -1
    show bitmap shouldnothavepressed1
    delay 250
    clear -1
    set $trialcorrect 0
fi
delay &iti
save @1 $nogodelay $rt1 $status1 RT STATUS $trialcorrect

block baseline
    message instruction1
```

tasklist

go 20 allcorrect 50

end

feedback

text 0 0 "Average response time in milliseconds"

set &MyRT mean c4 ; postfix "ms" ; select c5 == 1

text 0 50 &MyRT ; postfix "ms"

end

block stopgo

message instruction2

tasklist

go 60

nogo 40

end

## 9. Bibliografía

Abuhamdeh, S., y Csikszentmihalyi, M. (2004) The artistic personality: A Systems perspective. En R.J. Sternberg, E.L. Grigorenko y J.L. Singer (Eds.): Creativity: From potential to realization pp. 31-42

Aldous, C. (2007) Creativity, problem solving and innovative science: Insights from history, cognitive psychology and neuroscience. International Education Journal, Vol.8 (2) pp.176 – 186.

Aranguren, M. (2011) Análisis crítico del modelo de variación ciega y retención selectiva de la creatividad. Revista Interdisciplinaria, 27 (2) pp. 315 – 334.

Aravena, S.(2004). Noción de inferencia y procesamiento inferencial en personas con daño cerebral. Revista Onomáizen, Vol.2, (10) pp. 145-162.

Bazanova, O., Aftanas L.(2008). Individual Measures of Electroencephalogram Alpha Activity and Non – Verbal Creativity, Vol.38, (3) pp.228 – 235.

Bailey, A., McDaniel, W., Thomas R (2007). Approaches to the study of higher cognitive functions related to creativity in nonhuman animals. Methods, 24 pp. 3-11. Ed. Arfo Editores e Impresores Ltda.

Benedek, M., *et al.* (2011). EEG alpha synchronization in related to top-down processing in convergent and divergent thinking.

Besserve M., Martinerie J., Garnero L.(2011). Improving quantification of functional networks with EEG inverse problem: Evidence from a decoding point of view. Vol. 22 pp. 1536 – 1547.

Boden, M. (2004) The creative mind myths and mechanisms. New York: Ed.Taylor y Francis e- Library.

Bohil C., Alicea B., Biocca F.(2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. Journal Nature Reviews. Vol. 12 pp. 752 – 762.

Bradley, S., L., Doop M., Park, S. (2009). Psychoses and creativity: in the missing Link a biological mechanism related to phospholipids turnover? Journal National Intitute of Health, Vol. 69 (6) pp. 467 - 476.

Briones, G. (2002) Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Colombia. Ed. Arfo. ISBN: 958 -9329 – 09 -8.

Cáceres, p. (2003). Análisis cualitativo de contenido una alternativa metodológica alcanzable. Psicoperspectivas revista de la escuela de psicología facultad de filosofía y educación. Vol. 2, pp. 53 – 82.

Carrión, J. (2002). Redes neuronales artificiales y la teoría neuropsicológica de Luria. Revista Española de Neuropsicología. Vol. 4, (2) pp. 168-178.

Chávez, R.,Graff, A., Garcia, J., Vaugiers V., Cruz C. (2004) Neurobiología de la creatividad: Resultados de un estudio de activación cerebral. Revista Salud Mental Vol. 27, (3) pp. 38 – 46.

Colzato, L., Wildenberg, P.M., Zmigrod S., Homme B. (2013) Action video gaming and cognitive control: playing first person shooter games is associated with improvement in working memory but not action inhibition. Psychological Research. 77 pp 234 – 239.

DANE, (2008). Defunciones por grupos de edad y sexo, según departamento de ocurrencia y grupos de causas de defunción (lista Colombia 105 para la tabulación de mortalidad).

Dietrich A.(2007). Who's afraid a cognitive neuroscience of creativity? Journal Methods, Vol. 42. pp.22 – 27.

EDDS – Encuesta Distrital de Demografía y Salud (2011). Primera Encuesta Distrital de Demografía y Salud Bogotá 2011. Profamilia.

Esquivias, M .(2004) Creatividad: Definiciones, Antecedentes y Aportaciones. Revista Digital Universitaria del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 5 (1) pp. 1 - 17.

Estévez, A., Garcia, C., Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. Rev Neurol, 25, pp. 1989 – 97.

Fink, A., Graif, B., Neubauer, A .(2009). Brain correlates underlying creative thinking: EEG alpha activity in professional vs. novice dancers. Journal NeuroImage, 46, pp. 854 – 862.

Feixa, Carles. (2006). Generación XX: Teorías de la Juventud en la era contemporánea. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, 4(2) pp.1–18

Fink, A., Gebauer D., Reishofer G., Koschitnig K., Ebner .(2010). Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study. Elsevier, 52 pp. 1678 -1695.

Fink, A., Schwab, D., Papousek, I.(2011). Sensitivity of EEG upper alpha activity to cognitive and affective creativity interventions. International Journal of Psychophysiology, 82 pp. 233-239.

Garrido, J. M. (2013). ¿Por qué los estudiantes juegan con videojuegos de estrategia?: algunos principios para la enseñanza. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 15(1), 62-74

Gardner H .(2005) Arte, Mente y Cerebro: Una apreciación cognitiva de la creatividad 1<sup>er</sup> Edición. Barcelona España: Ed Paidós Ibérica.

Gardner, H., Davis, K. (2014). La generación APP, como los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital 1<sup>er</sup> Edición. Barcelona España: Ed Paidós.

Giraldo, C .(2013).Los jóvenes y la sexualidad en la posmodernidad. Revista Actualidades Investigativas en Educación, Vol. 13, (1) pp. 1-22.

---

Granada K., Alvarez C., Quintero P. (2012) Relación entre las habilidades creativas de los directivos y el clima organizacional de las universidades privadas de Manizales. Manizales, Colombia. Universidad Autónoma de Manizales.

Grant S., Harneit A., Heike T., Meyer L. (2016). Neuroimaging Intermediate Phenotypes of Executive Control Dysfunction in Schizophrenia. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*. Vol. 1, n.3 pp. 218 - 229.

Green, C. S., Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, n. 423, p.p534–537.

Hays, T. (2006). *The Science of Learning: A systems Theory Approach*. Florida. ED. Brown Walker Press.

Hermann B., Lin J., Jones J., Seidenberg (2009). The emerging architecture of neuropsychological impairment in epilepsy. *Neurologic Clinics*. Vol.27 pp. 881 – 907.

Hueso A., Cascant M (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Cuadernos Docentes en Procesos de Desarrollo*. Ed. Universitat Politècnica de Valencia.

Jauk E., Benedek M., Neubauer A (2012). Tackling creativity at its roots: Evidence for different patterns of EEG alpha activity related to convergent and divergent modes of task processing. *International Journal of Psychophysiology*, n.84 pp. 219 - 225.

Jackson, E.a. Witt, A.I. Games, H.E. Fitzgerald, A. von Eye, Y. Zhao (2012) Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior*, 28 (2) (2012), pp. 370–376

Langley P., Laird J., Rogers S (2009). Cognitive architectures: Research issues and challenges. *Cognitive Systems Research*. Vol. 10 pp. 141 – 160.

Lázzaro, Inés (2011) *Animal poético. Arte: Imaginación y Praxis. Una mirada desde el pensamiento de Cornelius Castoriadis*. *Revista Imagonautas*, Vol. 2 (1) pp. 23 -35

Levy P. (2004) *Inteligencia Colectiva*. Washington: Ed. Biblioteca Virtual en Salud.

Magnani L.(2009) *Abductive cognition the epistemological and eco-cognitive dimensions of hypothetical reasoning*. Italy. Ed. Università di Pavia.



Magnani L.(2009) Symposium on “Cognition and rationality: Part I” The rationality of scientific discovery: abductive reasoning and epistemic mediators.

Márquez, I .(2011). Metaversos y Educación, Second Life como plataforma educativa. Revista Icono, Vol. 2 n.14 pp. 151 – 166.

Martínez P. (2006). El método de estudio de caso, estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento y gestión, n.20 pp. 165 – 193.

Medina C (2008) La ciencia cognitiva y el estudio de la mente. Revista IIPSI. Vol. 11, n.1 pp. 183 – 198.

Ministerio de Salud .(1993). Resolución N°008430 de 1993. República de Colombia.

Miyake A., Friedman N., Emerson M., Witzki A., Howerter A (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology.*, Vol. 41 pp. 49 - 100

Moore D et at. (2009). Hemispheric connectivity and the visual – spatial divergent – thinking component of creativity. *Brain and Cognition* Vol. 70 pp. 267 – 272.

Montañés, P .(2009) Neuropsicología y Creatividad. Revista Avances en Psiquiatría Biológica. 10 pp. 10 – 26.

Montañés, P .(2011) Neurociencias en el arte. Bogota: Ed. Universidad Nacional de Colombia.

Montañés P., De Brigard F. (2011). Neuropsicología Clínica y Cognoscitiva. Ed. Universidad Nacional de Colombia.

Murray J. (2006). Toward a cultural theory of gaming: Digital games and the co-evolution of media, mind, and culture. *Popular Communication*, Vol. 4 n.3 pp. 185 – 202.

Newzoo (2017). 2017 Global Games Market Report. Recuperado de <https://newzoo.com/insights/rankings/top-100-countries-by-game-revenues/>

Ossa J., Puche N. (2010). Modelos bayesianos y funcionamientos inferenciales complejos. *Revista Acta Colombiana de Psicología*, Vol. 13, (2) pp. 119-128.

Oei AC., Paterrson MD. (2013). Enhancing Cognition with video games: A multiple Game Training Study. *PloS ONE*, Vol. 8 (3) pp. 1 – 16.

Parsons, T., Silva, T., Pair, J., Rizzo, A. (2008). Virtual environment for assessment of neurocognitive functioning: virtual reality cognitive performance assessment test. *Medicine Meets Virtual Reality*, 16 pp. 351 – 356.

Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*. Vol.15, n.1 pp.15-29.

Petersen, S., Posner, M. (2012). The attention system of the human brain: 20 year after. *Annu Rev Neurosci*, 35, 73 - 89. Doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150525.

Puche-Navarro, R., Combariza, E., Ossa, J.C. (2012). La naturaleza no lineal de los funcionamientos inferenciales: un estudio empírico con base en el humor gráfico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, Vol.30, n.1 pp. 27-38.

Ramírez A. (2011). Lógica de la generación de hipótesis y razonamientos visuales. *Cuadernos UFS filosofía*. Vol.9 pp. 19-32.

Razumnikova O. (2007). Creativity related cortex activity in the remote associate task. *Brain Research Bulletin, Elsevier*, 73 pp. 96 – 102.

Sanchez J., Fernandez M (2011). Arquitecturas cognitivas y cerebro: Hacia una teoría unificada de la cognición. *International Journal of Psychological Research*. Vol. 04, n.2 pp. 38 -47.

Santamaria H., Sánchez R.(2012). Creatividad y rasgos de personalidad en estudiantes universitarios: estudio transversal de asociación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, Vol. 41. (2) pp. 284 – 298.

Sarbadhikari S N., Chakrabarty K.(2001). Chaos in the brain: a short review alluding to epilepsy, depression, exercise and lateralization. *Medical Engineering y Physics*, 23 pp. 445 – 455.

Shen T., Lai J. (2013). Exploring the relationship between creative test of ATTA and the thinking of creative works. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. Vol. 112 pp. 557 - 566.

Sedeño A (2010). Videojuegos como dispositivos culturales: las competencias espaciales en educación. *Revista Científica de Educomunicación*, V. 17 n. 35 pp. 183 – 189.

Schubert T., Finke K., Redel P., Steffen K., Müller H., Strobach T., (2015). Video game experience and its influence on visual parameters: An investigation using the framework of the Theory of Visual Attention (TVA).

Slater, M., M. Usoh, A. Steed (1994) Depth of Presence in Immersive Virtual Environments, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press 3(2), 130-144.

Srinivasan, N .(2007). Cognitive neuroscience of creativity: EEG based approaches. Methods, 42 pp. 109-116.

Sternberg, R.J., y Lubart, T.I. (1991). An investment theory of creativity and its development. Human Development, Vol 34 pp. 1-31.

Tirapu, J., Luna P. (2011) Neuropsicología de las funciones ejecutivas. Manual de neuropsicología. Barcelona: Viguera.

Tirapu - Ustárriz J., Garcia - Molina A., Luna - Lario P., Roig- Rovira T., Pelegrín - Valero C(2008).Modelos de funciones y control ejecutivo.Revista de Neurologia,Vol. 46 n.11 pp. 684 - 692.

Tulián, M (2010). De lo Sublimatorio y la creatividad. Buenos Aires: Editorial Letra Viva.

Torrance, E.P. (1966). Torrance Tests of Creative Thinking. Lexington,

Volf, V., Kulikov V., Bortsov U., Popova K (2009) .Association of Verbal and Figural Creative Achievement With Polymorphism In The Human Serotonin Transporter Gene. Journal Neuroscience Letters, 463 pp. 154 – 157.

Ward T. (2007). Creative cognition as a window on creativity. Journal Methods, Vol. 42, pp. 28 – 37.

Whitlock, L., McLaughlin, A., Allaire, J (2012). Individual differences in response to cognitive training: Using a multi-modal, attentionally demanding game-based intervention for older adults. Computers in Human Behavior. 28. pp1091–1096.

Yeh C.S.-H (2015). Exploring the effects of videogame play on creativity performance and emotional responses. Computers in Human Behavior, Vol. 53 p.p 396 – 407.