

**Funciones ejecutivas en Video-jugadores: Estudio comparativo entre jugadores de distintos niveles en un MOBA y comparación con no jugadores**

**Carlos Esteban Rincón Cruz**

**Juan Daniel Aguirre López**

**Juan Felipe Henao Monsalve**

**Trabajo de grado para optar por el título de Psicólogos**

**Asesor académico**

**Juan Pablo Sánchez Escudero**

**Magister en psicología**



**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Ciencias Sociales y Humanas**

**Departamento de Psicología**

**El Carmen de Viboral**

**2018**

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar el funcionamiento ejecutivo de Video-jugadores del juego *League of legends* de la categoría *MOBA*, dividiéndolos en grupos según criterios de habilidad y tiempo de exposición, a su vez se compara el desempeño en tareas de funcionamiento ejecutivo con No jugadores; para realizar estas comparaciones se evaluaron la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio a través de las pruebas N-back, Switcher y Go no go respectivamente. Los resultados sugieren que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al funcionamiento ejecutivo entre los jugadores de este videojuego, por otra parte se muestran algunas diferencias entre Jugadores y No jugadores en los componentes de control inhibitorio y flexibilidad cognitiva; en la discusión se analizan algunos aspectos metodológicos ligados a la investigación en video-jugadores, los instrumentos utilizados en el estudio y las diferencias encontradas en algunos componentes específicos que no se presentan en la metodología, pero que aparecen asociados a las investigaciones de este tipo, como es la a la velocidad de respuesta, la velocidad de procesamiento y la doble tarea.

**Palabras clave:** Videojuegos, Funciones ejecutivas, Cognición, *League of legends*.

**Key words:** *Videogames, Executive functions, Cognition, League of legends*

## Tabla de Contenido

Resumen	2
Introducción	7
1. Planteamiento del problema	9
2. Antecedentes	20
3. Justificación	29
4. Objetivos	35
4.1. Objetivo general	35
4.2. Objetivos específicos	35
5. Marco teórico	36
5.1. El juego y su papel en el desarrollo de los procesos psicológicos	36
5.2. Funciones ejecutivas	41
5.2.1. Control inhibitorio	48
5.2.2. Memoria de trabajo.	50
5.2.3. Flexibilidad cognitiva	51
5.3. League of legends	52
5.3.1. Reseña histórica.	52
5.3.2. Generalidades del juego.	53
5.3.3. Posición en el juego.	57
5.3.4. Características de los campeones.	58
5.3.5. Objetos y habilidades.	59
5.3.6. Maestrías y runas	59
5.3.7. Dinero	60
5.4. Análisis de tareas	60
5.4.1. Habilidades básicas	60
5.4.2. Habilidades avanzadas	69
5.4.3. Análisis global del juego	72
6. Diseño metodológico	76
6.1. Tipo de investigación	76
6.2. Nivel de investigación	76

6.3. Diseño específico	76
6.4. Tipo de muestra	77
6.5. Procedimiento	77
6.6. Criterios de exclusión	77
6.7. Instrumentos	78
6.7.1. El test go-nogo.	78
6.7.2. Switcher	80
6.7.3. Paradigma N-back	81
6.8. Consideraciones éticas	83
6.9. Plan de análisis	83
7. Resultados	85
7.1. Descriptivos	85
7.2. Comparación entre Jugadores por proficiencia	86
7.3. Comparación entre Jugadores por Nivel	89
7.4. Comparación entre Jugadores y No jugadores.	92
7.5. Plots descriptivos	93
8. Discusión	97
8.1. Comparación inter cuartiles del grupo de Jugadores	97
8.2. Comparación entre Jugadores y No jugadores	98
8.2.1. Control inhibitorio	98
8.2.2. Memoria de trabajo	99
8.2.3. Flexibilidad cognitiva	101
8.3. Conclusión	105
8.4. Limitaciones y consideraciones	106
Referencias	109
Anexos	117

## Lista de tablas

Tabla 1. Descriptivos .....	85
Tabla 2. Test de normalidad .....	86
Tabla 3. Descriptivos de grupos por proficiencia .....	87
Tabla 4. Normalidad de grupos por proficiencia .....	88
Tabla 5. Analisis Post hoc de grupos por proficiencia.....	88
Tabla 6. Descriptivos de grupos por nivel .....	89
Tabla 7. Normalidad de grupos por nivel .....	90
Tabla 8. Analisis Post hoc de grupos por nivel.....	91
Tabla 9. Comparacion entre Jugadores y No jugadores .....	92

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Modelo de funciones ejecutivas.....	48
<i>Figura 2.</i> Mini mapa.....	54
<i>Figura 3.</i> Fuente.....	55
<i>Figura 4.</i> Nexos .....	55
<i>Figura 5.</i> Inhibidores .....	56
<i>Figura 6.</i> Torretas .....	56
<i>Figura 7.</i> Jungla.....	57
<i>Figura 8.</i> Farmeo .....	61
<i>Figura 9.</i> Tienda de objetos.....	63
<i>Figura 10.</i> Alertas.....	64
<i>Figura 11.</i> Alerta de peligro .....	65
<i>Figura 12.</i> Alerta de voy en camino .....	65
<i>Figura 13.</i> Alerta de ayuda.....	66
<i>Figura 14.</i> Batalla en equipo .....	68
<i>Figura 15.</i> Análisis de batalla en equipo .....	69
<i>Figura 16.</i> Visión en el mini mapa.....	70
<i>Figura 17.</i> Visión de los enemigos en el mini mapa .....	71
<i>Figura 18.</i> Gráficos de aciertos y errores go no-go.....	93
<i>Figura 19.</i> Gráfico de tiempo de respuesta go no-go .....	94
<i>Figura 20.</i> Gráfico de tiempo de respuesta 1-back.....	94
<i>Figura 21.</i> Tiempo de respuesta 2 y 3-back en Jugadores y No jugadores. ....	95
<i>Figura 22.</i> Graficos de errores 1 y 3 Switcher. ....	96

## Introducción

El uso de videojuegos es una práctica altamente extendida en la sociedad actual, su rápida evolución y aceptación ha despertado gran interés en la investigación actual, centrándose esta en los efectos positivos o negativos que pueda traer consigo el uso de los videojuegos tanto en los individuos como en la sociedad general.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar el desempeño en funciones ejecutivas en jugadores de *League of Legends* según su habilidad en el juego y con el desempeño en funciones ejecutivas de No jugadores. Este trabajo pretende aportar a la discusión sobre los efectos de los videojuegos en la cognición, un tema que ha generado debate durante los últimos años. Adicionalmente, la información contenida en el trabajo puede contribuir con elementos metodológicos que mejorarán las condiciones de futuros estudios, dado que se han observado numerosos vacíos metodológicos que dificultan el control de variables; asuntos como el tiempo de exposición (tanto semanal como total), el tipo de videojuego, el criterio para definir qué es un video-jugador, los aspectos del videojuego que podrían generar esas mejoras, entre otras, dificultan las investigaciones y comprometen las conclusiones de las mismas, ya que no es posible saber con certeza hasta qué punto las diferencias son atribuibles a los videojuegos.

Se eligió la categoría *Multiplayer Oline Battle Arena* (MOBAs) y en específico el juego *League of Legends* (LOL) principalmente por tres motivos: 1) no se encontró durante la revisión estudios que evaluaran desempeño cognitivo relacionado con los MOBA's, aun cuando los juegos de esta categoría son altamente competitivos, 2) LOL es un videojuego bastante popular y cuenta con millones de jugadores alrededor del mundo, lo que facilitaría el acceso a muestra y 3) una de las características del juego es que tiene registro de las estadísticas globales de cada jugador, en ese sentido, es posible acceder al total de horas invertidas por cada persona desde que

jugó su primera partida hasta la actualidad, por lo que brinda esa posibilidad de control, ausente en estudios previos.

En total 138 personas hicieron parte de este estudio: 109 jugadores de LOL que estaban *rankeados* en el juego y 29 sujetos No jugadores, el grupo de jugadores fue dividido en cuartiles teniendo en cuenta tres medidas: 1) horas jugadas en total, 2) nivel alcanzado en el juego y 3) proficiencia en el juego. Todos los participantes fueron evaluados en tres tareas de funcionamiento ejecutivo, siguiendo el modelo de Diamond (2013): Go no Go para control inhibitorio, N-Back para memoria de trabajo y Switcher para flexibilidad cognitiva; las tres pruebas fueron presentadas mediante el programa PEBL 2.0.

Las medidas por cuartiles del grupo de jugadores, fueron comparadas a través de la prueba Kruskal-Wallis, los resultados obtenidos indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los jugadores en la mayoría de las variables de las pruebas, solo se encontró una diferencia con un tamaño de efecto bajo en un componente de flexibilidad cognitiva. La comparación entre jugadores y No jugadores se realizó con la prueba U de Mann-Whitney, con la cual se encontró diferencias estadísticamente significativas en control inhibitorio y un componente de flexibilidad cognitiva, los tamaños de efecto de estas diferencias son de moderados a altos, lo que sugiere que estas diferencias sí podrían estar relacionadas con el uso de videojuegos.

Los resultados dejan entrever una relación entre jugar LOL y una ventaja en funcionamiento ejecutivo respecto a personas que no son jugadoras habituales de videojuegos, sin embargo, queda la discusión sobre si estas ventajas son causa o efecto, es decir, si jugar videojuegos en realidad mejora estas funciones o si un mayor nivel de funcionamiento ejecutivo (asociado a la inteligencia) aumenta el interés en este tipo de actividades.



## 1. Planteamiento del problema

La industria de los videojuegos ha mostrado un crecimiento acelerado en los últimos años, dejando de ser el entretenimiento de pocos a ser un fenómeno mundial y una industria que mueve millones de dólares al año. Según el diario El Economista de España en un artículo publicado el 12 de abril de 2016, la industria de los deportes online (una forma muy popular de videojuegos) tenía a la fecha un valor de 263 millones de euros y una proyección de crecimiento del 14% anual solo en Europa. Como si estas cifras fueran insignificantes, un informe entregado por Newzoo en 2016, recogido por la asociación española de videojuegos (AEVI) señala que el mercado global en esta industria ascendió a los 99.600 millones de dólares, mostrando un incremento de 8.5% con respecto al 2015 y se estima que podría llegar a la cifra de 106.500 millones de dólares al finalizar el 2017. Esto habla del crecimiento acelerado que presenta esta industria y de la importancia que está adquiriendo en términos económicos y poblacionales.

Sólo en Latinoamérica, según datos de AEVI, el crecimiento fue del 20.1%, generando ganancias de 4.100 millones de dólares y según datos del portal especializado *Superdata* (2017), gran parte de este crecimiento se debió a los *Massive Multiplayer Online games* (MMOs), categoría que enmarca juegos desde *shooters online* hasta los *Multiplayer Online Battle Arena* (MOBAs), que reportaron ganancias cercanas a los 1100 millones de dólares entre juegos gratis y juegos con pago. Además, según el mismo portal, este tipo de juegos generaron alrededor del mundo la impresionante cifra de 19.800 millones de dólares, esto es, el 20% del total de las ganancias mundiales en la industria de los videojuegos. Llaman especial atención estas cifras, considerando que este, un sector relativamente reciente dentro del mercado, está generando

amplias ganancias a los desarrolladores y más importante aún, está masificándose cada vez más, aumentando considerablemente la cantidad de jugadores.

Sumado a lo anterior, los videojuegos también se están utilizando como un medio de competencia deportiva que genera grandes ganancias tanto a las compañías desarrolladoras, como a los jugadores profesionales (El Economista, 2016). Como ejemplos de la magnitud de estas competiciones tenemos *The International Dota 2 Championship*, el *Call of Duty Championship* y el *League of Legends World Championships*. Competencias que en 2014 repartieron premios por cifras cercanas a los 14 millones de dólares entre sus participantes, siendo *Dota 2* el juego que más premios repartió con un total de 11 millones según el portal Vix (2015). Por su parte la prestigiosa cadena deportiva ESPN anunció en 2016 la creación de un portal web dedicado exclusivamente a cubrir competencias de este tipo, además ha cubierto numerosos torneos en los últimos años (El comercio, 2016).

Sin embargo, el uso de los videojuegos no se limita al entretenimiento, ya que con frecuencia estos son utilizados como una forma de acercamiento a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) o como un método que favorece la educación y la interacción social (Belli y López, 2008).

Como consecuencia de su uso para crear un acercamiento a las TIC, se ha hecho necesaria la investigación en este campo, pues es preciso establecer el impacto real que tienen los videojuegos en ámbitos como la educación; en este sentido han surgido numerosos estudios que intentan responder a esta inquietud. En un proyecto realizado por la universidad de Caldas por Londoño y Castañeda, (2013), se indagó por los atributos técnicos y pedagógicos que poseen los videojuegos, tras la implementación de un trabajo de apropiación de las TICS en bibliotecas, basado en un entorno de videojuegos, las conclusiones a las que llegaron los autores es que la

implementación de las TIC permite el desarrollo de habilidades técnicas, la representación espacial y el reconocimiento de codificaciones icónicas; de igual forma permiten el desarrollo de sinergias sociales de mutuo aprendizaje dando como resultado una mejor cooperación entre individuos que comparten la experiencia. Por lo tanto, se piensa que los videojuegos son recursos potenciales para la educación.

De igual forma, existen numerosos estudios que intentan analizar estos resultados, y algunos autores señalan con certeza que hay efectos positivos sobre el aprendizaje, a través de la utilización de TICS y en concreto de los videojuegos como una herramienta que posibilita esta interacción, tal como señala Prensky (citado en Castillo, Herrero, García, Checa, Monjelat , 2012) que plantea que los videojuegos podrían ser la herramienta con mayor potencial educativo; señalando la posibilidad de ajustar los contenidos al objetivo de aprendizaje, además del potencial educativo de los videojuegos en sí mismos, con sus reglas e interacciones independientemente del contenido.

La posibilidad de ajustar los contenidos permite aprendizajes generalizados sobre información del mundo real, además de las habilidades que se desarrollan. Como ejemplo de esto tenemos el trabajo de Castillo, et al (2012) que utilizaron los videojuegos deportivos para el desarrollo de habilidades cognitivas en dos vías, la información de identidades y el manejo de normas.

Pese a la evidencia de las bondades que los videojuegos podrían tener en la educación y el acercamiento a TIC el gobierno nacional, a través de su ministerio (MinTic, 2017) poco hace en esta materia y sólo se limita a la dotación de escuelas con equipos de cómputo y tablets cuyo potencial no es aprovechado y con frecuencia terminan inutilizadas. Un ejemplo de esto se puede encontrar en la misma página web del ministerio, en donde se describe, entre muchos casos

similares, la iniciativa “Aprovechamiento de las TIC para mejorar la calidad educativa”, cuyos objetivos incluyen la capacitación a docentes sobre el uso y aprovechamiento de las TIC, sin embargo, observamos en la práctica proyectos como “Tecnología fortalece la educación y elimina barreras en Cartagena” que se limitó a la entrega de 280 computadores en un barrio de la ciudad; es más, si se revisan en profundidad los proyectos desarrollados en esta materia encontramos que la mayoría son dotaciones sin capacitación, por ejemplo: “Más de 550 tabletas y un punto Vive Digital impulsarán el desarrollo de las TIC en Palmira”, “Gobierno entregará 2.330 "Tabletas para Educar" en Leticia” y MinTIC entrega 1830 Tabletas para Educar a escuelas y colegios oficiales de Manizales” (tomado de la página de MinTic, 2017).

El creciente uso de las TIC y el uso cada vez más frecuente de videojuegos no solo ha generado interés en los espacios académicos por sus bondades en el ámbito educativo, también han creado preocupación debido a la temprana exposición a estas actividades que pueden tener los niños y las implicaciones que esto podría tener en su desarrollo. Las primeras investigaciones en este campo surgen de la inquietud sobre las consecuencias conductuales que estos puedan llegar a tener en los jugadores, especialmente preocupa su relación con conductas violentas y la impulsividad. Bailey, West y Kuffel (2013), por ejemplo, encontraron relación entre el número de horas a la semana que pasaban jugando videojuegos y la aparición de conductas impulsivas y toma de decisiones arriesgadas en una muestra de 179 estudiantes, además encontraron que solo los jugadores de *Shooters first person* (FPS) eran los que presentaban correlación positiva entre el número de horas y las conductas impulsivas, mientras que los jugadores de juegos de estrategia presentaron una correlación negativa, es decir, que regulaban mejor su acción.

En la actualidad existen dos posturas fuertes que hablan sobre los efectos de las TIC incluyendo los videojuegos, la primera de estas posturas señala los riesgos que acarrea el uso

excesivo de estas tecnologías a edades muy tempranas, entre estos riesgos la adicción supone una de las mayores preocupaciones, debido a que conlleva a que se generen inconvenientes en el desarrollo social, problemas de atención, problemas en la visión, trastornos del sueño, agresividad y problemas de salud debido a la adquisición de hábitos poco saludables, como el sedentarismo; además esta postura plantea que si se le priva al niño del juego tradicional y las relaciones sociales o con otros menores no se dará un óptimo desarrollo. La segunda postura hace referencia a las bondades y sobre todo a la potencialidad de estas herramientas, no se defiende directamente sus efectos positivos a falta de una base científica sólida; sin embargo, se apela a su potencial educativo resaltando su uso para que los niños mejoren su comprensión, creatividad, capacidad de memoria, motivación para aprender, desarrollo de competencias digitales y aprendizaje autónomo (Nogueira y Ceinos, 2015; Tejeiro, Pelegrina y Gómez, 2009).

Respecto a los aspectos cognitivos que se han visto implicados en las investigaciones, los hallazgos no apuntan en una sola dirección, un número amplio de estudios ha intentado dar luces acerca de los efectos del uso de videojuegos sobre la atención, encontrando en ocasiones mejoras o disminución de esta habilidad, incluso algunos estudios simplemente no han encontrado evidencias, sin embargo hay hallazgos consistentes que apuntan a una mejoría en el campo viso espacial, la rotación de imágenes, velocidad de reacción y funciones ejecutivas (Buelow, Okdie y Cooper, 2015).

Es necesario entonces resaltar que, si bien hay elementos en las funciones ejecutivas que mejoran en el curso del desarrollo, las funciones ejecutivas son procesos que implican cambios con respecto a otras variables tal es el caso de su relación con la inteligencia. Se cree que las funciones ejecutivas se pueden entrenar o mejorar con distintos objetivos (Ramírez, et al. 2015) o simplemente se ven afectadas con la realización de ciertas actividades o tareas, por ejemplo, el

uso de videojuegos, tal como sugieren recientes investigaciones, entre ellas un estudio realizado por Strobach, Frensch y Schubert (2012), quienes hallaron que los video-jugadores expertos en juegos de acción presentaron mejores tiempos de respuesta que los No jugadores en tareas de control ejecutivo.

Por su parte, Boot, Kramer, Simons, Fabiani y Gratton (2008) analizaron los desempeños en tareas de memoria de trabajo, cambio de tarea, velocidad de reacción y otra serie de habilidades de video-jugadores con respecto a los No jugadores; sin embargo, en su investigación consideran a jugadores de juegos de acción, jugadores de estrategia en tiempo real y jugadores de *tetris* como una misma categoría, esto no permite diferenciar si hay diferencias entre jugadores de diferentes tipos de juegos. Entre tanto, Green, Sugarman, Medford, Klobusicky y Bavelier (2012) sí hicieron esta distinción; en su estudio tomaron un grupo de video-jugadores de juegos de acción (AVGP) y otro de jugadores de otros juegos y No jugadores (ANVGP) analizando su desempeño en actividades de doble tarea. Cabe mencionar que ambos estudios se basaron en cuestionarios de auto reporte para elegir a sus participantes y consideraron los videojuegos de acción como una categoría muy amplia, que iba desde *shooters* en primera persona (FPS, por sus siglas en inglés) hasta juegos de mundo abierto, aventura o *shooter* en tercera persona.

Haciendo un análisis de lo presentado por estos estudios, podemos ver que básicamente se evalúan habilidades que podrían enmarcarse en el funcionamiento ejecutivo, y aunque comienza a haber claridad en el tema, es necesario avanzar en investigaciones que traten de establecer esta relación entre las funciones ejecutivas y los videojuegos, pero estos estudios deben tratar de controlar la mayor cantidad de variables que puedan influir, pues las constantes contradicciones que se observan en esta línea de investigación obedecen a una falta de control

sobre aspectos como el tipo de juego, el tiempo de uso y la forma de entender las funciones ejecutivas. Pues como hemos visto, la forma laxa en la que se categorizan los juegos (Boot, et al., 2008; Amladi, Andrist, Ducommun y Leabo 2014; Buelow, et al. 2015; Unsworth, et al. 2015; Quiroga, et al., 2009; Drummond y Sauer, 2014), los dudosos criterios de selección que en algunos casos parecen arbitrarios y subjetivos (Buelow, et al. 2015; Boot, et al., 2008; Green, et al., 2012; Drummond y Sauer, 2014), que en la mayoría de los casos consiste en instrumentos de auto reporte, y la amplia gama de funciones relacionadas en dichos estudios hacen que los resultados más que concluyentes sean tentativos y confusos.

Pese a lo anterior, un hecho significativo es la especial atención que están recibiendo las funciones ejecutivas en la reciente investigación en este campo, sin embargo, los estudios siguen padeciendo los mismos problemas anteriormente mencionados, que en gran medida surgen debido a una pobre conceptualización de las funciones ejecutivas.

Teniendo en cuenta la importancia de una adecuada definición de las funciones ejecutivas se toman como referencia los estudios y delimitaciones hechos por Diamond (2013), que en su modelo de funciones ejecutivas propone un sistema en dos niveles, en el que la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control de la inhibición trabajan juntas para desarrollar unas funciones de orden superior como el razonamiento, la planificación y la resolución de problemas; esto permite una mirada en la que podemos analizar las funciones ejecutivas a partir del producto de estas (las funciones de orden superior), pero con análisis detallados de las funciones de base. Además, esta autora sostiene que las funciones ejecutivas se entrenan en razón de su uso, es decir, que a medida que las tareas se complejizan y se requieren más recursos para solucionarlas, más beneficios se van a ver en estas funciones.

Así mismo es necesario delimitar el tipo o los tipos de videojuegos, usados para las investigaciones. En este sentido, si se quieren estudiar las funciones ejecutivas es preciso plantear investigaciones en videojuegos que nos permitan hacer estos análisis, es decir, juegos que desde su composición y objetivos nos exijan solución de tareas complejas, razonamiento y planificación y que para estos fines entren en juego procesos subyacentes claramente identificables.

Los videojuegos usados en este campo de investigación responden de cierto modo a este objetivo, es decir, que permitirían hacer análisis detallados tanto de procesos de orden superior, como de los procesos subyacentes; sin embargo, no es claro el nivel ni la forma en que las funciones ejecutivas son utilizadas en tales juegos, es decir, que las investigaciones realizadas carecen de un sistema que permita identificar detalladamente los procesos utilizados en los juegos a evaluar (Boot, et al., 2008; Amladi, et al., 2014; Buelow, et al. 2015; Unsworth, et al. 2015; Quiroga, et al., 2009; Drummond y Sauer, 2014, Green, et al., 2012.). Esta es una clara limitación, pues es claro que los videojuegos reúnen ciertas características que los enmarcarían como una tarea cognitiva bien estructurada; entre ellas una meta que alcanzar, unos pasos previos, objetivos de corto, mediano y largo plazo, etc. Por lo tanto, es necesario identificar lo más detalladamente posible tales procesos. Uno de los videojuegos que se ajusta a estas características es *League of Legends* (LOL), un juego que se enmarca dentro de la categoría MOBA (multiplayer online battle arena) y que al 2012 tenía un estimado de 70 millones de jugadores, además de contar con un torneo mundial anual que reparte millones de dólares en premios y cuyos participantes son reconocidos como deportistas de élite por diferentes organizaciones (Kokkinakis, Lin, Pavlas y Wade. 2015).



Los MOBA son juegos de estrategia en tiempo real RTS, en donde dos equipos compuestos por un número determinado de personas se enfrentan en una arena para conseguir objetivos específicos, cada jugador controla un único personaje a diferencia de los antiguos RTS donde el jugador controlaba diferentes personajes. En el caso de LOL cada equipo está compuesto por cinco integrantes, los equipos inician en lados opuestos de la arena y su objetivo es destruir una serie de estructuras y abrirse paso hasta una última estructura llamada *nexo*, el juego termina cuando uno de los equipos logra destruir el *nexo* enemigo, sin embargo, para conseguir esto los jugadores deberán perseguir múltiples objetivos que implican diferentes estrategias. El tiempo de duración de cada partida puede llegar a ser mayor a los 60 minutos, esto dependerá de cómo se desarrolle el juego, el tiempo mínimo estimado de cada partida es de 20 minutos; sin embargo, en ocasiones puede llegar a durar un poco menos que esto.

Estas características permiten que los jugadores tengan infinidad de posibilidades de acción y que se pongan en juego grandes recursos cognitivos para alcanzar los objetivos, pues al ser un juego de estrategia en tiempo real implica la solución de problemas que se pueden ir presentando a lo largo de la partida, problemas que no siempre son los mismos, es más, rara vez se presenta una situación similar durante el juego; lo cual le exige al jugador que esté constantemente prestando atención, que controle impulsos, por supuesto que utilice su memoria de trabajo, procesos que hacen parte de las funciones ejecutivas; esto permite que sea viable estudiarlas mediante este juego. A pesar de que este es un campo de estudio en auge, las investigaciones suelen centrarse en videojuegos de acción como los *shooter* (FPS's) y los RTS's y muy pocas investigaciones se han realizado en MOBAs (Kokkinakis, et al. 2015), lo cual abre la posibilidad de ampliar este campo y aportar a la discusión actual sobre los efectos de los videojuegos en la cognición de sus usuarios.

Una ventaja significativa que trae el estudio en MOBAs y en especial con jugadores del *League of Legends* es que los jugadores por lo general pasan mucho tiempo en el mismo, tiempo que es contabilizado en la cuenta del usuario, lo que permite establecer los tiempos de exposición y ver su relación con aspectos como su nivel en el juego y su desempeño en funciones ejecutivas; otra ventaja de la investigación en este tipo de juegos es que al ser una plataforma competitiva cada partida representa una situación novedosa y compleja, lo cual evita que se alcance el objetivo fácilmente en razón del aprendizaje de ciertos movimientos, pues no basta solo con aprender unos cuantos comandos, sino que es necesario saber actuar de manera acertada en cada situación.

Sumado a lo anterior, el juego está estructurado de tal manera que se persiguen objetivos finales (que se podrían considerar como objetivos de largo plazo) que exigen planificar una estrategia que se verá obligada a cambiar sobre la marcha a partir de las situaciones que se van planteando en el mismo juego, lo que exige flexibilidad cognitiva y otra serie de funciones. Esto quiere decir que el juego permite evaluar las funciones ejecutivas desde su procesamiento básico (flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo y control de la inhibición) en función de unos procesos de orden superior que estarían encargados de cumplir con el objetivo final del juego (planificación, razonamiento, resolución de problemas).

Esto último muestra a LOL como un espacio propicio para el entrenamiento de las funciones ejecutivas; ya que representa una tarea complicada y novedosa cada vez que se juega una partida y al ser competitivo hace que se pase mucho tiempo en el juego, lo que, según lo planteado por Diamond (2013), resultaría en un mejoramiento progresivo de las funciones ejecutivas a medida que se suman horas de práctica, por lo cual, cabría planearse la posibilidad

de que existan diferencias entre los mismos jugadores de LOL y de estos con respecto a los que no juegan en cuanto a su funcionamiento ejecutivo.

Es por eso que LOL constituye una ventaja metodológica al permitir contabilizarlas horas de juego y tener un ranking, lo que posibilitaría tener más control sobre esas variables extrañas que los estudios anteriores no controlan o controlan pobremente y de esta manera tener un criterio objetivo de exposición y nivel de desempeño en el juego. Esto propiciaría un mayor alcance de los resultados de la investigación.

En resumen, *League of Legends* cuenta con las características que lo convierten en un juego apropiado para la investigación en funciones ejecutivas, pues sus características internas (objetivos, jugabilidad y situaciones novedosas), sumadas a sus características externas (conteo de tiempo, ranking y capacidad para “enganchar jugadores”) propician un lugar ideal para el entrenamiento y evaluación de estas funciones. Es por lo anterior que en esta investigación nos preguntamos sobre: ¿Cuáles son las diferencias y semejanzas en el desempeño de funciones ejecutivas de los jugadores de un MOBA según su proficiencia en el juego y en comparación con No jugadores?

## 2. Antecedentes

Con el auge que han tenido los videojuegos en los últimos años surgió un campo de investigación que intentaba clarificar los efectos que tiene su uso sobre los sujetos; inicialmente, la preocupación se centró en los efectos que tenían sobre la conducta, señalando que tal vez podrían presentarse problemas asociados a comportamiento impulsivo debido su posible contenido violento (Bailey, West y Kuffel. 2013). Además de asociarse con otros riesgos para sus usuarios como el comportamiento aislado y la posibilidad de generar adicción (Belli y López, (2008); autores como Nogueira y Ceinos, (2015) y Tejeiro, et al, (2009) sostienen que el riesgo que supone la adicción a los videojuegos va más allá del simple uso excesivo y que puede desencadenar problemas más profundos como el sedentarismo y problemas físicos asociados, disminución de las capacidades visuales y trastornos del sueño. Finalmente, hablan de los posibles efectos en atención, memoria y percepción.

Es sobre esto último que se han volcado los esfuerzos investigativos recientes; en este sentido han surgido numerosos estudios que arrojan diversos tipos de resultados, que van desde las mejoras significativas (Buelow et al, (2015); Baniqued et al, (2014) hasta los efectos negativos (Chan y Rabinowitz, (2006); Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, (2010). Algunos simplemente no encuentran relación (Unsworth et al., 2015). Tal vez estas discrepancias se deban a las diferentes formas que tienen los investigadores para acercarse al fenómeno, aspecto que tal vez sea determinante, como se verá a continuación. Esos resultados dependen en gran medida del método que se utiliza tanto para la selección como en la evaluación e interpretación

de los resultados de los estudios. Variables como el tipo de videojuego utilizado o el tiempo de exposición (en el caso de los diseños experimentales) han mostrado por sí solos ciertos resultados que podrían interpretarse a la ligera a falta de rigor metodológico.

Uno de los interrogantes que se busca resolver en este campo es si los videojuegos requieren inteligencia general para alcanzar mejor los objetivos, para resolver esta pregunta Quiroga, et al. (2009) tomaron a 27 personas que no tenían experiencia en videojuegos, los evaluaron en componentes como razonamiento espacial, razonamiento numérico y memoria a corto plazo con las siguientes tareas: Test de figuras macizas (Yela, 1968), para razonamiento espacial; DAT-5-Test de habilidades diferenciales (Bennet, Seashore, & Wesman, 1990) para razonamiento numérico y tres subpruebas de la batería COG-LAB-UAM Battery (Shih, Privado, & Colom, 2008) para memoria de trabajo; después fueron sometidos a 10 sesiones de práctica en un juego llamado Big Brain Academy de la consola Nintendo Wii; al analizar las correlaciones entre el desempeño en los juegos y sus puntuaciones en las medidas de inteligencia, los investigadores encontraron correlaciones estadísticamente significativas pero ninguna de ellas se podía considerar una correlación fuerte, es decir, que la relación entre estas actividades es baja, y a medida que avanzaban las sesiones de juego la correlación entre el desempeño en las tareas y en los juegos disminuía progresivamente, en los juegos *Calculus* ( $r = -0.520$ ,  $p < 0.01$ ) y *Backward Memory* ( $r = 0.341$   $p > 0.05$ ) por otro lado, en lo que respecta al juego *Train* la correlación aumentó progresivamente a medida que avanzaban las sesiones ( $r = 0.673$ ,  $p < 0.01$ ) y este aumento fue considerable respecto a la primera sesión ( $r = 0.494$ ,  $p < 0.01$ ) lo que sugiere que algunos juegos sí podrían simular algunas habilidades cognitivas, lo cual, según los autores repercute en el mejoramiento de estas y su posible transferencia a la vida cotidiana; sin embargo, es posible hacer una crítica al diseño de este estudio, pues un videojuego que promete entrenar

las habilidades cognitivas no es precisamente la mejor herramienta para responder a la pregunta sobre su posible contribución a la cognición, puesto que el juego, en teoría, tiene características que podrían favorecer resultados positivos, sesgando un poco las conclusiones, pues podrían extrapolarse conclusiones con base en resultados positivos de un juego precisamente “diseñado” para ello a cualquier clase de videojuego, como en efecto se hizo.

Por otro lado, Unsworth, et al. (2015) pretendían indagar si existía una relación entre el uso de videojuegos y diferentes habilidades cognitivas como la memoria de trabajo, la inteligencia fluida y el control atencional; para ello realizaron dos experimentos en los que comparaban jugadores y No jugadores. El primero de ellos presentó un diseño de casos extremos en el que los participantes debían llenar un cuestionario que los ubicara en uno de los dos grupos: jugadores o No jugadores; seguidamente realizaron una serie de pruebas de las que se hicieron dos análisis: un análisis del desempeño de los dos grupos en el que encontraron que los videojugadores se desempeñaron mejor en las tareas que los no video-jugadores, específicamente en tareas de memoria de trabajo como *Symmetry Span* (videojugadores  $M=33.29$   $SD=5.44$ ; no video-jugadores  $M=27.03$   $SD=6.64$ ;  $t(46)= 3.41$ ,  $p < 0.05$ ,  $d= 1.05$ ) y un análisis de correlación entre el desempeño en las tareas y la experiencia en videojuegos (medida en horas por semana); en el que de 72 correlaciones realizadas solo 9 resultaron significativas, ninguna mayor a 0.22 ( $r = 0.22$ ,  $p < 0.05$ ). En el segundo estudio pretendían corregir las fallas del anterior, para lo cual ampliaron la muestra y centraron su análisis en la correlación, de nuevo con el mismo criterio (horas jugadas por semana) y se incluyeron más pruebas obteniendo los mismos resultados, de las 80 correlaciones hechas entre el desempeño entre los diferentes tipos de videojuegos (*shooter*, *strategy*, *role-playing* y *sports-action*) y las medidas de las 20 tareas usadas para evaluar las tres habilidades estudiadas solo 4 obtuvieron valores significativos, ninguna

correlación por encima de 0.13 ( $r=0.13$ ,  $p<0.05$ ) lo que indica una relación débil o inexistente entre el uso de videojuegos y las habilidades cognitivas evaluadas. Sin embargo, este estudio presenta numerosas limitaciones metodológicas, algunas admitidas por los investigadores, otras no; en primer lugar, se admite que el auto reporte tal vez no sea la mejor manera de discriminar la muestra, pues, según los autores, al ser un instrumento de tipo categorial (el utilizado por ellos) es posible que no discriminara de manera fiable la muestra, creando grupos no muy diferentes en la práctica; sumado a lo anterior, el criterio de horas por semana puede ser un factor determinante en los resultados finales de ambos experimentos, puesto que no deja de ser una valoración poco objetiva (pues también se basa en auto reporte) y nada fiel respecto a lo que podría considerarse “experiencia con videojuegos” y esto es debido a que las personas no suelen llevar un control preciso de cuánto tiempo invierte en una actividad, por lo que las respuestas suelen ser tentativas y a veces sobreestimadas o subestimadas, esto hace que como criterio de discriminación sea poco aportante, por lo que es necesario mejorar los criterios de evaluación y comparación.

Hasta este punto se podría afirmar que la relación entre los videojuegos y la cognición es poco significativa, sin embargo, son notables las dificultades metodológicas que presentan algunos de estos estudios, dificultades que podrían afectar los resultados de la investigación. Esto puede verse en la investigación realizada por Blacker, Curby, Klobusicky y Chein. (2014), quienes utilizaron el paradigma de entrenamiento para intentar establecer si el uso de videojuegos de acción podría ser una herramienta útil para el mejoramiento de la memoria de trabajo; dicho paradigma se basa en la aplicación de sesiones de entrenamiento en distintos juegos para luego observar si hay cambios tras las sesiones; su estudio consistió en entrenar a dos grupos de personas en dos tipos de videojuegos diferentes: videojuegos de acción y videojuegos

juegos de simulación (grupo control); los grupos fueron distribuidos al azar y la distribución dio como resultado dos grupos bastante homogéneos en cuanto a edad, experiencia en videojuegos y puntuación en inteligencia fluida. Los grupos fueron sometidos a 30 horas de entrenamiento en sus respectivos juegos y se tomó una medida objetiva del desempeño en el mismo después del entrenamiento, en el grupo de acción se hizo a través de una misión del juego que actuaba como un desafío y ofrecía estadísticas de desempeño y en el grupo control a través de la puntuación total.

Los análisis mostraron que la mayoría de los jugadores del grupo de acción mostraron mejor desempeño tras las horas de entrenamiento en las diferentes tareas; en la prueba de detección de cambio los participantes del grupo de acción reportaron mejor desempeño en tasa de aciertos, ( $F(2, 27) = 28.48, p < .001, \eta^2 = .50$ ) y en tiempo, ( $F(1, 28) = 6.31, p < .05, \eta^2 = .18$ ), respecto al grupo control, además mostraron mejores resultados respecto a sí mismos en la prueba post,  $t(14) = 3.42, p < .01$ , contrario a los resultados obtenidos por el grupo control,  $t(14) = .17, p = .87$ ; respecto a la prueba de rueda de color los resultados fueron similares, mostrando mejor desempeño del grupo de acción medido como porcentaje de error,  $F(2, 28) = 378.49, p < .001, \eta^2 = .93$ , respecto al grupo control,  $F(1, 29) = 1.28, p = .27, \eta^2 = .04$ , lo que sugiere que el uso de este tipo de videojuegos (en este caso, videojuegos de acción) sí podría representar mejoras en la cognición, específicamente en memoria de trabajo.

Estudios como el anterior ponen de manifiesto la necesidad de ser rigurosos con las metodologías utilizadas, ya que la falta de control puede afectar significativamente el resultado de un estudio; además incluye un elemento interesante a la discusión y es la medida objetiva del desempeño de los jugadores en determinado juego, de esta manera se pueden realizar cálculos



más precisos de la verdadera relación entre el juego y las capacidades medidas, algo que no era muy claro en el estudio de Unsworth et al. (2015).

Ahora bien, podría señalarse que los estudios que presentan diferencias significativas son los que utilizan diseños experimentales, sin embargo, Colzato, van den Wildenberg, Zmigrod & Hommel (2013) encontraron que los video-jugadores poseían un mejor desempeño en las tareas de control cognitivo y memoria de trabajo usando un diseño *exposfacto* en el que evaluaron a video-jugadores y no video-jugadores (nuevamente seleccionados mediante auto reporte) en tareas de control de inhibición y memoria de trabajo. Si bien ya se han señalado las dificultades metodológicas que supone este método de selección de grupos, en este estudio se tuvo en cuenta un criterio adicional, solo participaron sujetos que afirmaban jugar únicamente FPSs, lo que representa un control extra, pues en este caso sí podrían atribuirse los resultados al videojuego, teniendo claros aspectos de jugabilidad que podrían estar asociados. Los resultados mostraron que los video-jugadores se desempeñaron mejor que los No jugadores en estas tareas, especialmente encontraron que los primeros superaban a los segundos en tiempos de respuesta, por ejemplo, en la tarea *stop-signal* los video-jugadores (421ms) respondieron significativamente más rápido que los no video-jugadores (489ms), ( $F(1,50) = 4.49$ ,  $p < 0.05$ ,  $MSE = 2,983.065$ ,  $\eta^2p = 0.08$ ), lo cual indicaría una relación entre el uso de videojuegos y la velocidad de procesamiento. Por otro lado, en la tarea N-Back, los video-jugadores mostraron no solo ser más rápidos que los No jugadores (467 vs. 528 ms), ( $F(1,48) = 11.52$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 8,271.63$ ,  $\eta^2p = 0.19$ ) y tener mejor tasa de aciertos (91.2 vs. 85.3%), ( $F(1,48) = 13.68$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 0.006$ ,  $\eta^2p = 0.22$ ), también mostraron más aciertos en cadena (36.3 vs. 33.8%), ( $F(1,48) = 8.35$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 0.002$ ,  $\eta^2p = 0.15$ ), y menos rechazos correctos (55.8 vs. 52.3%), ( $F(1,48) = 9.23$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 0.003$ ,  $\eta^2p = 0.16$ ), pero menos falsas alarmas (4.3 vs. 7.9%), ( $F(1,48) = 10.07$ ,  $p$

< 0.01, MSE = 0.003,  $\eta^2_p = 0.17$ ), y estímulos perdidos que los No jugadores (4.7 vs. 7.3%), ( $F(1,48) = 8.07$ ,  $p < 0.01$ , MSE = 0.002,  $\eta^2_p = 0.14$ ), esto apoyaría esa relación con la velocidad de procesamiento, además de la memoria de trabajo y la atención.

En esta misma línea Strobach, Frensch & Schubert (2012). Mostraron que existe una optimización en las capacidades de control ejecutivo que son necesarias para coordinar dos tareas diferentes. En su publicación reportaron dos experimentos: en el primero comparaban videojugadores y no videojugadores en test de cambio de tarea y doble tarea, encontrando, al igual que Colzato et al. (2013) que los primeros superaban a los segundos en menor cantidad de errores tanto en tarea dual ( $F(1,18)=3.270$ ,  $p<.05$ ,  $\eta^2=.15$ .) como en cambio de tarea ( $F(2, 36)=13.593$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.43$ ); del mismo modo mostraron mejores tiempos de respuesta en ambas tareas ( $F(1, 18)=12.981$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.42$ ) en tarea dual y ( $F(2, 36)=92.789$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.84$ ) en cambio de tarea. En su segundo experimento entrenaron a No jugadores en dos juegos, tetris y un videojuego de acción llamado *Medal of honor* (MoH) y dejaron un tercer grupo sin exposición; los resultados mostraron ventajas en el desempeño de los entrenados en juegos de acción (en tasa de error y tiempo de respuesta) sobre los otros grupos en tarea dual, tanto respecto a sí mismos en el pre-test ( $F(1,29)=12.819$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.31$ ), como en comparación con el grupo de tetris ( $F(2, 29)=3.656$ ,  $p<.05$ ,  $\eta^2=.20$ ) en tasa de error y en tiempo de respuesta ( $F(1, 29)=8.863$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.23$ ) respecto a pre-test; del mismo modo en cambio de tarea los investigadores reportaron mejores desempeños de los participantes del grupo de MoH en su tasa de error ( $F(2, 58)=7.904$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.21$ ) y sus tiempos de respuesta ( $F(1, 29)=14.894$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.34$ ) respecto a los grupos de tetris y de no juego, confirmando así los resultados obtenidos en el primer experimento. Lo anterior lleva a concluir que efectivamente hay evidencia que apunta a un mejoramiento en las habilidades de control cognitivo,

específicamente en las situaciones en las que se requiere operar con dos estímulos de manera simultánea o secuenciada.

Si bien podría considerarse estos últimos resultados como evidencia consolidada de los beneficios que los videojuegos tienen en la cognición, no están exentos de críticas, tal es el caso del artículo presentado por Boot y Simmons (2012) en el que hacían críticas a algunos aspectos metodológicos de la investigación presentada por Strobach et al. (2012). En primer lugar, se critica el auto reporte como método de caracterización de los jugadores, en este sentido, Strobach et al. (2012) deciden reclutar las personas directamente con el criterio de considerarse expertos videojugadores, aspecto que según Boot & Simons (2012) podría introducir un “efecto placebo” en los resultados, pues según ellos, esta distinción los motivaría a desempeñarse mejor que el otro grupo con el fin de responder a esa calidad de “expertos”. Respecto al estudio pre y post también hay críticas, en especial sobre un posible efecto placebo, esta vez generado, según ellos, por la posible idea que se hicieran los participantes de que jugar un juego de acción sería mejor que simplemente jugar tetris o no jugar; adicionalmente, argumentan que los resultados también podrían deberse a un efecto reactivo que se facilitaría por el uso de solo dos instrumentos.

Estas críticas introducen nuevos elementos a la discusión sobre cuáles son los controles metodológicos que se deben tener para poder confiar de los resultados arrojados por las investigaciones en este campo, sin embargo, Schubert y Strobach (2012) responden a estas críticas basados en un hecho que su misma investigación (Strobach et al. 2012) presenta, y es que el desempeño de los video-jugadores expertos en el experimento 1 y los jugadores entrenados en videojuego de acción en el experimento 2 solo fueron superiores en los componentes de cambio de tarea y doble tarea en los tests aplicados, no en los componentes de tarea simple; este solo hecho desmiente, según ellos, los argumentos dados por Boot & Simons (2012) debido a que,

argumentan estos autores, si en realidad los resultados se debieran a efecto placebo o reactividad las diferencias tendrían que ser significativas en todos los componentes de las pruebas, sin embargo se observa que estas diferencias solo aparecen en las tareas complejas. Sin embargo, cabría la posibilidad de que solo el componente de doble tarea sea sensible a estos efectos.

Luego de esta revisión se puede concluir que los resultados de las investigaciones dependen en gran medida de la metodología utilizada y que debido a esto podrían presentarse falsos positivos o falsos negativos respecto a la interpretación de los resultados. Aspectos como la forma de reclutamiento, el criterio de definición de video-jugadores (expertos) y no video-jugadores (novatos), el tiempo de exposición (en diseños experimentales), la falta de un criterio objetivo sobre el nivel de desempeño de un jugador en determinado juego e incluso posibles efectos de reactividad o placebo no previstos podrían afectar la investigación. Esto presenta un panorama más claro de lo que se ha hecho y permite la creación de un diseño de investigación que responda a estos retos metodológicos aumentando la validez interna y la calidad de las conclusiones. Ahora el trabajo se centra en la formulación de esa estrategia metodológica.

Pese a lo anterior no se puede desconocer que la evidencia comienza a apuntar en una dirección: bajo ciertas condiciones, los videojuegos podrían representar mejoras en diferentes habilidades cognitivas, especialmente en memoria de trabajo (Colzato et al. (2013); Blacker et al. (2014); Buelow et al. (2015)), velocidad de procesamiento (Colzato et al. 2013), control atencional (Strobach et al. 2012)) e inclusive tener una posible relación con inteligencia general (Quiroga et al. 2009). Sin embargo, durante la revisión se hacen evidentes múltiples limitaciones metodológicas que van desde las dudas sobre la efectividad de los instrumentos de auto reporte para discriminar o determinar la experticia de jugadores hasta la pobre calidad de los diseños experimentales, que parecen no tener claridad sobre la cantidad de exposición (en horas de

juego) necesarias para lograr evidenciar verdaderas mejoras, pasando por críticas relacionadas a posibles efectos placebos relacionados con la motivación de ser “jugadores expertos”. Tras lo anterior, esta investigación se propone corregir en mayor medida tales limitaciones presentando un diseño que no depende del auto reporte y que busca un criterio objetivo de clasificación de los video-jugadores, así como su experticia en el juego.

### **3. Justificación**

El incremento del uso de videojuegos ha generado una creciente preocupación dentro de la sociedad y las comunidades científicas, por los efectos que estos tienen sobre los individuos que hacen uso de ellos. Estas preocupaciones van desde los efectos fisiológicos más inmediatos, como las afecciones en el sistema visual producto de la exposición prolongada a la luz artificial, hasta las consecuencias conductuales, como el aumento de la conducta agresiva (Belli y López, 2008).

También existe un marcado interés por los efectos positivos derivados de esta práctica, llegando a generar expectativas sobre su uso como herramienta educativa y como estrategia para el mejoramiento y/o recuperación de determinadas habilidades. (Belli y López, 2008). En 2014, Bisoglio, Michaels, Mervis & Ashinoff, realizaron una revisión de investigaciones que indagaban sobre los efectos directos de los videojuegos en la cognición, y encontraron que habían mejoras en tres áreas cognitivas: atención visual y en procesamiento viso-espacial, funciones ejecutivas, en aprendizaje y por último memoria.

Varios estudios recientes apoyan la idea de que el entrenamiento con ciertos tipos de videojuegos mejoran considerablemente habilidades como la atención, velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo (Baniqued et al en 2014), Anguera et al. (2013), informaron en un estudio realizado en adultos mayores que sin experiencia en videojuegos, mostraron un mayor control cognitivo al estar expuestos a un entrenamiento con los videojuegos en comparación con los grupos de control activo y pasivo, se observó una interacción significativa de 3 vías ( $F(20, 400) = 2.12, p = .004$ ) indicativo de que el entrenamiento tenía beneficios selectivos en el grupo y la prueba, relacionados con la atención sostenida y la

memoria de trabajo, hallazgos que se mantuvieron durante los siguientes 6 meses donde se realizó la última evaluación.

El interés por este tipo de estudio parte de la idea de que los videojuegos son herramientas moldeables a partir de las cuales se pueden generar distintas interacciones, y cuyos contenidos se pueden ajustar a necesidades que tenga la población a la cual va dirigida o los objetivos de quienes diseñan el juego, en pocas palabras es posible diseñar un juego que tenga contenido educativo, juegos sin algún tipo de contenido violento, juegos enfocados a desarrollar algún tipo de habilidad o que permitan aprender una tarea, entre otras utilidades.

Un ejemplo es el programa Cogmed, una herramienta para el entrenamiento en memoria de trabajo, memoria viso espacial y verbal; este programa utiliza para sus propósitos una serie de videojuegos que ponen a prueba a los sujetos en tareas como la atención, resistencia a las distracciones, autogestión y aprendizaje. La finalidad del programa es mejorar la atención en personas con una memoria de trabajo deficiente, esta herramienta está enfocada en estudiantes con TDAH y personas mayores con deterioro cognitivo; sin embargo, sus efectos sólo se han comprobado en personas sin ninguna patología. (Söderqvist y Nutley, 2015). Dada la popularidad y flexibilidad de los videojuegos, es importante saber hasta qué punto se pueden convertir realmente en una herramienta útil, pasando de ser simples formas de entretenimiento, teniendo también cuidado de su uso para establecer en qué momento sus efectos pueden llegar a ser contraproducentes.

Tal y como se señala en los estudios mencionados anteriormente los videojuegos parecen tener una influencia en las habilidades cognitivas y algunas funciones ejecutivas específicas, estudiar los videojuegos en relación con estas funciones toma relevancia, ya que las funciones

ejecutivas se encargan de ordenar y organizar toda la actividad cognitiva y emocional (Diamond, 2013).

Es necesario resaltar que las funciones ejecutivas resultan vitales en diferentes ámbitos de la vida cotidiana, Diamond (2013), expone algunos de los ámbitos en los cuales las funciones ejecutivas tienen gran relevancia y señala, por ejemplo que las funciones ejecutivas se ven alteradas en desordenes como las adicciones, trastorno de déficit de atención por hiperactividad, desordenes de conducta, depresión, trastorno obsesivo-compulsivo y esquizofrenia, además indica que quienes tienen “pobres” funciones ejecutivas son propensos a desarrollar cuadros como obesidad, abuso de sustancias y baja adherencia al tratamiento; también se registran mejoras en el rendimiento escolar (funciones ejecutivas suelen ser predictores de éxito escolar e inteligencia) y rendimiento laboral (funciones ejecutivas “pobres” dificultan la consecución y mantenimiento de un trabajo).

Sin embargo, no se puede proceder a la utilización de los videojuegos como una herramienta con efectos positivos sin tener claro cuáles son sus verdaderos efectos sobre la cognición y en este caso sobre el funcionamiento ejecutivo, la mayoría de las investigaciones que estudian los efectos, ya sean negativos o positivos, del uso de los video juegos, no determinan con claridad qué aspectos de los videojuegos generan cambios cognitivos; además, los diferentes tipos de juegos pueden tener diversos efectos sobre la cognición. Se debe estudiar a mayor profundidad qué aspectos de los juegos impulsan el cambio (Baniqued et al en 2014), infortunadamente, existen pruebas insuficientes para especificar el "ingrediente activo" exacto dentro de los videojuegos.

Algunos estudios tienen un enfoque más centrado a las habilidades cognitivas y han estudiado elementos como la atención, la memoria de trabajo, la velocidad de respuesta entre



otros; pero las dificultades metodológicas, procedentes del poco control sobre algunas variables como el tiempo de exposición, el género las herramientas de medición la dificultad para definir las categorías de jugadores y el tipo de videojuego no han permitido un avance concreto que permita elaborar una teoría consistente, los resultados son igualmente difusos. (Buelow et al., 2015; Strobach et al., 2012; Quiroga, et al., 2009 y Blacker et al. 2014; Boot et al., 2008; Green et al. 2012 y Unsworth et al., 2015),

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante definir en cada investigación el tipo de videojuego que se pretende estudiar, esto facilitará que los resultados y las conclusiones sean más consistentes; establecer qué se estudia con respecto a qué tipo de videojuego es primordial, ya que por lo mencionado anteriormente no se podrían extrapolar los resultados a otros géneros o tipos de videojuegos.

Por esta razón esta investigación se enfoca en un solo tipo de videojuego, y con el fin de aportar más elementos a la discusión, se elige el subgénero MOBA, que se enmarca dentro de los eSports, una categoría de videojuegos que ha ganado terreno recientemente, proyectando ganancias de 905,6 millones de dólares en 2018 según datos del portal Newzoo (2018); estas cifras no solo muestran un crecimiento acelerado de la industria, sino que también dan cuenta de un aumento considerable del número de jugadores. Sumado a lo anterior sus diferentes características, que incluyen estrategia, competitividad y un ambiente cargado de estímulos (ver anexo) convierten a esta categoría en una opción viable de la que se podría sacar provecho.

Según portales como Newzoo (2018) y Aevi (revisado el 22 de marzo de 2018) el MOBA más popular actualmente es *League of Legends*, un juego que según el sitio Wol.gg (revisado el 22 de marzo de 2018) cuenta con millones de jugadores que llegan a dedicar varias horas a la

semana en esta actividad, considerándolo algunos como un deporte, convirtiéndolo en un estilo de vida, incluso una forma de empleo, esto facilitaría el acceso a la población.

Otra ventaja importante de este juego es que al ser un RTS tiene características que permiten pensar que es necesario el uso de funciones mentales o cognitivas para desempeñarse en el juego, lo que hace posible generar mayores hipótesis, por ejemplo, las situaciones de combate podrían exigir procesos como atención selectiva, control de inhibición, flexibilidad cognitiva e incluso planificación, puesto que el jugador evalúa la situación y actúa conforme a sus posibilidades y las exigencias que le pone el otro jugador previendo posibles cursos de acción. Además, la plataforma del juego permite acceder a información como el tiempo de exposición (número de horas en juego) y categorías o rankings de los jugadores según su habilidad; estos elementos permiten pensar en una mayor viabilidad para desarrollar el estudio y controlar un mayor número de variables.

El estudio pretende evaluar un marco general en cuanto a funciones ejecutivas de los jugadores de LOL, la idea de esto es aportar a la discusión sobre los cambios que ocurren a nivel de estas funciones en los videojugadores, si bien no es la finalidad del estudio saber si existen o no efectos directos del videojuego sí se espera generar elementos que permitan estudios experimentales, para esto se buscará generar perfiles de FE de esta población y hacer comparaciones dentro de la misma, de modo que se pueda llegar a saber cuáles son las FE que pueden estar implicadas en el juego, cuales permiten un mejor desempeño en el mismo o cuales se podrían ver mejoradas.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Comparar el desempeño en funciones ejecutivas en jugadores de *League of Legends* según su habilidad en el juego y compararlas con el desempeño en funciones ejecutivas de No jugadores.

### 4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a los jugadores según su proficiencia en el juego.
- Evaluar el desempeño en funciones ejecutivas en los jugadores en la muestra.
- Comparar las funciones ejecutivas entre los grupos de jugadores según su proficiencia.
- Establecer las semejanzas y diferencias en funciones ejecutivas entre los jugadores y los No jugadores.

## 5. Marco teórico

### 5.1. El juego y su papel en el desarrollo de los procesos psicológicos

El juego es una actividad a la que los niños dedican gran parte de su tiempo desde muy temprana edad y por esto ha recibido gran atención por parte de los investigadores, quienes se han interesado en conocer los efectos que este tiene sobre el desarrollo del niño. Algunos investigadores afirman incluso que el jugar aparece como un impulso biológico, así como lo es dormir o comer; Herrero (2012) afirma que, si bien hay impulsos biológicos que se expresan con más fuerza que otros, si un mamífero está descansado y bien alimentado tenderá a jugar de forma espontánea.

Tal afirmación podría dar luces sobre una posible función adaptativa que podría cumplir el juego, pues en primer lugar, según el biólogo Bob Fagen (citado en Herrero, 2012), si no favoreciera la supervivencia habría sido eliminado del comportamiento animal por la selección natural, sin embargo, él encontró que los osos que más jugaban en sus edades tempranas eran los que más sobrevivían; Fagen explicaba esto diciendo que “el juego preparaba a los osos para un planeta en evolución”; otro ejemplo de cómo el juego resulta ser una acción crucial para la supervivencia de un animal es el documentado por el biólogo John Varty, quien siguió durante años a una leopardo hembra por la sabana africana, Varty observaba durante horas a Manana y su hermano y describía su hábitat entre los árboles como un “patio de juegos” en donde los cachorros entrenaban las habilidades que posteriormente les servirían para cazar, por ejemplo, el trepar árboles; en su documental “La reina de los Leopardos” se puede observar cómo Manana y su hermano se perseguían uno a otro a través de los árboles, haciéndolo con cada vez más experticia (Varty, National Geographic Wild, 2011).

En los ejemplos anteriores se hace evidente que el juego no es una actividad que se realiza sin ningún propósito, sino que funciona como un espacio de exploración, entrenamiento y perfeccionamiento de habilidades propias de la especie; partiendo de lo anterior, es posible plantear que, para los humanos, el juego también cumple esta función, yendo incluso más allá de las habilidades motrices y teniendo efectos en la cognición.

Un hito importante que marca el interés en la conducta de juego por parte de los niños es la concepción del “niño como científico”, tal como lo considera Piaget (1967), pues según sus planteamientos, el desarrollo consiste en una formalización del pensamiento que propende al pensamiento científico propiamente dicho; en este sentido, el niño deja de ser entendido como “un adulto miniatura” y pasa a ser entendido como un sujeto con intenciones, intereses y capacidades propias de un momento evolutivo concreto cuya comprensión puede ayudar a develar la naturaleza de las funciones psicológicas y más importante aún, cómo se desarrollan (Piaget, 1967).

Es el mismo Piaget quien propone algunas características definitorias del juego, y ofrece una explicación de cómo este se desarrolla en consonancia con los estadios del desarrollo descritos en su teoría epigenética; en donde aparece el juego de acción en un primer momento, cuyas características son sensorio-motrices, posteriormente aparece el juego simbólico y finalmente el juego reglado como consolidación de las estructuras psicológicas (Ortega, 1991).

Respecto a sus características, Piaget planteó que el juego tenía diferencias significativas con lo que él consideraba conducta “seria”; según este autor, una primera característica es que se trata de una actividad subjetiva, es decir, que está motivado básicamente por deseos internos del niño, siendo más evidente esto en el juego simbólico; una segunda característica del juego es que es espontáneo, lo que implica que se trata de una actividad no direccionada y que surge del

interés o el deseo de quien la realiza; una tercera característica es que en sí es una actividad placentera, lo cual implica que, en contraposición con la actividad seria, su fin no es alcanzar una meta, sino que se basa en la satisfacción que la misma produce; una cuarta característica es que en esencia es desorganizado, esto debido también a su cualidad de ser espontáneo, al respecto también plantea que solo se alcanza un nivel de organización considerable cuando se llega al juego regado; por último, Piaget afirma que el juego presenta un conflicto o una situación que precisa ser resuelta y al mismo tiempo propone que su función está encaminada a resolver conflictos internos mediante espacios donde se permiten mayores rangos de acción sin las implicaciones de la actividad seria (Ortega, 1991).

Si bien estas características suponen un marco de referencia para entender el papel del juego en el desarrollo de las funciones psicológicas parecen quedarse cortas y no es claro cómo se dan precisamente las mejoras en los procesos cognitivos, toda vez que, según esta teoría, y por sus características, el juego parece avanzar conforme lo hacen los estadios, es decir, a medida que se consolidan las estructuras mentales y se avanza hacia un nuevo estadio el juego adquiere características propias del momento evolutivo en que se encuentra el niño, siendo básicamente asimilación deformante, es decir, que en lugar de modificar las estructuras internas para una mejor comprensión de la realidad (acomodación), el niño modifica los objetos o su uso de manera egocéntrica, esto es, de manera tal que los objetos son usados en el juego como medios para la satisfacción de deseos inmediatos, en últimas, el fin es el placer, no un reconocimiento de los objetos o una extensión de su significado, esto quiere decir que el niño mediante el juego logra adaptar ciertas cosas del mundo y sus objetos a sus propios esquemas, pero no con el fin de comprenderlos de mejor manera. Desde esta perspectiva, el juego constituye una herramienta

para el aprendizaje y en la consolidación de los procesos psicológicos, sin embargo, su papel en el desarrollo cognitivo no queda del todo claro.

Vygotsky (1978) difiere mucho del pensamiento piagetiano del juego y plantea, en primer lugar, que el placer no es un elemento constitutivo o característico del mismo, puesto que, según él, hay momentos en los que predomina el displacer, especialmente cuando se no se gana y, por otro lado, hay actividades que producen más placer que el propio juego; este autor propone que el juego responde más a necesidades internas del niño que a la satisfacción de los deseos que este pudiera tener.

Por otro lado, otra profunda diferencia entre estos autores se sitúa en lo referente al nivel de organización, mientras que para Piaget se trata de una actividad desorganizada y que se organiza a medida que aparece el juego reglado, para Vygotsky es una actividad reglada en su composición, puesto que plantea pautas de acción o reglas de conducta enmarcadas en la situación imaginaria, de esta manera nos dice que el juego es al mismo tiempo simbólico y reglado, lo que implica una separación entre el significado real de los objetos y las acciones para construir nuevos significados dentro de una situación de juego.

En este sentido, el juego cumpliría lo que Vygotsky llama una “función mediadora” a través de la cual se consolidan estructuras internas (Vygotsky, 1979), tal como podemos verlo en palabras del mismo autor:

Por su parte, el juego plantea demandas al niño constantemente para evitar el impulso inmediato. A cada paso el niño se enfrenta a un conflicto entre las reglas del juego y aquello que le gustaría hacer si de improviso pudiera actuar espontáneamente. En el juego actúa de modo contrario al que le gustaría actuar. El mayor autocontrol del que capaz un niño se produce en el

juego. Alcanza el mayor despliegue de poder cuando renuncia a una atracción inmediata en el juego (como por ejemplo a un caramelo, que las reglas prohíben comer porque representan algo no comestible). Generalmente, un niño se subordina a las reglas renunciando a algo que desea, pero aquí la subordinación a una regla y la renuncia a una acción impulsiva inmediata constituyen los medios para alcanzar el máximo placer (Vygotsky, 1978).

En el anterior párrafo podemos ver con claridad la función mediadora del juego, pues es a través de las reglas internas que se establecen por medio de la situación imaginaria que aparecen en el niño los primeros momentos de autocontrol, pues como dice Vygotsky, el niño tiene que inhibir impulsos o acciones que lo lleven a romper las reglas por él mismo establecidas. De esta manera podemos ver como el juego cumple un papel importante en el desarrollo de los procesos psicológicos superiores ya que actúa como un signo que, según esta postura constituye el puente para pasar de una actividad externa bien sea social o individual a una actividad interna, es decir, que se interioriza la acción.

La interiorización de la acción implica (en el caso del ejemplo anteriormente mencionado), que las reglas o, dicho de otro modo, las pautas de conducta ya no van a depender de situaciones externas, sino que paulatinamente serán producto de estados internos. De esta manera procesos como el control de impulsos, conductas y pensamientos poco a poco dejarán de verse exclusivamente en el juego para ser habilidades propias con las cuales el niño regula su acción.

Lo anterior tiene implicaciones en lo que refiere al desarrollo de estructuras cognitivas propiamente dichas, específicamente en la consolidación de los procesos psicológicos tanto básicos como superiores, debido a que el juego como actividad permite al niño interactuar de diferentes formas con el mundo, probando formas de acción y herramientas mentales adquiridas,



este proceso Greenberg (1994) lo llama “construcción de modelos” e implica, según este autor, que el juego proporcione un *feedback* al cerebro sobre las consecuencias de los modelos de acción que el niño está probando en el mundo real a través de la actividad lúdica. Si analizamos esto a la luz de lo planteado por Vygotsky tenemos que el juego es el puente entre los significados sociales que el niño encuentra en la interacción con los demás y las construcciones propias que el niño desarrolla a partir de estos, siendo un espacio donde a través de las situaciones imaginarias (simbólicas) se adquieren y consolidan nuevos significados y formas de acción e interacción.

En consecuencia, podemos establecer que el juego es un “mediador instrumental” y tal como lo plantea Mejía (2012) los videojuegos cumplirían esta función incluso en los adultos, este autor defiende que todo acto cognitivo está mediado por un instrumento que puede ser material o simbólico y que los videojuegos funcionarían de esta manera en las personas, siendo un espacio de representación externa donde se ponen en juego habilidades previamente adquiridas y se consiguen otras más en función del juego. Este concepto de “mediación” está relacionado con lo que se conoce como zona de desarrollo próximo que es básicamente la diferencia entre lo que un sujeto es capaz de realizar por sí solo y lo que puede realizar con la ayuda de un par u otra persona con mayor capacidad. En este sentido, los videojuegos, podrían constituirse como un espacio propicio para una zona de desarrollo próximo, contribuyendo aún más a la consolidación de estructuras mentales y la adquisición de nuevos aprendizajes que constantemente son probados en el videojuego.

## **5.2. Funciones ejecutivas**

A través del tiempo, la definición de funciones ejecutivas se ha visto complementada, ampliada y corregida por los trabajos de numerosos autores e investigadores, es así como se ha

logrado cierto consenso para establecer una definición general de funciones ejecutivas. (Ardila y Ostrosky, 2008)

Se han entendido de forma amplia las funciones ejecutivas, como un conjunto de habilidades o subprocesos de orden superior, que facilitan la adaptación del sujeto ante situaciones novedosas y complejas; estas habilidades o subprocesos interactúan para lograr objetivos concretos (Diamond, 2013; Buelow, et al., 2015; Ustároz, et al., 2008) estas funciones están ampliamente relacionadas con el lóbulo frontal del cerebro, siendo este su principal sustrato biológico, aunque también se incluyen otras áreas específicas que tienen un papel integrador.

A partir de lo anterior, surge la pregunta sobre cómo se organizan las funciones ejecutivas en el cerebro, específicamente en la corteza frontal; Bechara y Verdejo-García (2010) señalan que la evidencia muestra que las funciones ejecutivas se tratan de un sistema de múltiples componentes independientes pero relacionados y que estos procesos son relativamente modulares y especializados, es decir, que existen ciertas áreas que procesan mejor cierto tipo de información sin que esto implique que sean sistemas rígidos. Según estos autores, la evidencia que se recoge con trabajos en pacientes con lesiones corticales específicas, sumadas a los análisis factoriales de las pruebas neuropsicológicas apoyan estos planteamientos.

Un asunto que se pone de manifiesto en este punto es la relación de las funciones ejecutivas con las emociones, pues estas también se encuentran relacionadas con las áreas frontales; en este sentido, la corteza prefrontal desempeñaría un papel importante en la integración de la emoción y la cognición y específicamente con las funciones ejecutivas en este caso (Ardila y Ostrosky, 2008), esta formulación apoyaría la hipótesis del marcador somático propuesto por Damasio, (1994).

Algunos autores como Ustárroz y Céspedes (2008) han hecho un intento por demostrar cómo las teorías sobre funciones ejecutivas se complementan, logrando hacer aportes o aclaraciones que van en vía con lo mencionado anteriormente. Algunos autores señalan una división entre las *hot executive functions* y *cool executive functions*; la primera definición hace referencia a aspectos ejecutivos de carácter emocional y motivacional, que se presentan cuando una acción o decisión implica de cierto modo la afectividad, una persona se puede ver más apresurada a resolver un problema cuando este implica su estado emocional; la segunda definición hace referencia a aspectos de carácter cognitivo que no tienen implicación emocional, se presenta más en situaciones “neutras” donde la persona suele usar mucho más la lógica y el análisis crítico.

En resumen, existe un consenso sobre ciertos aspectos de las funciones ejecutivas, su relación con la adaptación a situaciones novedosas, su importancia para pensar y ejecutar planes guiados a una meta, su relevancia para controlar el comportamiento, su relación con el control cognitivo y emocional, su ubicación en distintas zonas de los lóbulos frontales, la especificidad de algunas tareas o funciones específicas con zonas específicas de la corteza prefrontal y algunas otras zonas que crean interconexión con esta, sin que deje de existir una conectividad inter-áreas. (Ardila y Ostrosky, 2008; Bechara, et al., 2010; Buelow, et al., 2015; Diamond, 2013; Ustárroz y Céspedes 2008).

Sin embargo, existen múltiples teorías acerca de los diferentes componentes ejecutivos y su organización, estas teorías si bien comparten ciertas regularidades, difieren en los términos utilizados para ciertas funciones, además delimitan estas funciones en tareas específicas diferentes. Diamond (2013), expone uno de los modelos más completos actualmente. Para la

realización de dicho modelo se basó en varios estudios y modelos anteriores, por lo que sus definiciones abarcan de alguna manera las expuestas por los demás autores.

Diamond (2013) divide las funciones ejecutivas en dos niveles, funciones ejecutivas de orden superior y funciones ejecutivas de bajo nivel o segundo nivel; entre las funciones ejecutivas de orden superior se encuentran el razonamiento, la resolución de problemas y la planificación. Estos subprocesos según Diamond (2013) son sinónimos de la inteligencia fluida.

En las funciones ejecutivas de segundo nivel se encuentran la memoria de trabajo que incluye el cálculo matemático, el reordenamiento de ítems y relacionar una idea o acción con otra; esta función se divide a su vez en dos más: memoria de trabajo verbal y memoria de trabajo viso-espacial. Otro elemento importante en este modelo es el control de la inhibición, el cual se divide en control de la interferencia y respuesta inhibitoria; la primera a su vez incluye la inhibición de pensamientos y recuerdos (control cognitivo) y la inhibición a nivel atencional (control atencional, atención selectiva o focalizada) y la segunda (respuesta inhibitoria) se refiere a la inhibición de la conducta (relacionada con autocontrol y disciplina); la atención selectiva y la respuesta inhibitoria componen la autorregulación. Según este modelo, la memoria de trabajo es indispensable para el control inhibitorio por dos razones: 1) mantener el objetivo en el espacio representacional que supone la memoria de trabajo u operar con lo que se puede y no hacer en la tarea es crítico para saber qué inhibir y 2) inhibir el ambiente y los distractores internos es crucial para enfocar la atención y en este sentido, la memoria de trabajo responde a esa necesidad. A su vez, estas dos funciones son bastante importantes en el funcionamiento de la flexibilidad cognitiva (por no decir que se pueden entender, desde este modelo, como componentes de esta), la cual es entendida como el “pensamiento fuera de la caja”, ver algo desde diferentes

perspectivas el cambio de tarea de manera eficiente y rápida o la flexibilidad para cambiar el curso de acción de ser necesario.

Las funciones ejecutivas descritas en el párrafo anterior son transversales a la mayoría de teorías y se han reconocido como componentes esenciales del funcionamiento ejecutivo, sin embargo, existen otros subprocesos u otras definiciones que se estudian en el ámbito del funcionamiento ejecutivo, tales como: *branching* que se entiende como “un proceso que integra memoria operativa con recursos atencionales para la consecución de actividades de mayor complejidad que las tareas duales o la función de respuesta demorada; *dirimidor de conflictos*, este sistema evalúa la importancia de algunas acciones que pueden variar, permitiendo ajustar acciones rutinarias; *set preparatorio*, funciona como la memoria operativa pero de forma prospectiva prepara al organismo para realizar una acción; *unidades cognitivas*, que son sistemas o respuestas automáticas como leer una palabra que se asocian sistemas anatómicos concretos (Ustárroz y Céspedes, 2008).

Existen múltiples estudios que han relacionado las funciones ejecutivas con otros conceptos, pero uno de los constructos que, al parecer, aporta a la delimitación y definición de las funciones ejecutivas es el de inteligencia. Diamond (2013) como se mencionaba anteriormente equipara los procesos de razonamiento y solución de problemas a la inteligencia fluida; esta relación entre ambos constructos ha sido estudiada por varios autores dentro de los cuales se pueden destacar los trabajos realizados por Filippetti, Krumm y Raimondi (2015), que estudia la relación existente entre inteligencia fluida y cristalizada con las funciones ejecutivas, y el estudio realizado por Riba y Sáenz (2016). Que estudia el desempeño en las tareas que evalúan las funciones ejecutivas en sujetos con perfiles de alta capacidad intelectual.

Estos estudios concluyen que efectivamente existe una correlación entre ambos procesos, y lejos de ser obvios señalan ciertas condiciones o regularidades en que se presenta esta relación; Filipeetti, et al., (2015) muestran que la correlación entre las tareas de evaluación de ambos procesos no es tan alta o muchas veces no se presenta, sobre todo en población infantil; esto los lleva a hipotetizar que son constructos relacionados, pero relativamente independientes y que su mayor correlación se da cuando hay un desarrollo completo o adulto de las funciones ejecutivas, en este caso los autores obtuvieron relaciones entre inteligencia fluida e inteligencia cristalizada, con diferentes pruebas de funciones ejecutivas, tras realizar una prueba MANOVA donde todos los resultados fueron estadísticamente significativos  $p < 0.05$  y con un rango de  $r = 184 - 607$ . De igual modo el estudio realizado por Riba y Sáenz (2016) muestra correlaciones entre diferentes tipos de capacidad intelectual (divergente, convergente y superdotación) y alto desempeño ejecutivo; sin embargo, estas no se dan en todas las funciones ejecutivas de acuerdo al perfil de alta capacidad. Los autores concluyen que diferentes tipos de inteligencia conllevan a diferentes niveles de funcionamiento ejecutivo, aunque, en las personas con perfil de superdotación muestran un desempeño ejecutivo alto en general. Esto apoya la idea que las funciones ejecutivas son un determinante importante en la inteligencia y hay una correlación positiva entre el desempeño en las tareas que evalúan ambos conceptos.

“El valor lambda de Wilks revela diferencias estadísticamente significativas respecto al tipo de función ejecutiva: flexibilidad ( $\lambda = 0,639$ ;  $F(14,138) = 2,476$ ;  $p = 0,004$ ;  $\eta^2 = 0,201$ ) e inhibición ( $\lambda = 0,736$ ;  $F(8,144) = 2,978$ ;  $p = 0,004$ ;  $\eta^2 = 0,142$ ), y los perfiles participantes. No hay diferencias significativas en memoria de trabajo ( $\lambda = 0,105$ ;  $F(10,142) = 1,627$ ;  $p = 0,105$ ;  $\eta^2 = 0,103$ ), pero la alta puntuación en todos los perfiles parece indicar que podría ser un factor que subyace en el funcionamiento ejecutivo de los participantes.” (Riba y Saenz, 2016)

Respecto al desarrollo de las funciones ejecutivas es claro que, si bien algunos de sus componentes mejoran en el curso del desarrollo, existe una estrecha relación e interacción respecto a otras variables, tal es el caso la inteligencia que se mencionaba anteriormente. Se cree que las funciones ejecutivas se pueden entrenar o mejorar con distintos objetivos Ramírez et al. (2015) o simplemente se ven afectadas con la realización de ciertas actividades o tareas, como los videojuegos, prácticas deportivas, el bilingüismo etc.

Pese a las investigaciones y la amplia teorización en el tema, no se ha establecido hasta ahora un modelo concreto que sea lo suficientemente firme como para ser aceptado por la mayoría de la comunidad científica; sin embargo, los recientes estudios y las numerosas revisiones teóricas hechas y expuestas por Diamond (2013) le han permitido crear un modelo que integra de manera precisa los constructos más importantes sobre el funcionamiento ejecutivo.

El modelo toma como punto de referencia tres funciones ejecutivas básicas, que a su vez poseen unas características individuales que se dividen en pequeños módulos o tareas, entre estas funciones encontramos la memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio, dichas funciones pese a ser claramente identificables, comparten ciertas tareas y no están desligadas entre sí, estas tres funciones son a su vez la base de lo que Diamond (2016) llamará funciones ejecutivas de alto nivel, dentro de las cuales se incluyen el razonamiento, la solución de

problemas y la planeación, siendo el razonamiento y la solución de problemas una medida equiparable a la de inteligencia fluida.

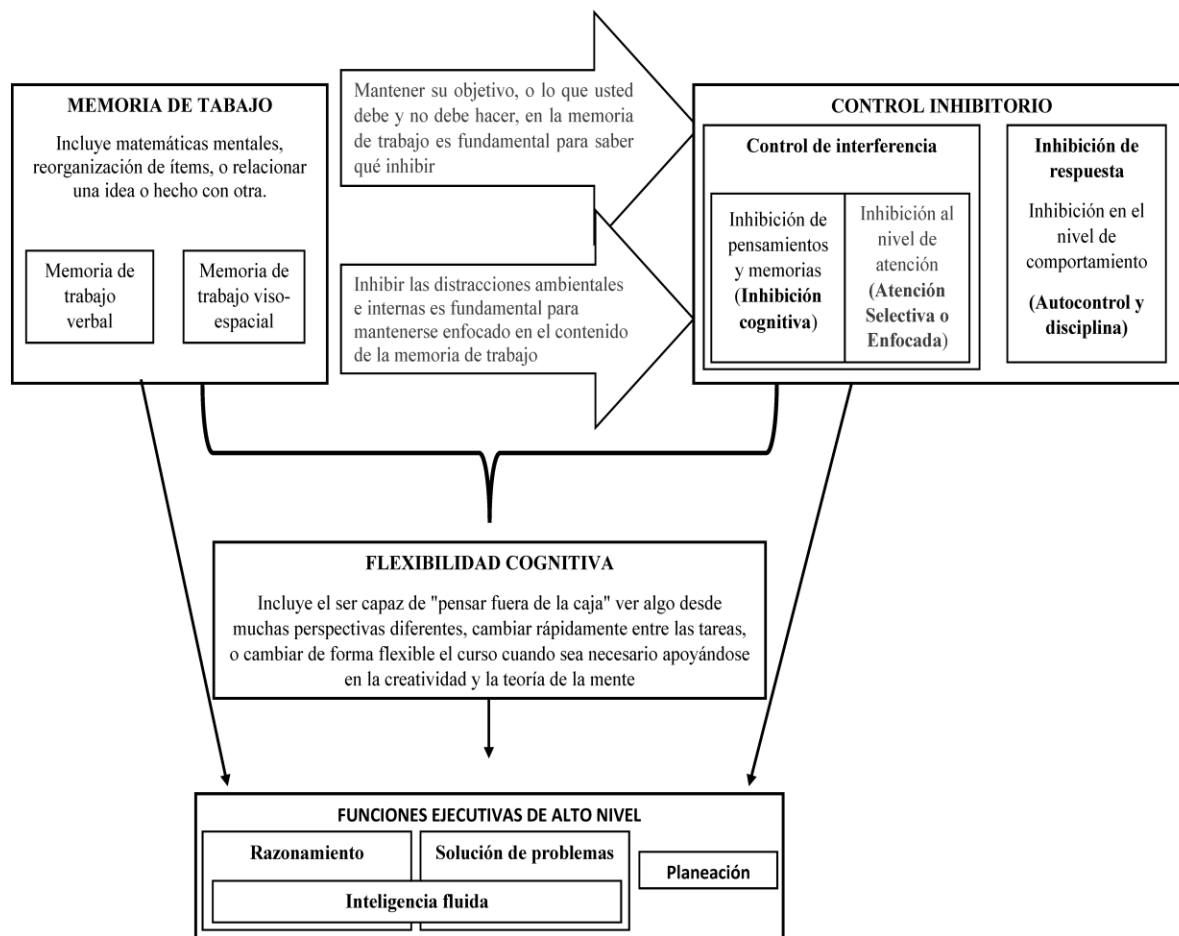


Figura 1. Modelo de funciones ejecutivas. Adaptado de Diamond (2013).

### 5.2.1. Control inhibitorio.

El control inhibitorio es una función ejecutiva que regula la atención, el comportamiento, los pensamientos y las emociones, para superar una fuerte predisposición interna o señuelo externo y, de ese modo, hacer lo que sea más apropiado o necesario. Sin un adecuado control inhibitorio las personas serían impulsivas, conservarían viejos hábitos de pensamiento o acción (respuestas condicionadas) y reaccionarían a cualquier clase de estímulo llamativo; pero es



precisamente esta función ejecutiva la que permite cambiar, controlar los pensamientos o acciones y regular la atención (Diamond, 2013)

Dentro de esta función general se han estudiado algunos componentes que están diferenciados entre sí y que guardan cada uno relación con otras funciones ejecutivas, pero que parecen tener una base neuronal similar y pueden conceptualizarse dentro del término de control inhibitorio (Ardila y Ostrosky, 2008).

El control inhibitorio de la atención (control de la interferencia en el nivel de percepción) permite asistir selectivamente a diferentes estímulos, centrándose en lo que se elige y suprimiendo la atención a otros estímulos (inhibición atencional). La inhibición cognitiva que está usualmente al servicio de la memoria de trabajo, permite inhibir los pensamientos o información que no resulta relevante para la acción que se lleva a cabo. El autocontrol es el aspecto del control inhibitorio que implica el control sobre el comportamiento y el control sobre las emociones que inciden en este, el autocontrol en pocas palabras es poder resistir las tentaciones y no actuar impulsivamente. (Diamond, 2013)

Si en medio de un concierto alguien quisiera aislar la melodía del bajo para escuchar mejor este instrumento, puede focalizar su atención en este inhibiendo el ruido de la gente y el de los demás instrumentos, aunque no logre suprimirlos, a esto se puede llamar control inhibitorio de la atención; Si en este mismo concierto le asaltara una duda sobre el trabajo o la universidad, que no le permitiera disfrutar del momento e hiciera un esfuerzo por apartar esta duda o estos pensamientos, estaría recurriendo a la inhibición cognitiva; si al finalizar el concierto decide ir por algo de comer y se topa con un puesto de comida rápida, muy grasosa, en principio puede que se siente por comer algo, pero si antes de correr a comprar, recuerda la dieta o piensa en lo

malo que puede ser para el organismo y opta por dejarlo pasar y comer algo más saludable, pese al impulso inicial entonces se hablaría de autocontrol.

### **5.2.2. Memoria de trabajo.**

Según las teorías más comunes, la memoria de trabajo implica la posibilidad de mantener cierta cantidad de información en mente y operar con ella, la memoria de trabajo permite realizar procesos como cálculos mentales, organizar la información de un texto o tener presente una serie de pasos a seguir durante una actividad. Inicialmente la teoría de Baddeley, revisada por Ustárroz y Céspedes, 2008 se proponían tres componentes, el ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda viso espacial. Esta función se ha asociado fuertemente a la noción de memoria a corto plazo, por lo que algunas teorías proponen que esta es un componente esencial de la memoria de trabajo, sin embargo, algunas investigaciones han mostrado que existe un desarrollo diferenciado de estos procesos, aunque sus bases neuronales estén relacionadas (Diamond, 2013).

Algunos autores han propuesto una revisión en el término memoria de trabajo, se realiza un cambio al concepto basados en avances teóricos que señalan que este proceso no se trata de un sistema de memoria, sino de un sistema atencional operativo conformado por el buffer episódico, el buffer fonológico y la agenda viso-espacial (Ustárroz, et al., 2008).

Diamond (2013) por su parte sigue proponiendo la memoria de trabajo como un proceso en el cual se opera con una información presente y habla de dos componentes, verbal y no verbal (viso-espacial) sin embargo reconoce que existe una fuerte relación que se ha podido evidenciar en diferentes investigaciones, entre la memoria de trabajo y la atención selectiva.

En conclusión, si bien existe aún debate con respecto a esta FE, se entiende como un proceso o función que permite la manipulación de información presente (memoria a corto plazo)

sea que esta se entienda como un proceso adyacente o subyacente; también es posible aislar los componentes verbal y no verbal de la memoria de trabajo y la profunda relación con los procesos atencionales.

### **5.2.3. Flexibilidad cognitiva.**

La flexibilidad cognitiva (FC) se puede definir como la capacidad que tiene el cerebro para adaptar la conducta y pensamiento a situaciones novedosas, cambiantes o inesperadas. La FC depende en gran medida de la memoria de trabajo y del control inhibitorio, por eso su aparición en el desarrollo es más tardía.

Un aspecto de la FC es que permite cambiar las perspectivas espacialmente (¿cómo sería esto si se ve o se hace de forma distinta?) o interpersonalmente (“Déjame ver si puedo ver esto desde un punto de vista distinto”). Para cambiar las perspectivas, se necesita inhibir (o desactivar) la perspectiva anterior y cargar en la memoria de trabajo (o activar) una perspectiva diferente. Es en este sentido que la flexibilidad cognitiva requiere y se basa en el control inhibitorio y la memoria de trabajo (Diamond, 2013).

Otro aspecto de la FC implica cambiar la forma en que se piensa acerca de algo (pensar fuera de la caja). Por ejemplo, si una forma de resolver un problema no está funcionando, ¿se puede encontrar una nueva forma de resolver esto o concebir algo que no se había considerado antes? La FC también implica adaptarse a las demandas o prioridades cambiantes, admitir el error y aprovechar las oportunidades repentinas e inesperadas. Suponiendo que una persona planeaba hacer x cosa, pero surgió una oportunidad asombrosa: ¿Tiene la flexibilidad de aprovechar la nueva oportunidad?

Hay mucha superposición entre flexibilidad cognitiva y creatividad, cambio de tareas y cambio de conjuntos. Las investigaciones han mostrado que esta función tiene un deterioro progresivo notable con la edad, haciendo que las personas mayores cometan errores de tipo perseverativo en las pruebas; pese a ser una de las funciones que aparecen de forma más tardía en el desarrollo también es una de las primeras en deteriorarse, lo que algunos investigadores han tomado como una muestra de su relación con otras funciones, ya que los pequeños deterioros en otras áreas como memoria de trabajo o control atencional afectan de forma más severa la flexibilidad cognitiva (Rosselli, Jurado y Matute, 2008).

### **5.3. League of legends**

#### **5.3.1. Reseña histórica.**

El mundo de los MOBA inició cuando Steve Feak conocido diseñador de videojuegos estadounidense, diseñó el popular mapa personalizado de Warcraft III: The Frozen Throne, DotA, tras ver la increíble acogida que tuvo este, Brandon Beck y Marc Merrill decidieron asociarse junto con Feak y fundaron Riot Games empresa que diseñó y distribuyó el MOBA *League of Legends*. (League of legends, s.f)

La empresa fue fundada en 2006 y el juego fue lanzado en su versión de beta cerrada el 10 de abril de 2009; para el 2012 contaba con 70 millones de jugadores registrados y en 2013 registró un pico de 5 millones de jugadores conectados al mismo tiempo, estas estadísticas se creen han aumentado en los últimos años, pero la empresa no ha ofrecido datos oficiales desde entonces; actualmente existen 469,474 rankeados y activos en Latinoamérica. (League of legends, s.f)

### **5.3.2. Generalidades del juego.**

El juego es de modalidad online, es decir los jugadores se conectan a un servidor y las partidas se desarrollan en tiempo real; los jugadores llamados “invocadores” se enfrentan entre ellos dividiéndose en equipos de tres o cinco personas cada uno; sin embargo, la modalidad estándar y competitiva del juego divide a los jugadores en equipos de cinco enfrentando así a diez invocadores. Antes de iniciar la partida cada jugador debe elegir un personaje o “campeón” con el cual desarrollará la partida hasta el final, los campeones tienen distintas habilidades y por tanto el modo de juego de cada campeón es distinto, actualmente el juego cuenta con 134 campeones y se estima que cada dos meses se ingresa uno nuevo. El tiempo de duración de cada partida es variado, pero se estima un tiempo mínimo de 20 minutos, tiempo en el cual uno de los equipos puede optar por rendirse, el tiempo máximo dependerá de varias condiciones, pero las partidas mayores a 60 min no son muy comunes.

Una vez terminada la fase de selección de campeones es cuando inicia propiamente la partida, los jugadores de cada equipo aparecen en su respectiva área del mapa, dentro de su base, situadas ambas diametralmente opuestas. Es en la base de cada equipo donde se encuentra su nexo. El objetivo del juego, y lo que determina el equipo ganador, es destruir el nexo del equipo rival.

El juego cuenta con múltiples características, de las cuales dependerá el desarrollo de la partida, son estas características las que dotan al juego de un ambiente competitivo, para el cual los jugadores deberán utilizar diferentes habilidades tanto físicas (tiempo de reacción y coordinación ojo-mano) como cognitivas.

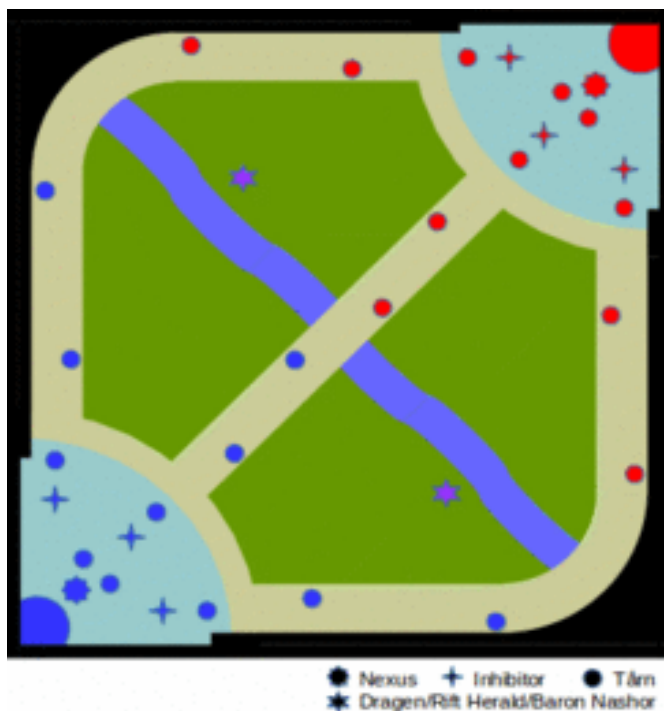


Figura 2. Mini mapa. Wikipedia.org (s.f)

Como se puede observar en la imagen anterior, el mapa del juego cuenta con dos bases diametralmente opuestas, tres carriles principales, un área amplia llamada jungla y diferentes estructuras ubicadas alrededor del mapa. Dentro de la base podemos encontrar un área grande llamada fuente, luego podemos ver una estructura llamada nexo, al frente de este hay dos estructuras llamadas torretas y posteriormente tres inhibidores protegidos cada uno por una torreta. Los tres caminos cuentan con cuatro torretas cada uno que se dividen en dos por equipo.

Fuente: La fuente es el lugar donde aparecen inicialmente los campeones, en cada fuente aparecen cinco campeones según su equipo, azul o rojo. La fuente permite a los campeones recuperar rápidamente su barra de vida y de mana o energía, cuando se encuentran dentro de esta, además permite a los jugadores comprar objetos o ítems durante la partida.



Figura 3. Fuente. League of legends. (Captura de pantalla)

EL nexo: esta es la estructura principal, y objetivo del juego, cuenta con una barra de vida, cuando esta llega a 0 la estructura explota dándole la victoria al equipo que logro destruirlo. Para poder destruir el nexo es necesario destruir al menos un inhibidor y las dos torretas frente a él. El nexo también se encarga de generar súbditos. Los súbditos son unidades aliadas o enemigas que se generan automáticamente para encaminarse a la batalla con el propósito de atacar a las unidades enemigas que estén presentes en los carriles que les fueron asignados, estos se generan en grupos de 6 o 7 cada 30 segundos con el fin de ayudar en el asedio a los campeones.



Figura 4. Nexos. League of legends. (Captura de pantalla)

Inhibidores: Los Inhibidores son construcciones que bloquean el entrenamiento de Súper Súbditos enemigos en el mismo carril. Una vez que el inhibidor del equipo enemigo es destruido, el Nexo comenzará a liberar Súper Súbditos, uno cada tres oleadas; estos son mucho más fuertes que los súbditos comunes. Además de esto se añadirán bonificaciones de vida y ataque al resto

de los súbditos normales. Solamente los súbditos del carril en donde fue destruido el inhibidor contrario reciben daño de ataque adicional mientras el inhibidor permanezca inactivo.

Los inhibidores destruidos se reactivan luego de 5 minutos, haciendo que ya no aparezcan Súper Súbditos y que se elimine la vida adicional de los súbditos normales.



Figura 5. Inhibidores. League of legends. (Captura de pantalla)

Torreta: las torretas son estructuras que realizan grandes cantidades de daño a los campeones y súbditos enemigos, estas torretas atacan a cualquier objetivo enemigo que se encuentre dentro de una zona específica, priorizando a los súbditos; cuentan con una barra de vida y pueden ser destruidas, es necesario destruir las tres torretas del carril antes de poder destruir un inhibidor. Cuando un campeón enemigo ataca a otro campeón que está en el rango de su torreta, esta deja de priorizar a los *minions* y pasa automáticamente a atacar al campeón enemigo.

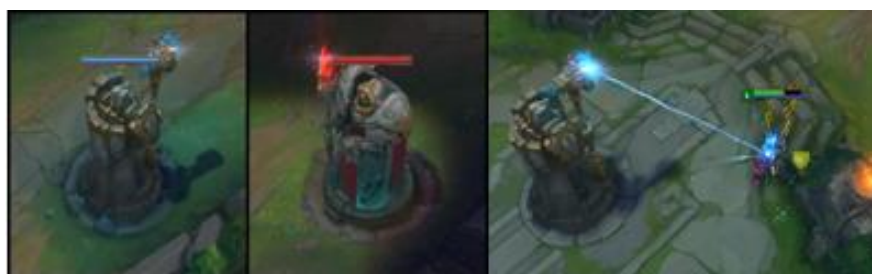


Figura 6. Torretas. League of legends. (Captura de pantalla)

Jungla: La Jungla hace referencia a cualquier área del mapa que no sea un carril o parte de la base de cualquier equipo, incluyendo el río que divide La Grieta del Invocador. Es la zona verde señalada en el mapa junto con la zona azul que es el río. Dentro de este espacio existen



monstruos neutrales, es decir que no son parte de las unidades de ningún equipo y solo atacarán en caso de que ellos mismos sean asediados por algún campeón, en ese caso atacarán al objetivo más cercano.



Figura 7. Jungla. Wikia.com (s.f)

### 5.3.3. Posición en el juego.

Las posiciones de juego es el carril al que irá un jugador con su campeón. En La Grieta del Invocador, el escenario más común, las posiciones son:

Carril superior, el carril de la zona izquierda, donde generalmente va un solo campeón.

Jungla. Es la zona de criaturas neutrales entre los carriles. Generalmente existe un campeón que se desplaza por esta zona y ayuda a sus compañeros de equipo asistiendo a cada uno de los tres carriles

Carril central. Es el carril rodeado por la jungla y camino más corto hacia la base enemiga. Al igual que en el carril superior suele ir un jugador

Carril inferior. Es el carril de la zona derecha, a este carril generalmente van dos campeones, ya que es el más cercano al dragón, uno de los monstruos del río que trae grandes ventajas para el equipo que logra asesinarlo.

#### 5.3.4. Características de los campeones.

*Vida.* Es un valor que inicia lleno y al llegar a 0 muere el personaje, teniendo que esperar un tiempo para reaparecer en la fuente. Este tiempo varía a medida que avanza la partida, ya que cada campeón reaparece “*respawn*” luego de un tiempo que será determinado por su nivel y el tiempo que lleva la partida.

*Maná.* Valor que se gasta usando las habilidades del campeón. Algunos personajes en su lugar tienen energía (que aumenta rápidamente, pero no es potenciable), furia (que aumenta peleando y no es potenciable), otras medidas con dinámicas específicas o ninguna medida para las habilidades.

*Regeneración de vida.* Cantidad de vida que recupera un campeón con el paso del tiempo cuando está herido.

*Regeneración de maná.* Cantidad de maná que aumenta con el tiempo hasta llegar al máximo. Si el campeón no tiene maná no tiene regeneración de maná.

*Daño de ataque.* Ataque físico básico que provoca un campeón al enemigo.

*Velocidad de ataque.* Ataques básicos por segundo que puede dar sin pausas.

*Armadura.* Daño físico que resiste constantemente el personaje.

*Resistencia mágica.* Daño mágico que resiste constantemente el personaje.

*Velocidad de movimiento.* Rapidez con la que te desplazas por el mapa.

### **5.3.5. Objetos y habilidades.**

El oro es único en la partida y se usa para comprar objetos. Los objetos tienen nombres y formas simbólicas para recordarlos fácilmente. Pueden ser objetos de efecto pasivo (constante), consumibles o activos, que afectan a las características del campeón.

Cada campeón tiene sus propias habilidades, que generalmente se activan predeterminadamente con las teclas Q, W, E y R, llamándose ésta la última la «habilidad definitiva», siendo usualmente la más poderosa o la más característica de un campeón. Cada habilidad tiene su propia dinámica, pero generalmente gastan maná, tras usarse tienen un periodo de enfriamiento (un tiempo que debe transcurrir antes de poder volver a usarse) y entre ellas se distribuyen los puntos de mejora, los cuales se ganan cuando el campeón sube de nivel.

Similares a las habilidades, están los hechizos de invocador, dos hechizos que seleccionan antes de que inicie la partida. Estos hechizos no gastan maná, pero tienen periodo de enfriamiento más prolongado.

### **5.3.6. Maestrías y runas.**

Las maestrías son puntos que se ganan cuando un invocador sube de nivel. Los puntos se distribuyen en tres árboles de beneficios personales: Ferocidad, Astucia y Valor. Dado que el mayor nivel de invocador que se puede conseguir en el juego es de 30, esa misma cantidad de puntos de maestría es lo que se puede conseguir. Se pueden crear varias páginas de maestrías para usar la más adecuada a la situación que se presente (posición y rol elegidos, composición de equipo o respuesta a la composición rival) y cada en cada página se colocan todos los puntos de maestría que tenga el jugador.

Las runas son beneficios adicionales que se adquieren en la tienda y luego se colocan en páginas para poder elegir antes de una partida. Se clasifican en 9 marcas (ofensivas), 9 sellos (defensivas), 9 glifos (magia) y 3 quintaesencias (utilidad) por página. Afectan de misma manera que las maestrías en el juego.

### **5.3.7. Dinero.**

El juego maneja dos tipos de moneda:

*Puntos de Influencia (PI)*. Puntos que se ganan jugando partidas. Con ellos se pueden desbloquear campeones, adquirir runas, etc.

*Riot Points (RP)*. Puntos que se compran a Riot Games con micro-transacciones. Con ellos se adquiere todo lo que se puede adquirir con PI (Puntos de Influencia) menos las runas, además de aspectos, cromas y dar regalos a otro jugador.

## **5.4. Análisis de tareas**

Muchas de las acciones que se ejecutan durante el juego requieren de distintas habilidades cognitivas que se relacionan o implican las tres funciones ejecutivas que se pretenden evaluar en el estudio, control inhibitorio (CI), memoria de trabajo (MT) y flexibilidad cognitiva (FC).

### **5.4.1. Habilidades básicas**

Son ejecutadas por todos los jugadores, ya que son parte esencial del juego y se deben realizar con el fin de tener un buen desempeño durante las partidas.

***Recolección de oro (CI)***: Durante el juego es necesario ganar oro para conseguir objetos que mejoren las habilidades del avatar en combate, esto se hace dando el golpe final a los

súbditos, por lo tanto, el jugador debe abstenerse de atacar súbditos que aún tienen gran cantidad de vida y atacar a los que están por morir, si se ataca un súbdito que aún tiene demasiada vida se corre el riesgo de que este muera a manos de los súbditos aliados antes de que el jugador pueda volver a atacar, en cuyo caso no recibirá oro. En esta tarea la atención debe filtrar la información para seleccionar los objetivos (control atencional) y atacar en el momento justo al súbdito correcto (control conductual). Existe la posibilidad de atacar constantemente a los súbditos enemigos esperando atinar algunos últimos golpes, sin embargo, esta estrategia hará que la ganancia de oro sea más lenta y por tanto menos optima, el jugador avanzado intentara ser más selectivo a la hora de atacar, en otras palabras, el jugador avanzado, es decir, aquel que optimiza su tiempo de juego, utilizará una estrategia con una demanda cognitivas mayor en cuanto al filtro de información y la planificación.



Figura 8. Farmeo. League of legends. (Captura de pantalla)

***Compra de objetos en la tienda (MT Y FC):*** Durante cada partida los jugadores deben comprar objetos que mejorarán sus habilidades, como por ejemplo aumentar su velocidad de ataque, su cantidad de vida máxima, su resistencia al daño etc. Dichos objetos son variados y ofrecen ventajas muy distintas cada uno; lo anterior implica que la elección de objetos debe hacerse conforme avanza la partida (es posible comprar objetos en cualquier momento de la partida) y teniendo en cuenta variables como las mejoras del jugador adversario, las mejoras de los compañeros, el rol que se desempeña en el juego, el desarrollo de la partida (si se está en ventaja o desventaja respecto al equipo rival), entre otras. Todas estas variables exigen que la persona deba flexibilizarse a la hora de pensar sus compras, puesto que más de una vez se verá forzado a cambiar de elección (debido a que la cantidad de oro es limitada) para responder a esas necesidades. Por otro lado, existe una función que se denomina “construcción de objetos” que consiste en comprar una serie de objetos que se combinan para conseguir uno superior que ofrece mayores ventajas. Esta función exige que el jugador tenga que operar y hacer cálculos aritméticos con la información aprendida respecto a las combinaciones de los objetos y con la información que le arroja la partida para así tomar la decisión sobre qué objetos construir. El jugador novato generalmente optara por comprar las mejoras que considera sirven para su campeón, sin tener muy en cuenta otros aspectos de la partida, como la forma en que están equipados sus compañeros y sus enemigos, el jugado avanzado por su parte generalmente conoce específicamente las mejoras de la mayoría de objetos y puede cambiar constantemente sus elecciones dependiendo de la forma en que avanza la partida.



Figura 8. Tienda de objetos. League of legends. (Captura de pantalla)

**Responder a una llamada o una alerta (FC Y CI):** Cada jugador tiene una línea o carril e implica funciones y objetivos específicos distintos, sin embargo, hay momentos de la partida en la que el jugador deberá responder a una llamada de un compañero o una alerta; esto implica que el jugador deberá responder a la llamada en función del equipo y cambiar su curso de acción o suspender la actividad que está realizando en ese momento.

Existen diferentes tipos de alertas y cada una demanda una acción diferente por parte del jugador, lo que implicará diferentes niveles de procesamiento y compromiso. Algunas alertas, como las de “enemigo desaparecido” o “peligro” hacen que el jugador deba dirigir su atención a cualquier estímulo sospechoso, lo que hará que su atención sea flotante con el fin de evitar sorpresas, por lo que estas alertas están relacionadas (además de la flexibilidad cognitiva) con el

control inhibitorio cognitivo, puesto que deberán agudizar su filtro visual para responder de manera adecuada a la alerta.

Por otro lado, existen las alertas de “voy en camino” y “ayúdame” que implican una respuesta conductual, movilizarse y cambiar o corregir cursos de acción, por lo que se exige inhibir la conducta realizada y acudir al llamado o preparar la llegada de un compañero, esperarlo o resistir algún ataque.



Figura 9. Alertas. League of legends. (Captura de pantalla)

En las siguientes imágenes vemos una situación similar en la cual las distintas señales pueden estar indicando distintos cursos de acción, los dos muñecos de práctica representan dos jugadores enfrentados en una línea y el personaje a la derecha, pretende emboscar a su enemigo que en este caso estaría representado por el muñeco con la barra de vida roja. (cada personaje



tiene una perspectiva distinta, por lo que es posible que ninguno de los dos jugadores en la línea se haya percatado de la presencia del personaje de la derecha)

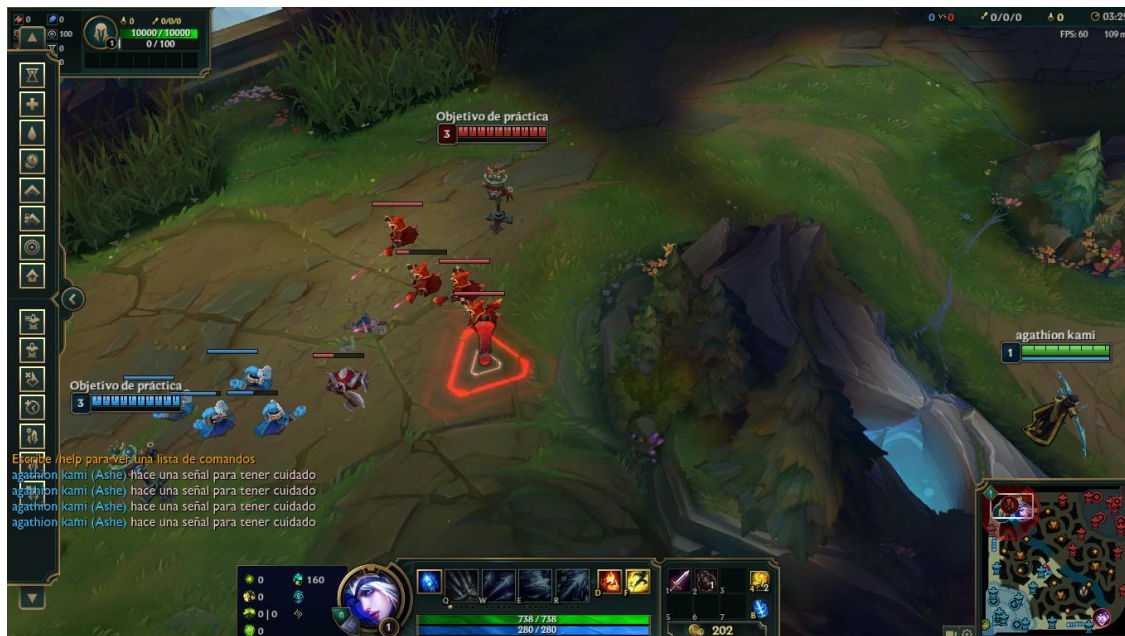


Figura 10. Alerta de peligro. League of legends. (Captura de pantalla)

En esta imagen la señal de peligro pudo ser emitida por un integrante del equipo rojo con la intención de señalar a su aliado que va a ser emboscado y este pueda tomar una acción de huida.



Figura 11. Alerta de voy en camino. League of legends. (Captura de pantalla)

En esta imagen, la señal de voy en camino es emitida para indicarle al aliado, que en este caso es el personaje con la barra de vida azul que va a recibir ayuda, de modo que este pueda intentar atrapar al enemigo, mientras su aliado llega a la posición.



Figura 12. Alerta de ayuda. League of legends. (Captura de pantalla)

En esta última imagen la señal de ayuda pudo ser emitida por el personaje con la barra de vida azul, que está claramente asediado por los súbditos enemigos, con la intención de recibir ayuda de su compañero y que este no se aleje de la zona.

**Combates con otros jugadores (MT, FC Y CI):** Esta acción durante el juego es bastante crucial ya que es lo que más influirá en el resultado de la partida y exige gran demanda cognitiva para realizarse de forma óptima y obtener ventaja en la mayoría de los casos, sin embargo, es necesario analizar esta acción en dos niveles, uno básico, en el que entrarían la mayoría de jugadores y uno avanzado, que tiene que ver con estrategias complejas que utilizan

los jugadores más experimentados que están orientadas a mejorar su eficacia en este tipo de combates. En este apartado se analizará el nivel básico.

Durante un combate contra otro jugador (o contra varios) siempre ocurren situaciones inesperadas, lo que implica que el jugador deberá estar atento a los movimientos del otro para modificar sus cursos de acción sobre la marcha, en este sentido, el jugador puede huir del combate si su “vida” está muy baja, atacar con una u otra habilidad, reagruparse, pedir ayuda, etc. Como vemos, tantas posibilidades de acción requieren que el jugador sea bastante flexible en sus posibilidades de acción, pues si siempre toma la misma vía es probable que no obtenga los mismos resultados. Adicionalmente, el jugador necesita tener presente las habilidades que han utilizado tanto él como los adversarios con el fin de ajustar su estrategia, calcular daños (el que está en la capacidad de dar, el que podría recibir y el que podría soportar) todo lo anterior implica cálculos mentales en los que se evalúan variables como la cantidad de “vida” propia, la cantidad de “vida” del oponente, la capacidad de daño de las habilidades, la cantidad de magia (lo cual determina qué habilidades se pueden usar y cuáles no, pues cada una demanda una cantidad de energía diferente) y las habilidades disponibles. De todo esto se encarga la memoria de trabajo. Estos procesos en conjunto dan paso a la planeación que se requiere no solo en el combate sino también a través de toda la partida, la ejecución de cada combate no es algo que se pueda memorizar, ya que cada situación es novedosa, si bien con el tiempo se desarrolla cierta experticia que permite mejorar la velocidad en la que se planea y ejecuta una acción, no hay una fórmula exacta, ni una serie de pasos efectivos para los enfrentamientos.

En la Figura 14 se puede apreciar una escena de batalla convencional; en esta, una gran cantidad de personajes interactúan mediante movimientos, ataques o activando sus habilidades. Para el jugador novato, este escenario puede resultar incomprensible, mientras que para el

experto está lleno de pistas que guían sus decisiones, es necesario aclarar que no todos los elementos cumplen una función esencial en una decisión específica, pueden variar de acuerdo con los objetivos e intenciones del jugador.



Figura 13. Batalla en equipo. Team-dignitas.net (2015)

Sin embargo, este combate en equipo tiene la estructura más común utilizada en el juego, los personajes que tienen mayor resistencia y cuyas habilidades son de corto alcance están posicionados en el centro de la zona de combate, mientras aquellos que resisten menos están ubicados en los extremos, incluso podemos ver como un integrante del equipo rojo aprovecha una de sus habilidades para atravesar los personajes más resistentes e ir por los enemigos que se encuentran atrás.

Aunque existan estrategias funcionales, que los jugadores más experimentados manejan con mayor soltura, esto no implica que sea la única forma en que se dan las batallas en equipo, y tampoco es necesariamente la mejor, al igual que en el ajedrez, si bien hay una serie de movimientos estudiados que son conocidos por los jugadores más experimentados (por ejemplo las aperturas) no siempre se elige el movimiento más usado o el que estadísticamente ha mostrado ser mejor, dependerá del oponente al que el ajedrecista se enfrenta o la estrategia que desee utilizar. De igual forma en el juego las estrategias varían de acuerdo a un gran número de factores.



Figura 14. Análisis de batalla en equipo. Team-dignitas.net (2015)

#### 5.4.2. Habilidades avanzadas

Estas habilidades si bien también son necesarias para un buen desempeño en el juego, resultan más complejas y no todos los jugadores las llevan a cabo de manera correcta, ya que requieren una cierta experiencia.

***Revisar constantemente el mini mapa y los puntos de visión de la partida (FC Y MT):***

El juego cuenta con un mini mapa en la parte inferior derecha de la pantalla, en este se pueden ver aspectos como las alertas y las posiciones de los compañeros. Al seleccionar alguna de las zonas en el mini mapa se obtiene una mirada de ese lugar en la pantalla, mientras eso ocurre no se puede ver al avatar del jugador, por lo que la estrategia consiste en dar miradas rápidas a las distintas zonas del tablero mientras se realiza alguna acción propia, por supuesto, evitando distraerse al punto de ser un blanco fácil. Tal acción requiere flexibilizarse ya que con cada escaneo pueden aparecer situaciones novedosas que requiere de acciones inmediatas o acciones planificadas; además de requerir un esfuerzo en memoria de trabajo para retener y operar con la información recolectada en esos escaneos constantes del mapa de juego.



*Figura 15. Visión en el mini mapa. League of legends. (Captura de pantalla)*

En una situación similar a la señalada para explicar las alertas en el juego, se observan dos personajes enfrentados en una línea, mientras que hay un tercer personaje que está en posición de hacer una emboscada, si bien el mini mapa está mostrando un icono que señala que hay un enemigo, la vista que se tiene en el momento no permite verlo directamente, si el jugador no atiende al mini mapa durante la batalla es posible que no se percate de la emboscada, por lo

que puede concluirse que un mejor control inhibitorio y flexibilidad cognitiva pueden favorecer el desempeño del jugador.



Figura 16. Visión de los enemigos en el mini mapa. League of legends. (Captura de pantalla)

**Habilidades de combate (MT, FC Y CI):** Sumado a lo presentado anteriormente, los jugadores avanzados llevan el combate a otro nivel y sus posibles cursos de acción son mucho más variados, incluso a niveles impredecibles, es decir, un jugador profesional puede efectuar movimientos muy creativos y esto se debe a una especialización en el juego.

Los jugadores avanzados pueden, entre otras cosas, llevar un registro mental del tiempo de espera de las habilidades usadas para calcular el momento exacto en que esta volverá a estar disponible, calcular de manera precisa la cantidad de daño que puede causar con una u otra habilidad y a partir de este cálculo elegir la mejor manera de encarar a un enemigo, esperar el momento exacto para usar una habilidad que puede dar cierta ventaja y utilizar objetos externos para hacer daño al enemigo. Tales acciones deben realizarse con mucha precisión, ya que a este nivel de juego una habilidad bien o mal usada puede significar el éxito o la derrota en una partida, por lo que el nivel de demanda cognitiva aumenta considerablemente.

#### **5.4.3. Análisis global del juego.**

El juego completo se puede dividir en tres momentos claves, que determinan el nivel de demanda cognitiva y las habilidades utilizadas para cumplir los objetivos específicos. Siendo “*early game*”, “*mid game*” y “*late game*” estos momentos, los cuales se podrían equiparar con los momentos en una partida de ajedrez y al igual que en este se responde a una estrategia que se construye poco a poco para lograr un objetivo final: alcanzar y destruir el nexo enemigo, lo que equivaldría a hacer un “jaque mate”.

De igual forma que ocurre en el ajedrez a medida que se obtiene experiencia algunas cosas pueden resultar cognitivamente menos demandantes, como el inicio del juego o la partida, ya que hay una idea clara de lo que se tiene que hacer y que funciona mejor, pero en ambos casos conforme se avanza, el gran abanico de posibilidades hace que cada partida sea diferente y por tanto exista una gran demanda cognitiva, igualmente pasa que si un oponente es también un jugador avanzado, entonces no resultara tan fácil ganar con estrategias convencionales y habrá que pensar mejores formas de ejecutar los movimientos.



También es posible que al acostumbrarse a una estrategia si el oponente ajusta su juego a dicha estrategia pueda contrarrestarla, si el jugador no tiene la habilidad necesaria para variar su conducta y su pensamiento (flexibilidad cognitiva) entonces perseverará en una estrategia poco funcional. Adicional a todo lo anterior hay que tener en cuenta que, en el videojuego, se introducen pequeños cambios constantemente, dichos cambios no afectan la forma general en que se desarrolla el juego, pero si agregan variables que obligan al jugador a cambiar constantemente el tipo de estrategias que utiliza.

***Early game (juego temprano):*** durante esta etapa del juego el objetivo consiste en armarse (comprar mejoras) y conseguir la mayor cantidad de oro posible para comprar objetos que mejoren las habilidades del campeón. La tarea principal en este momento del juego consiste en “*farmear*”, es decir, matar súbditos y criaturas del bosque para conseguir el tan preciado oro; como se ha mencionado ya, para esta tarea se requiere control inhibitorio, pues los súbditos solo dan oro al último golpe, lo cual exige una constante selección de los objetivos y ataques en el momento preciso. Además, es necesario que cada jugador cuide su línea para evitar sorpresas, por lo que el “*farmeo*” no es lo único que debe hacerse, pues se podría correr el riesgo de dejar desprotegido el carril y volverlo un blanco fácil, por lo que se exige flexibilidad cognitiva en este momento del juego. Todo lo anterior sin dejar de lado el constante uso de memoria de trabajo para almacenar y operar con la información que va surgiendo a lo largo de la partida.

Otro objetivo en esta parte del juego es subir la mayor cantidad de niveles, esto permite mejorar las habilidades y por ende aumentar la capacidad de daño del campeón, por lo cual es posible que se presenten algunas luchas cuerpo a cuerpo con jugadores contrarios, con toda la demanda cognitiva que ello implica y que ya se ha explicado con anterioridad en el apartado de combate (página 62).

**Mid game (juego medio):** una vez estando lo suficientemente armados y con buen nivel, los integrantes del equipo se disponen a conseguir los objetivos que los llevarán a la victoria; esto es: destruir torretas enemigas, derrotar el dragón (lo cual no es indispensable, pero otorga ventajas para el equipo que lo consiga). El objetivo en esta etapa del juego es acercarse cada vez más a la base enemiga, por lo cual las probabilidades de combate aumentan significativamente, llegando a ser algo constante. Durante el mid game la demanda cognitiva aumenta también, puesto que, además de continuar con la labor de “farming”, se deben tener en cuenta otra cantidad de variables, como las posiciones de los compañeros, el estado de las torretas propias y enemigas, las posibles ubicaciones de los contrarios, etc. Además, en esta parte del juego, las alertas aumentan considerablemente debido a que el juego está abierto, es decir, que ambos equipos están enfocados en el ataque por lo que la defensa tiende a descuidarse y constantemente hay sucesos alrededor del mapa, alguien intentando emboscar, algún enemigo probando conseguir una mejora de dragón o tumbando una torre etc. Todo esto requiere gran capacidad de flexibilidad cognitiva para adaptarse y responder a estas demandas que se van dando.

Finalmente, un alto nivel de memoria de trabajo permitiría tener buenos resultados en esta fase del juego debido a la cantidad de información que se procesa y jerarquiza en orden de prioridad para resolver; realizar esta tarea de manera eficiente puede significar un avance más rápido y por consiguiente “inclinarse a su favor”.

**Late game (juego tardío):** tras haber avanzado lo suficiente, y habiendo destruido las torretas enemigas, se llega a la base en donde inicia realmente la conquista del nexo (el objetivo final del juego) para esto se inicia con la destrucción de los inhibidores, unas estructuras que al ser destruidas permiten la creación de súbditos aliados más fuertes, lo cual aumenta la ventaja sobre el equipo contrario; posteriormente se procede con la destrucción del nexo. Esta etapa del

juego es sumamente competitiva y agitada, los combates aumentan mucho más que en el mid game y aparecen las “*Team Fights*” que son luchas en las que todos los jugadores de ambos equipos se involucran, estas batallas son cruciales, pues pueden definir el ganador de la partida. Durante las *team fights* los movimientos deben ser calculados de forma muy precisa y con una alta velocidad de procesamiento dado que un mal movimiento puede significar la derrota, esto implica una alta demanda cognitiva orientada a analizar la situación, elegir rápidamente el curso de acción, tomar la decisión adecuada sobre cuál de los posibles cursos de acción realizar, y en general las estrategias de combate señaladas en el apartado anterior. Una vez vencido el equipo contrario en la *team fight* se tiene acceso libre al nexo y al destruirlo, concluye la partida.

## 6. Diseño metodológico

### 6.1. Tipo de investigación

Esta investigación tiene como base múltiples planteamientos teóricos que buscan ser contrastados empíricamente, además se construye sobre la hipótesis de que existe relación entre la proficiencia de los jugadores de *League of Legends* y su desempeño en funciones ejecutivas y busca medir esa posible relación, por tanto, es de enfoque empírico-analítica.

### 6.2. Nivel de investigación

El objetivo del presente estudio será medir las puntuaciones en funciones ejecutivas de jugadores de LOL y hacer la comparación en diferentes grupos, es decir, esta investigación tendrá un nivel descriptivo-comparativo.

### 6.3. Diseño específico

La investigación será no experimental, de tipo exposfacto prospectivo; en esta tomaremos a los participantes y los dividiremos en grupos de acuerdo a su nivel de proficiencia, para esto se hará un cálculo tomando el nivel de la persona en el juego que está dado por el mismo sistema que utiliza el videojuego y el número de horas invertido en el mismo, de modo que se asignará un puntaje a cada jugador, este puntaje se calcula dividiendo el número de horas en juego de la persona por una puntuación asignada a cada nivel, es decir que al comparar los puntajes de dos personas con el mismo nivel en el videojuego, pero un número distinto de horas invertido aquel que haya jugado menos horas tendrá un puntaje de proficiencia más alto; y se evaluará su desempeño en F.E,  $(\text{Horas/Nivel} = \text{Proficiencia})$  . La variable X será la exposición al juego (variable que no es introducida ni manipulada) y la variable Y será el desempeño en F.E.

#### **6.4. Tipo de muestra**

Al centrarse en los jugadores de un juego específico, la muestra debe buscarse intencionalmente y se hará mediante la estrategia bola de nieve, foros de internet y eventos relacionados con el videojuego a los que asista este tipo de población. La muestra será de un total de 150 personas, incluyendo el grupo de No jugadores; esto nos permitirá tener cuatro grupos de 30 personas cada uno y un quinto grupo de No jugadores, con el mismo número de integrantes.

#### **6.5. Procedimiento**

Inicialmente se contactó a los participantes por medio de la estrategia bola de nieve, posteriormente se realizó una convocatoria abierta a través de redes sociales y publicidad física en diferentes universidades de los municipios de Rionegro y Medellín, una vez contactados se les explicó en qué consistía la investigación y se procedió con la evaluación, no sin antes solicitar los datos necesarios para acceder al tiempo de exposición al juego y al nivel, luego de esto se realizaron las pruebas en la plataforma computarizada PEBL2.0, un software de creación de experimentos psicológicos gratuito y de código libre. Los tres test se presentaron de forma aleatoria para controlar la variable del agotamiento.

#### **6.6. Criterios de exclusión**

Se excluyeron los participantes que habían sido *baneados* del juego con una cuenta anterior, ya que no era posible acceder a la información de esas cuentas, los que jugaban de manera competitiva otros juegos del subgénero MOBA y los que no proporcionaron información completa en sus datos sociodemográficos, así como de aquellos que ya no se encontraban activos en el juego.

## 6.7. Instrumentos

Se utilizó el PEBL 2.0 como plataforma para realizar la evaluación, para esto se ajustaron los tres test utilizados, según las necesidades del estudio, luego se creó una cadena con el fin de presentarlos en orden aleatorio de forma automática, las bases de datos se guardaron automáticamente, por lo que posteriormente solo fue necesario extraer los datos y pasarlos a un archivo de Excel.

Primero se presentará un pequeño cuestionario donde se pregunta por la edad, el sexo, lugar, el *nick* o nombre de invocador del juego. El *nick* permitirá acceder al nivel que la persona posee en el juego y al número de horas de juego.

Se utilizarán tres instrumentos para la medición de funciones ejecutivas, el Test go-nogo, El switcher y la tarea de paradigma N-back, estas pruebas han sido utilizadas en diversas investigaciones como instrumentos para comparar el funcionamiento ejecutivo entre dos o más grupos poblacionales, por lo que sus medidas y formas de presentación varían según el propósito de los investigadores, de modo que estas se podrían entender más como tareas, sobre las cuales una persona tendrá mejor o peor desempeño y no como instrumentos precisos de medición. Para su aplicación las tres pruebas fueron traducidas al español y se ajustaron los parámetros de aplicación

### 6.7.1. El test go-nogo.

Este test hace parte de las tareas de ejecución-no ejecución utilizadas para medir la capacidad de inhibición, en general estas tareas tienen gran similitud con el test de *tapping* diseñado por Luria (1966), en estas tareas se instruye a los sujetos a responder a un estímulo go (sigue), y a inhibir la respuesta ante el estímulo no go (para). Se le pide al sujeto que respondan al estímulo go lo más rápido que les sea posible. En el caso del test Go-nogo en su modalidad

virtual se le pide al evaluado que de click rápidamente ante la aparición de un estímulo Go en la pantalla (la letra P), adicional a esto el sujeto debe abstenerse de presionar el click si aparece un estímulo No go (la letra R) presionar cuando aparece este estímulo se cuenta como un error, de igual modo presionar anticipándose al estímulo, sin que este aparezca en pantalla también se considera un error (Soprano, 2003). Además de los errores o aciertos de cada sujeto, el programa nos permite acceder a los tiempos de respuesta.

La versión de la prueba es la utilizada por Bezdjian, Baker, Lozano y Raine, (2009). En un estudio que pretendía observar la impulsividad y la inatención en niños de primaria y comparar estas características con las observaciones de los padres y profesores con respecto a comportamientos que fueran indicadores de las mismas. La versión fue adaptada tras la revisión de variados estudios, donde fue utilizada para investigaciones en pacientes con TDAH.

Numerosos estudios que exploran la naturaleza desinhibidora del TDAH han utilizado medidas de laboratorio como la tarea Go / NoGo (Nigg, 2001). Los dominios sintomáticos de la impulsividad (que incluyen dificultades en el control y la respuesta inhibitoria) y la falta de atención (que incluyen dificultades para mantener y enfocar la atención) se ejemplifican en un paradigma Go / NoGo. Por ejemplo, dado que los errores de comisión (errores de NoGo) son respuestas que ocurren cuando no se requiere respuesta, se supone que reflejan la impulsividad. Los errores de omisión (la ausencia de respuesta a un objetivo) reflejan síntomas de falta de atención (Barkley, 1991; Halperin, Wolf, Greenblatt y Young, 1991). Además, se considera que el control inhibitorio deficiente es el síntoma cognitivo central de los trastornos por déficit de atención en los niños (Barkley, 1997; Brandeis et al., 1998; Nigg, 2001). La investigación confirma que los niños desinhibidos responden demasiado rápido y con demasiada frecuencia cuando se les exige que esperen y observen los acontecimientos, como se ve a menudo en los errores impulsivos (errores de comisión) (Corkum y Siegel, 1993). (Bezdjian, et al., 2009)

### 6.7.2. Switcher.

Esta tarea hace parte de las pruebas denominadas *Switching Task*, utilizadas para medir la flexibilidad cognitiva, a través de ejercicios del tipo de cambio de tarea. En esta versión de la prueba denominada switcher, los participantes ven una pantalla con diez formas coloreadas (cinco formas distintas, con cinco colores distintos) además cada una de las formas tiene dentro de sí letras distintas, cada figura coincide con otra en alguna de estas tres características, forma, color o letra. Una vez iniciado el test en la parte superior de la pantalla ira apareciendo alguna de estas tres características, el objetivo del participante es “cambiar” de una figura que estará resaltada, a otra que tenga la misma característica que se lee en la parte superior. Durante la evaluación habrá nueve bloques, en los cuales irán variando el orden y el número de las reglas, se empieza con tres bloques en los cuales se presentarán durante varios intentos solo dos reglas, las cuales seguirán la misma secuencia durante todo el bloque, luego se añadirá una tercera regla y a partir del bloque siete se presentarán las tres reglas de forma aleatoria sin seguir una secuencia. (Anderson, Deane, Devon, Loucks, Veach, 2015).

Esta tarea fue diseñada para su aplicación a través del PEBL, sin embargo, su construcción está basada en los *Trail making test*, prueba neuropsicológica que es utilizada para observar habilidades la atención visual y el cambio de tarea y es usado para detectar algunas dificultades cognitivas asociadas a la demencia. (Bowie, y Harvey, 2006).

Para su validación Anderson et al., (2015) realizaron un estudio con estudiantes de la universidad de Michigan, quienes fueron sometidos a 12 sesiones ambas pruebas en diferentes horas del día, las sesiones se dividieron en 4 momentos (mañana, medio día, tarde y noche). En cada momento se aplicó el test de somnolencia de Epworth, como medida de control para el agotamiento, los resultados mostraron dos efectos notables en las pruebas, el primero es que



hubo una mejora inicial en el desempeño de los sujetos, que puede ser explicado por un aprendizaje de la tarea, pero tras varias sesiones ese desempeño empezaba a empeorar, lo que era un resultado esperable debido al agotamiento cognitivo.

Finalmente, al comparar estos cambios en el desempeño de ambas tareas se obtuvo que cada sujeto variaba de forma similar en las dos, mostrando una correlación entre ambas pruebas; adicionalmente se observó que al introducir los cambios de regla o tarea en el switcher los sujetos eran más propensos a cometer errores inicialmente, o bien tardaban mucho más en dar respuesta, y esto aumentaba cuando las medidas de agotamiento o somnolencia arrojadas por la escala de Epworth eran mayores, todos estos resultados concuerdan con lo esperado y tienen consistencia con respecto a la habilidad que se pretendía evaluar. (Anderson et al., 2015)

### **6.7.3. Paradigma N-back.**

Es una prueba que se ha utilizado también como una actividad interactiva que permite medir y entrenar la memoria de trabajo, esta prueba fue introducida por Wayne Kirchner en 1958. La tarea consiste en recordar la posición de una serie de estímulos (figuras) que aparecen por unos segundos en pantalla para esto en principio, se muestra un cuadro de 3x3 con nueve cuadrantes, en cada uno de los cuales puede aparecer el estímulo, se usan 8 cuadrantes ya que el del centro se utiliza para un segundo estímulo el cual consiste en una letra, de modo que a la vez que aparece la letra, una figura se muestra por poco tiempo en la pantalla y, tras desaparecer y aparecer de nuevo, el individuo debe señalar si la figura sigue donde estaba y, en cualquiera de los casos, memorizar la nueva posición de la figura para así continuar sucesivamente con el próximo ciclo, de igual forma deberá realizar esto con la letra. La tarea aumenta de dificultad según el nombre que adquiere, en el 1-back el sujeto debe señalar (presionar un botón o hacer click) si el estímulo que reaparece se encuentra en el mismo lugar en que apareció en la ocasión

o ciclo anterior (se cuenta un ciclo cada vez que el estímulo aparece y desaparece) de lo contrario no hará nada, en el 2-back solo señalará si el estímulo aparece en el mismo lugar en que estaba 2 ciclos atrás, con el 3-back se señalará si reaparece en el lugar en que estaba 3 ciclos atrás y así sucesivamente (Wayne, 1958).

El n-back es una tarea comúnmente utilizada en los estudios de neuro imagen funcional para identificar los mecanismos neuronales de la memoria de trabajo, de igual forma ha sido utilizada para el entrenamiento de dicha función, mostrando resultados inconsistentes, que aun generan dudas sobre su utilidad para este campo (Jacola et al.,2014). Chen, Mitra y Schlaghecken, (2008) señalan también su amplio uso en los estudios de neuro imagen relacionados con la memoria de trabajo, y realizaron un estudio más esquemático, mostrando como diferentes subprocesos en la tarea activaban de manera más directa ciertas zonas, en el caso del cambio, es decir cuando se toma solamente un nuevo estímulo, como en el 1-back se requiere un locus más frontal, pero cuando se produce un remplazo, es decir hay que mantener un estímulo y remplazar otro se activa mayormente un locus posterior.

Forns et al., (2014) realizaron un estudio epidemiológico, con el fin de evaluar las propiedades psicométricas de dos tareas neuropsicológicas en las que se incluyó el N-back, para esto evaluaron el desarrollo neuropsicológico de 2.904 niños de 7 a 9 años de edad. Los principales resultados de la prueba n-back fueron puntaje (respuestas correctas = d) y tiempo de respuesta (HRT), el estudio sugiere que la mayoría de los resultados del n-back (d y HRT) tienen estructura factorial razonable, buena validez de criterio, así como dependencias estadísticas adecuadas. Para evaluar la consistencia interna de los resultados del n-back, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para todos los resultados, así como también para cada estímulo (colores, letras, números, y palabras) y cada carga (1, 2 y 3 atrás), por separado, los resultados

indican que  $d =$  puntaje (.80) y HRT (.78) tienen buena consistencia interna cuando todos los estímulos y cargas cognitivas son analizados juntos. El análisis factorial exploratorio sugirió cinco factores incluyendo las tres cargas de  $d =$  como factores diferentes (1-, 2- y 3-back) confirmando que los puntajes HRT y  $d =$  están evaluando diferentes funciones cognitivas.

### **6.8. Consideraciones éticas**

Esta investigación no supone ningún riesgo para los participantes, así como tampoco un beneficio directo para los mismos, además se ciñe a lo dispuesto en la ley 1090 de 2006 en lo concerniente a la investigación con seres humanos. Quienes participaron lo hicieron de manera voluntaria y podían retirarse en el momento que lo desearan.

Durante la investigación no se preguntó por información que pusiera en riesgo la integridad o el buen nombre de los participantes; la información que se obtenida fue usada solo con fines académicos

La investigación tuvo como marco de referencia el código de ética en investigación de la Universidad de Antioquia, procurando referenciar correctamente el trabajo de otros autores o entidades y respetar la propiedad intelectual, la información obtenida de la investigación será dada a conocer a la comunidad científica y al público en general, especialmente a los participantes de la prueba, con la debida reserva sobre los datos o información confidencial. El manejo de la información y el proceso de investigación se realizó con la transparencia y responsabilidad que se espera de los investigadores.

### **6.9. Plan de análisis**

Para el análisis de los datos, primero se dividió el total de la muestra en 4 grupos según su nivel y proficiencia en el juego, una vez establecido el nivel de proficiencia de todos los

participantes se dividió la población en 4 grupos de igual proporción y se asignaron las categorías de nivel de proficiencia bajo, medio-bajo, medio-alto y alto a cada grupo. La división se hizo utilizando los cuartiles de la variable. Los sujetos por debajo del cuartil 1 se clasificaron como “proficiencia baja”, los sujetos por encima del cuartil 1 y por debajo del cuartil 2 se consideraron con una “proficiencia medio-baja”, los sujetos por encima del cuartil 2 y por debajo del cuartil 3 con una “proficiencia medio-alta” y los sujetos por encima del cuartil 3 fueron clasificados como con una “proficiencia alta”.

Se describieron los datos utilizando medidas de tendencia central ubicación y dispersión para cada uno de los grupos por separado y para el total de la muestra, esto permitió saber las características de la muestra general y los grupos en términos sociodemográficos y con respecto a los niveles de proficiencia en el juego (número de horas y nivel).

Posteriormente, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov/Shapiro Wilk a cada grupo y a la muestra total para establecer si la distribución de los datos es normal o no.

Una vez realizadas las pruebas de normalidad se procedió a realizar la comparación de medias entre los grupos de jugadores según su cuartil con la prueba Kruskal-Wallis, para varias muestras independientes, la prueba se hizo realizando la división con las tres variables, proficiencia, tiempo de juego, nivel. Finalmente, para la comparación entre jugadores y No jugadores se realizó una comparación de medias para dos muestras independientes con la prueba U de Mann-Whitney

## 7. Resultados

### 7.1. Descriptivos

Tras un análisis exploratorio, con una muestra de 109 jugadores y 29 No jugadores, no se reportaron datos perdidos, los valores de simetría y curtosis (Tabla 1) muestran que los datos podrían no seguir una distribución normal, por lo que se hizo necesario realizar pruebas de bondad de ajuste.

Tabla 1. *Descriptivos*

	JUGADORES				NO JUGADORES			
	Media	DE	Simetría	Curtosis	Media	DE	Simetría	Curtosis
Horas	2187	963	0.337	-0.536	-	-	-	-
Nivel	671	272	0.176	-0.814	-	-	-	-
Tasa	0.335	0.121	0.666	1.23	-	-	-	-
Go aciertos	48.1	1.79	-2.20	8.75	46.9	1.91	-0.558	-0.303
Go errores	1.89	1.79	2.20	8.75	3.07	1.91	0.558	-0.303
Go tiempo	466	57.2	0.446	-0.561	959	108	0.900	2.81
N Aciertos 1	37.9	2.50	-2.42	8.24	37.9	2.13	-1.39	2.41
N Aciertos 2	32.3	3.17	-0.710	1.80	32.0	2.29	-0.447	0.328
N Aciertos 3	28.9	2.76	0.0299	-0.719	28.2	2.38	0.418	1.07
N Errores 1	2.11	2.50	2.42	8.24	2.10	2.13	1.39	2.41
N Errores 2	7.71	3.17	0.710	1.80	7.97	2.29	0.447	0.328
N Errores 3	11.1	2.76	-0.0299	-0.719	11.8	2.38	-0.418	1.07
N Tiempo 1	1020	228	0.975	1.44	1144	197	0.288	0.580
N Tiempo 2	2628	611	0.119	-0.148	1214	295	0.886	1.04
N Tiempo 3	1375	367	-0.207	0.0683	1191	296	0.422	-0.213
SW Errores 1	0.853	1.24	1.71	2.66	2.66	2.82	1.31	0.540
SW Tiempo 1	2084	280	0.254	-0.543	2267	852	2.86	10.1
SW Errores 2	1.47	2.12	2.21	6.19	2.45	3.24	2.07	5.00
SW Tiempo 2	2150	326	0.660	0.517	2296	726	2.29	6.57
SW Errores 3	0.872	1.24	1.76	3.41	1.93	1.81	0.846	0.571
SW Tiempo 3	2116	318	0.990	1.32	2232	341	1.19	1.77

Se realizó la prueba de normalidad utilizando el método de Shapiro-Wilk y se confirmó que la mayoría de las variables no presentan una distribución normal, por lo que se procedió con métodos no paramétricos. (Tabla 2)

Tabla 2. *Test de normalidad (Shapiro-Wilk)*

	JUGADORES		NO JUGADORES	
	W	p	W	p
Horas	0.980	0.092	-	-
Nivel	0.968	0.010	-	-
Tasa	0.970	0.014	-	-
Go aciertos	0.802	< .001	0.931	0.058
Go errores	0.802	< .001	0.931	0.058
Go tiempo de	0.968	0.010	0.943	0.120
N Aciertos 1	0.750	< .001	0.850	< .001
N Aciertos 2	0.959	0.002	0.962	0.367
N Aciertos 3	0.968	0.011	0.949	0.168
N Errores 1	0.750	< .001	0.850	< .001
N Errores 2	0.959	0.002	0.962	0.367
N Errores 3	0.968	0.011	0.949	0.168
N Tiempo 1	0.945	< .001	0.957	0.276
N Tiempo 2	0.992	0.761	0.936	0.077
N Tiempo 3	0.986	0.338	0.958	0.300
SW Errores 1	0.713	< .001	0.789	< .001
SW Tiempo 1	0.986	0.330	0.699	< .001
SW Errores 2	0.718	< .001	0.758	< .001
SW Tiempo 2	0.968	0.010	0.752	< .001
SW Errores 3	0.727	< .001	0.885	0.004
SW Tiempo 3	0.944	< .001	0.888	0.005

*Nota.* Un bajo nivel del valor-p sugiere una violación de la hipótesis de normalidad

## 7.2. Comparación entre jugadores por proficiencia

A continuación, se presentan descriptivos de los videojugadores divididos en cuartiles según su proficiencia, no se reportaron valores perdidos y los grupos quedaron distribuidos de la

siguiente manera: Cuartil 1: 27 participantes, Cuartil 2: 28 participantes, Cuartil 3: 28 participantes y Cuartil 4: 26 participantes. (Tabla 3)

Tabla 3. *Descriptivos*

	Media				Desviación estándar				Simetría			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Proficiencia	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Goaciertos	48.0	48.4	47.9	48.2	1.44	1.40	2.56	1.52	-1.50	-1.04	-2.46	-0.35
Goerrores	2.00	1.61	2.14	1.81	1.44	1.40	2.56	1.52	1.50	1.04	2.46	0.351
Gotiempo	465	472	467	461	58.2	53.9	52.8	66.3	0.714	0.0516	0.0833	0.838
NAciertos1	38.1	37.9	38.3	37.2	2.12	1.90	1.82	3.77	-1.34	-1.31	-1.67	-2.19
NAciertos2	32.4	32.2	32.0	32.7	3.42	2.67	2.65	3.97	0.312	-0.446	-0.667	-1.69
NAciertos3	29.1	28.9	29.0	28.6	2.91	2.97	2.83	2.40	0.224	-0.291	0.0451	0.137
NErrores1	1.89	2.07	1.75	2.77	2.12	1.90	1.82	3.77	1.34	1.31	1.67	2.19
NErrores2	7.63	7.82	8.00	7.35	3.42	2.67	2.65	3.97	-0.312	0.446	0.667	1.69
N-Errores3	10.9	11.1	11.0	11.4	2.91	2.97	2.83	2.40	-0.224	0.291	-0.0451	-0.13
NTiempo1	1066	978	1006	1030	198	237	198	277	0.0397	1.12	1.36	1.24
NTiempo2	2739	2606	2485	2691	577	657	629	578	-0.155	-0.274	0.852	0.263
NTiempo3	1467	1246	1381	1411	361	343	322	421	-0.195	0.157	-0.900	-0.27
SWErrores1	0.704	1.04	0.714	0.962	1.10	1.35	1.05	1.46	2.50	1.20	1.66	1.76
SWTiempo1	2121	1998	2153	2064	244	207	324	319	0.279	0.457	-0.103	0.237
SWErrores2	0.926	1.82	1.36	1.77	1.44	2.31	1.93	2.63	1.64	1.57	1.92	2.62
SWTiempo2	2232	2067	2186	2116	405	255	340	278	0.658	-0.110	0.790	-0.17
SWErrores3	0.630	1.29	0.393	1.19	1.01	1.49	0.685	1.44	1.33	1.43	1.53	1.54
SWTiempo3	2077	2160	2137	2085	298	390	303	274	1.12	1.20	0.630	0.347

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestra que muchas de las variables presentan distribución normal, sin embargo, al tomarse las variables juntas se procede con análisis no paramétricos. (Tabla 4)

Tabla 4.

Cuartil	1		2		3		4	
	W	p	W	p	W	p	W	p
Goaciertos	0.821	<.001	0.868	0.002	0.717	<.001	0.906	0.022
Goerrores	0.821	<.001	0.868	0.002	0.717	<.001	0.906	0.022
Gotiempo	0.929	0.064	0.965	0.458	0.981	0.872	0.917	0.039
NAciertos1	0.800	<.001	0.866	0.002	0.827	<.001	0.707	<.001
NAciertos2	0.948	0.187	0.959	0.328	0.936	0.087	0.844	0.001
NAciertos3	0.921	0.043	0.977	0.763	0.960	0.343	0.933	0.092
NErrores1	0.800	<.001	0.866	0.002	0.827	<.001	0.707	<.001
NErrores2	0.948	0.187	0.959	0.328	0.936	0.087	0.844	0.001
NErrores3	0.921	0.043	0.977	0.763	0.960	0.343	0.933	0.092
NTiempo1	0.969	0.584	0.915	0.026	0.879	0.004	0.915	0.034
NTiempo2	0.980	0.856	0.972	0.631	0.935	0.084	0.967	0.557
NTiempo3	0.982	0.906	0.974	0.699	0.899	0.011	0.943	0.157
SWErrores1	0.656	<.001	0.760	<.001	0.719	<.001	0.687	<.001
SWTiempo1	0.982	0.896	0.972	0.641	0.987	0.973	0.933	0.091
SWErrores2	0.695	<.001	0.751	<.001	0.734	<.001	0.682	<.001
SWTiempo2	0.945	0.160	0.952	0.221	0.949	0.184	0.974	0.724
SWErrores3	0.665	<.001	0.817	<.001	0.612	<.001	0.774	<.001
SWTiempo3	0.907	0.019	0.910	0.020	0.958	0.311	0.959	0.375

*Nota.* Un bajo nivel del valor-p sugiere una violación de la hipótesis de normalidad

Una vez realizados los procedimientos descriptivos se realizó la comparación de medias entre los cuartiles según su proficiencia mediante análisis Kruskal-Wallis, solo la comparación de Switcher errores 3 presentó valores significativos ( $\chi^2(3) = 10.348, p < 0.01, \varepsilon_2 = 0.1$ ). Con base en el resultado anterior se procede a hacer un análisis post hoc mediante el método Dwass-Steel-Critchlow-Flinger obteniendo los siguientes resultados (Tabla 5). Nota: para ver resultados detallados de la comparación de medias ver anexo B



Tabla 5. Comparación por pares - SWErrores3

		W	p
1	2	2.711	0.055
1	3	-0.920	0.515
1	4	2.459	0.082
2	3	-3.793	<b>0.007</b>
2	4	-0.359	0.800
3	4	3.537	<b>0.012</b>

*Nota.* Dwass steel critchlow-fligner

### 7.3. Comparación entre jugadores por Nivel

Inicialmente se realizan análisis exploratorios de los datos de los jugadores divididos por cuartiles según su nivel, no se reportaron valores perdidos y los grupos quedaron distribuidos de la siguiente manera: Cuartil 1: 28 participantes, Cuartil 2: 27 participantes, Cuartil 3: 30 participantes y Cuartil 4: 24 participantes (Tabla 6).

Tabla 6. Descriptivos por cuartiles

	Media				Desviación estándar				Simetría			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Nivel												
Goaciertos	48.4	47.7	47.9	48.6	1.52	2.30	1.85	1.21	-1.61	-3.03	-0.838	-0.531
Goerrores	1.64	2.30	2.13	1.42	1.52	2.30	1.85	1.21	1.61	3.03	0.838	0.531
Gotiempo	472	463	464	467	58.8	60.8	52.7	59.7	0.342	0.618	0.592	0.294
NAciertos1	37.6	37.4	38.6	37.9	2.23	2.89	1.96	2.88	-0.97	-2.61	-1.79	-3.31
NAciertos2	31.6	32.4	32.9	32.1	2.74	2.90	2.57	4.41	-0.13	0.215	-0.442	-1.13
NAciertos3	29.5	28.0	28.9	29.3	2.43	2.65	2.99	2.84	-0.18	0.136	0.168	-0.023
NErrores1	2.36	2.59	1.43	2.13	2.23	2.89	1.96	2.88	0.979	2.61	1.79	3.31
NErrores2	8.36	7.56	7.07	7.92	2.74	2.90	2.57	4.41	0.132	-0.215	0.442	1.13

	Media				Desviación estándar				Simetría			
NErrores3	10.5	12.0	11.1	10.7	2.43	2.65	2.99	2.84	0.188	-0.136	-0.168	0.0238
NTiempo1	1055	1022	1023	971	201	277	227	204	0.697	1.19	0.736	1.34
NTiempo2	2733	2629	2593	2549	527	632	624	682	-0.01	-0.189	0.0875	0.725
NTiempo3	1451	1426	1323	1294	278	417	403	345	0.140	-0.357	-0.601	0.881
SWErrores1	0.679	0.519	1.00	1.25	0.983	1.05	1.62	1.07	1.72	3.27	1.67	-0.086
SWTiempo1	2069	2031	2102	2138	263	237	324	291	-0.09	0.539	0.147	0.313
SWErrores2	1.57	1.81	1.20	1.29	1.91	3.03	1.54	1.78	1.80	2.13	0.854	1.89
SWTiempo2	2199	2103	2163	2130	363	243	355	337	0.936	0.0830	0.905	-0.130
SWErrores3	0.500	1.52	0.533	1.00	0.694	1.55	1.17	1.18	1.07	1.29	2.57	1.04
SWTiempo3	2077	2101	2123	2170	331	234	290	414	0.909	1.26	0.597	0.987

A continuación, se presenta prueba de bondad de ajuste de los cuartiles según nivel, al tomarse los datos en conjunto se decide utilizar métodos no paramétricos. (Tabla 7)

Tabla 7. Test de normalidad (Shapiro-Wilk)

Cuartil	1		2		3		4	
	W	p	W	p	W	p	W	p
Goaciertos	0.797	<.001	0.687	<.001	0.884	0.003	0.872	0.006
Goerrores	0.797	<.001	0.687	<.001	0.884	0.003	0.872	0.006
Gotiempo	0.964	0.443	0.951	0.221	0.951	0.182	0.947	0.228
NAciertos1	0.886	0.005	0.729	<.001	0.746	<.001	0.616	<.001
NAciertos2	0.972	0.630	0.958	0.340	0.957	0.263	0.923	0.067
NAciertos3	0.966	0.481	0.964	0.454	0.949	0.158	0.933	0.115
NErrores1	0.886	0.005	0.729	<.001	0.746	<.001	0.616	<.001
NErrores2	0.972	0.630	0.958	0.340	0.957	0.263	0.923	0.067

Cuartil	1		2		3		4	
	W	p	W	p	W	p	W	p
NErrores3	0.966	0.481	0.964	0.454	0.949	0.158	0.933	0.115
NTiempo1	0.937	0.095	0.919	0.038	0.956	0.249	0.889	0.013
NTiempo2	0.973	0.653	0.983	0.924	0.960	0.314	0.953	0.313
NTiempo3	0.966	0.474	0.955	0.277	0.950	0.173	0.919	0.056
SWErrores1	0.714	< .001	0.536	< .001	0.643	< .001	0.788	< .001
SWTiempo1	0.986	0.958	0.956	0.299	0.941	0.095	0.976	0.815
SWErrores2	0.773	< .001	0.666	< .001	0.745	< .001	0.747	< .001
SWTiempo2	0.936	0.089	0.967	0.525	0.934	0.063	0.957	0.390
SWErrores3	0.702	< .001	0.844	< .001	0.537	< .001	0.812	< .001
SWTiempo3	0.916	0.027	0.908	0.020	0.965	0.401	0.935	0.127

*Nota.* Un bajo nivel del valor-p sugiere una violación de la hipótesis de normalidad

Posteriormente se precedió con la comparación de medias entre los cuartiles según nivel en el juego mediante análisis Kruskal-Wallis, solo la comparación de Switcher errores 3 presentó valores significativos ( $\chi_2(3) = 14.028, p < 0.01, \varepsilon_2 = 0.12$ ) por lo que se procede a hacer análisis detallado de esta variable mediante análisis post hoc utilizando el método Dwass-Steel-Critchlow-Flinger, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 8). Nota: para resultados detallados de la comparación de medias ver anexo C.

Tabla 8

*Comparación por pares - SWErrores3*

		W	p
1	2	4.03	<b>0.004</b>
1	3	-1.27	0.370
1	4	2.10	0.137
2	3	-4.59	<b>0.001</b>
2	4	-1.75	0.215
3	4	2.92	<b>0.039</b>

*Nota.* Dwass steel critchlow-fligner

#### 7.4. Comparación entre jugadores y No jugadores.

Antes de realizar la comparación se procedió a analizar la distribución de las variables mediante prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Tabla 2), encontrando que la mayoría de estas no presentaban una distribución normal, por lo que se procede con métodos no paramétricos.

Finalmente se procede a hacer comparación de medias mediante el procedimiento U de Mann-Whitney entre jugadores y No jugadores (Tabla 10), encontrando diferencias estadísticamente significativas en las tres variables comparadas en la prueba go, no go; en las variables N-back tiempo 2 y tiempo 3; así como en las variables Switcher errores 1 y errores 3.

Tabla 9. *Comparación de medias entre grupos*

	W	p	Rank- Biserial Correlation
Go Aciertos	2207.000	< .001	0.396
Go Errores	954.000	< .001	-0.396
Go Tiempo	0.000	< .001	-1.000
N Aciertos 1	1627.500	0.804	0.030
N Aciertos 2	1697.000	0.542	0.074
N Aciertos 3	1817.500	0.213	0.150
N Errores 1	1533.500	0.804	-0.030
N Errores 2	1464.000	0.542	-0.074
N Errores 3	1343.500	0.213	-0.150
N Tiempo 1	978.500	<b>0.002</b>	-0.381
N Tiempo 2	3113.000	< .001	0.970
N Tiempo 3	2110.500	<b>0.006</b>	0.335
SW Errores 1	847.000	< .001	-0.464
SW Tiempo 1	1556.000	0.900	-0.016
SW Errores 2	1296.500	0.120	-0.180
SW Tiempo 2	1598.000	0.929	0.011
SW Errores 3	1016.000	<b>0.002</b>	-0.357
SW Tiempo 3	1223.000	0.062	-0.226

*Nota.* Mann-Whitney U test.

## 7.5. Plots descriptivos

La Figura 18 muestran las diferencias en aciertos y errores entre ambos grupos en la prueba go no go; cómo se puede observar, los jugadores son mucho más acertados y cometen menos errores que los No jugadores.

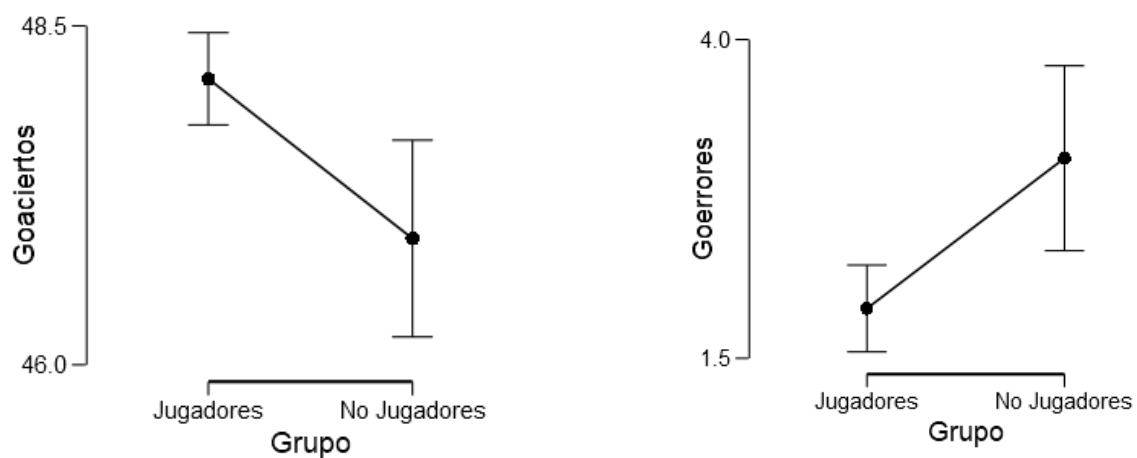


Figura 17. Gráficos de aciertos y errores go no-go

La Figura 19 presenta las diferencias en tiempo de respuesta de la prueba go no go, esta diferencia es bastante pronunciada y muestra que los No jugadores tardan casi el doble en responder a los estímulos que los jugadores.

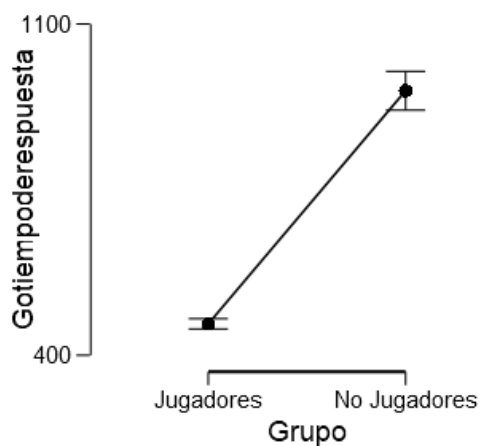


Figura 18. Gráfico de tiempo de respuesta go no-go

La figura 20 muestra un menor tiempo de respuesta por parte de los jugadores

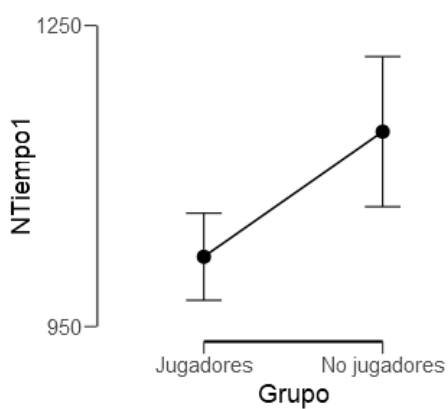


Figura 19. Gráfico de tiempo de respuesta 1-back.

La figura 21 muestra los gráficos que presentan las diferencias en tiempo de respuesta entre ambos grupos en los sets 2 back y 3 back, el resultado de esta comparación revela que los tiempos de respuesta de los jugadores son más altos que los de los No jugadores, lo que indicaría que los No jugadores acceden más rápido al contenido del spam de memoria y responden más rápido a los estímulos, contrario a lo ocurrido en el set 1 back, en el que los jugadores fueron más rápidos.

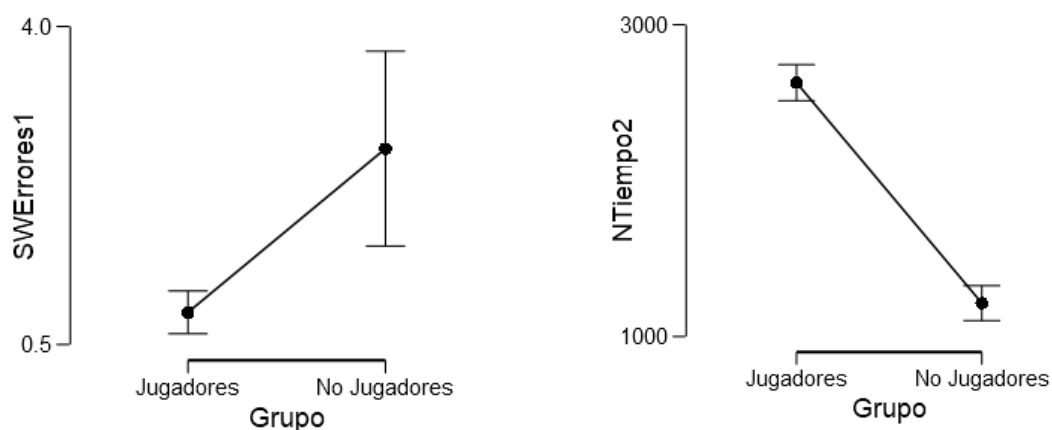


Figura 20. Tiempo de respuesta 2 y 3-back en Jugadores y No jugadores.

La figura 22 muestra las diferencias entre los errores de los sets 1 y 3 de Switcher entre ambos grupos, se puede observar que los No jugadores cometieron más errores que los Jugadores a lo largo de ambos sets.

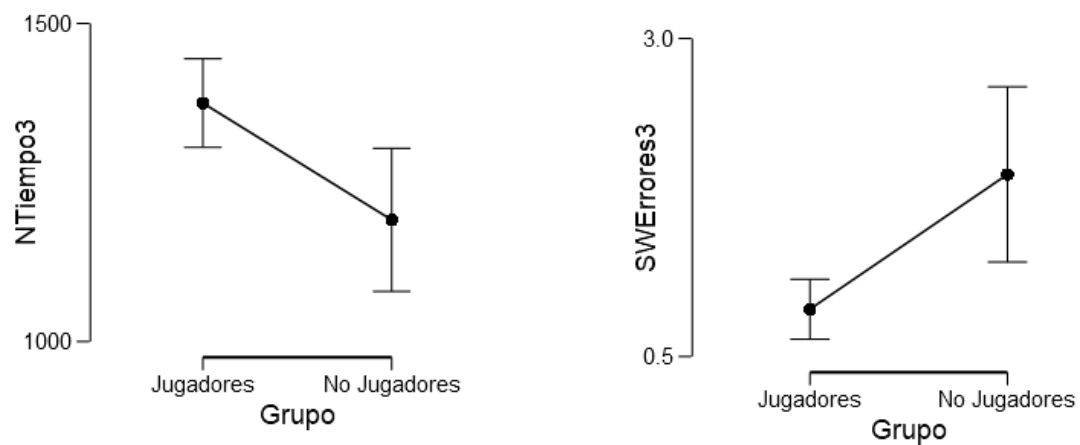


Figura 21. Graficos de errores 1 y 3 Switcher.



## 8. Discusión

### 8.1. Comparación inter cuartiles del grupo de jugadores

El objetivo del presente trabajo fue realizar una comparación del funcionamiento ejecutivo de jugadores del MOBA *League of Legends*, según su proficiencia en el juego y, a su vez, realizar una comparación con un grupo de No jugadores.

Debido a los resultados contradictorios en algunos estudios sobre el efecto de los videojuegos en el funcionamiento ejecutivo y el poco control sobre algunas variables que podían influir en los distintos resultados, se decidió incluir en el estudio la variable del tiempo de juego como un elemento que aportara elementos a la investigación en el campo, para esto se diseñó el *índice de proficiencia* expuesto en el apartado de metodología.

En primera instancia, los análisis indican que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de jugadores, en la mayoría de las tareas evaluadas, estos hallazgos son inconsistentes con la hipótesis inicial, mostrando que no existe una diferencia en el desempeño de los jugadores que mejoran con mayor rapidez en el juego respecto a aquellos que tienen un mal desempeño y que mejoran de forma más lenta.

Los análisis realizados dividiendo la muestra de jugadores por cuartiles respecto a las variables proficiencia y nivel, muestran diferencias en sólo un componente de la tarea switcher (SW Errores 3), sin embargo, esta diferencia no se encuentran entre grupos extremos como se esperaría si un buen desempeño en el juego se asociara a un mejor funcionamiento ejecutivo (pues, al ser esta una habilidad bastante usada en el juego, lo esperable sería que a mayor funcionamiento ejecutivo, mejor desempeño en LOL); estas diferencias parecen no ser muy grandes, si se observan detalladamente las medias de la variable en ambas comparaciones se

puede ver que la diferencia es de apenas medio error en promedio (ver Tablas 3 y 6) y si bien esto es estadísticamente significativo ( $p < 0.01$ ) para la comparación en ambas medidas, los tamaños de efecto son bajos  $\varepsilon_2 = 0.1$  para la división de proficiencia y  $\varepsilon_2 = 0.12$  para nivel, lo que apunta a que realmente no existe una diferencia en términos psicológicos. Por otra parte, el análisis realizado con base en las horas jugadas no muestra ninguna diferencia estadísticamente significativa, por lo cual no se reporta en el apartado de Resultados (ver anexo A).

## **8.2. Comparación entre jugadores y No jugadores**

### **8.2.1. Control inhibitorio**

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en cada una de las medidas de control inhibitorio evaluadas mediante la prueba go no go; estas diferencias son bastante marcadas mostrando tamaños de efecto de  $r_b = 0.396$  para errores y aciertos y  $r_b = 1$  en tiempo de respuesta, que corresponden a tamaños de efecto moderado-alto (ver figuras 18 y 19), esto indicaría que los jugadores tienen un mejor tiempo de reacción que los No jugadores y que además son capaces de evitar o inhibir con mayor destreza acciones que no deben realizar según la tarea. En este caso, las variables errores y aciertos se comportan de igual forma dado que casi ninguno de los participantes cometió errores de omisión, esta situación es esperable, ya que estos errores se asocian a dificultades clínicas en el nivel atencional, o se presentan cuando se realiza una aplicación más extensa de la tarea que puede inducir agotamiento.

Si bien no existen antecedentes directos de estudios que analicen el componente de control inhibitorio en videojugadores, hay algunos estudios que podrían apoyar estos resultados de forma indirecta, tal es el caso de Colzato et al. (2013) quienes utilizando la tarea stop signal encontraron que los jugadores eran mucho más rápidos que los No jugadores en control

cognitivo, habilidad que según Diamond (2013) hace parte del componente de control de interferencia en la función de control inhibitorio.

Lo anterior resulta interesante a la luz del videojuego estudiado, dado que, según el análisis de tarea propuesto, esta habilidad parece ser necesaria para tener un desempeño óptimo en el mismo, pues constantemente se presentan múltiples estímulos entre los cuales el jugador debe discriminar y responder de manera selectiva, tal y como pasa a la hora de *farmear*, cuando el jugador debe concentrarse en el *súbdito* que se encuentra bajo de vida e inhibir el resto de estímulos por un momento, y a su vez controlar el impulso de golpearlo antes de tiempo (véase análisis de tarea); por lo anterior, no es de extrañar que los jugadores presenten ventajas en esta habilidad respecto a los No jugadores, pues según lo propuesto por Diamond (2013) estas habilidades suelen mejorar en razón de su uso, qué es lo que finalmente podría estar sucediendo en los jugadores.

### **8.2.2. Memoria de trabajo**

La tarea utilizada para evaluar el desempeño en memoria de trabajo de los participantes del estudio fue el paradigma N-back, tarea utilizada en diferentes estudios neuropsicológicos enfocados a evaluar memoria de trabajo y que también ha sido usada en estudios con videojuegos como el realizado por Colzato, et al., (2013), estos autores encontraron que los jugadores FPS's se desempeñaban mejor que los No jugadores ( $p < 0.01$ ) en las variables de tiempo de respuesta, tasa de aciertos, aciertos en cadena y tenían menos rechazos correctos . A diferencia del estudio anterior, para este estudio, se tomaron tres variables principales para el análisis: tiempo de respuesta, aciertos y errores, de las cuales solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre jugadores y No jugadores en la variable de tiempo de respuesta, estas diferencias se presentaron en los tres sets de la tarea y las puntuaciones

mostraron tamaños de efecto considerables, 1-back ( $p = 0.002$ ,  $r_b = -0.381$ ) 2-back ( $p < .001$ ,  $r_b = 0.970$ ) 3-back ( $p = 0.006$ ,  $r_b = 0.335$ ), las variables de aciertos y errores no mostraron diferencias, esto indica que en términos de memoria de trabajo no habría diferencias y que éstas estarían solamente en la velocidad en la que se accede a la información contenida en el spam de memoria.

Al hacer un análisis más detallado de las puntuaciones de tamaño de efecto mediante los gráficos (ver Figura 21) se pudo observar que en los sets 2 back y 3 back la diferencia de tiempo favoreció a los No jugadores, es decir, que son ellos los que accedieron más rápidamente a la información contenida en su spam de memoria, contrario a lo que se ha encontrado en estudios previos usando la misma tarea (Colzato et al. (2013) y estudios en memoria de trabajo que usaron otras tareas (Unsworth, et al., 2015; Quiroga, et al., 2009); en donde se reportaron diferencias que favorecían a los jugadores en cuanto al tiempo de respuesta.

Al revisar las puntuaciones específicas por estímulos, es decir el número de respuestas acertadas al estímulo letra y el número de respuestas acertadas al estímulo figura (ver Anexo D) se encontró que los jugadores tendían a responder más a ambos estímulos, mientras que los No jugadores priorizaron de manera sistemática uno de los dos (ver anexo); de modo que los jugadores presentaron más aciertos en el estímulo b correspondiente a las figuras, ( $w = 1898$   $p = 0.048$   $r_b = 0.201$ ) asumiendo el grupo de jugadores como mayor al grupo de No jugadores, aunque el tamaño de efecto es bajo ( $r_b = 0.201$ ), sí habla de una tendencia de los jugadores a operar con dos estímulos al mismo tiempo, sin que eso llegara a marcar una diferencia en la puntuación total en memoria de trabajo, es más, la estrategia aparentemente usada por los No jugadores de centrarse en un solo estímulo, no significó una ventaja en cuanto a lo que el spam

de memoria propiamente dicho respecta, solo les permitió aparentemente responder de manera más rápida.

El anterior análisis resulta interesante a la luz del modelo de Diamond (2013), pues permite observar cómo se dan esas interacciones entre memoria de trabajo y control de inhibición; la autora nos plantea en su modelo que ambas funciones interactúan de manera que una parece aportar directamente a la otra, en este caso lo que se puede observar es que los No jugadores parecen concentrarse en uno de los estímulos, lo que puede ser una respuesta inhibitoria consiente o bien una incapacidad para alternar la atención entre ambos estímulos; mientras que los jugadores parecen estar realizando un proceso que podría estar relacionado directamente con la doble tarea, un componente de la flexibilidad cognitiva.

Lo anterior podría estar relacionado con algunos aspectos del juego como la compra de objetos en la tienda (ver análisis de tarea) en la que se utilizan ambas habilidades de manera simultánea; el jugador debe operar mentalmente con múltiples elementos y reorganizar su estrategia conforme avanza la partida, esto podría hacer que los jugadores tengan cierta habilidad para retener más de un tipo de estímulo, a diferencia de los No jugadores que podrían no estar muy expuestos a este tipo de procesamiento simultáneo.

### **8.2.3. Flexibilidad cognitiva**

Para evaluar el desempeño en el componente de flexibilidad cognitiva se utilizó la prueba Switcher, la cual toma dos variables como indicadores de esta habilidad: errores y tiempo; ambas medidas son codependientes para determinar la capacidad de flexibilidad cognitiva: los errores indican la dificultad de una persona para hacer el cambio de una tarea a otra y el tiempo indica la velocidad con la que se hace este cambio.

En este estudio se reportan diferencias estadísticamente significativas en Switcher errores 1 ( $w = 847.000$   $p < 0.001$   $r = -0.464$ ) y en Switcher errores 3 ( $w = 1016.000$   $p < 0.05$   $r = -0.357$ ), mas no en la variable tiempo, estos resultados son similares a los encontrados por Colzato et al. (2013) y Strobach, et al. (2012) quienes encontraron mejores desempeños en jugadores respecto a No jugadores en pruebas de tarea dual y multitarea, ambos estudios mostraron que los jugadores cometían menos errores y presentaban mejores tiempos de respuesta que los No jugadores, sin embargo, eso no fue lo que ocurrió en la presente investigación, puesto que no se encontraron diferencias en cuanto a tiempos de respuesta.

Según lo anterior, es posible afirmar que los videojugadores de LOL presentan ventajas respecto a los No jugadores en cuanto a la capacidad de cambiar de una tarea a otra, es decir, se adaptan mejor al cambio de estímulo y sus respuestas son más acertadas; sin embargo, la ausencia de diferencia respecto a tiempo indica que la diferencia entre ambos grupos no es radical, puesto que los No jugadores también logran responder rápidamente al cambio de estímulo, por lo que los errores podrían estar ligados a un componente de impulsividad ya visto en los resultados de la tarea go no go. Esto indicaría que los No jugadores tienen, en términos de velocidad de procesamiento, la misma capacidad para operar con diferentes tareas y estímulos, pero se les dificulta más que a los jugadores dar respuestas acertadas, es decir, los No jugadores en la situación de cambio logran hacerse conscientes de forma ágil que la tarea exige un cambio, es cuando emiten la respuesta cuando su desempeño disminuye y es posible que la diferencia se deba a que los No jugadores den respuestas de manera apresurada e impulsiva sin tener certeza de que estén tomando la decisión correcta.

Esta posible explicación toma sentido a la luz del modelo de Diamond (2013), según este modelo, la flexibilidad cognitiva exige control inhibitorio para darse adecuadamente, esto

implica inhibir ciertos estímulos o acciones ante determinada tarea para realizarla de la mejor manera; los datos muestran que los No jugadores no eran lo suficientemente eficaces para inhibir respuestas erradas, aun sabiendo que la situación requería un cambio en el curso de acción, por lo que podría hablarse de niveles de flexibilidad cognitiva, de esta manera se podría decir que los jugadores presentan un mejor desempeño global en la tarea, lo que indica que presentan un mejor nivel de flexibilidad cognitiva.

En el juego es posible ver estas situaciones en las que un adecuado control inhibitorio conduce a una mejor flexibilidad, específicamente en las llamadas de alerta, donde el jugador está realizando su labor y un compañero emite una alerta o llamada; un jugador novato puede notar la alerta y no hacer nada al respecto, pues se encuentra concentrado en su propia misión; por otro lado, un jugador más hábil es capaz de reaccionar a la alerta de manera acertada sin descuidar su línea. De esta manera podemos notar cómo es posible que una persona sea consciente de la necesidad de cambio en una tarea y aun así no desempeñarse de la mejor manera, pues no es capaz de inhibir acciones o estímulos que serían distractores, esto es lo que, según los datos podría estar sucediendo con los No jugadores.

En general, tras revisar todos los resultados, se puede evidenciar que en el grupo de jugadores no existen diferencias que puedan indicar realmente un cambio en el funcionamiento ejecutivo con respecto al tiempo del juego o a la habilidad del jugador. Según lo anterior podría decirse que las mejoras en funcionamiento ejecutivo son limitadas y que, si pudieran atribuirse directamente al juego, estas mejoras se alcanzarían en unas cuantas horas. Teniendo en cuenta que para *rankearse* en el juego se necesita una inversión de tiempo considerable es posible que estas horas jugadas permitan llegar al límite de mejora de estas habilidades, de modo que los sujetos en el grupo de jugadores tendrían ya un nivel similar y por esto el grupo no varía. Esto

iría en contravía a la hipótesis planteada, según la cual un mejor desempeño en el juego era predictor de un buen desempeño en funcionamiento ejecutivo, pues como se ha visto no hay variaciones estadísticamente significativas entre los jugadores, no obstante, no habría que descartar diferencias sutiles, puesto que es probable que los instrumentos no sean lo suficientemente potentes para hacer una discriminación detallada en población no clínica. O bien, estas diferencias estar en componentes específicos, para lo cual se requerirían métodos de análisis más detallados o un análisis jugador a jugador.

Las diferencias encontradas entre jugadores y No jugadores, por otra parte, son consistentes con los estudios de Colzato, et al. (2013), Strobach et al., (2012), y Quiroga, et al., (2009) que señalan que los videojugadores presentan ventajas en su desempeño en funciones ejecutivas respecto a los no videojugadores. Sin embargo, en este estudio algunas de esas diferencias parecen más marcadas que otras, lo que podría indicar que es específicamente el componente de control inhibitorio el que más se relaciona con la actividad del juego y que, de hecho, sería el componente que podría estar mediando entre las demás funciones.

No obstante, las características del estudio no permiten concluir con certeza que estas diferencias se deban específicamente a *League of legends*, ya que generalmente las personas que hacen uso de los videojuegos suelen utilizar varios juegos, o bien realizan la actividad desde edades más tempranas; por otra parte, al no tratarse de un experimento no es posible asignar una explicación de causa efecto con respecto a las diferencias en las funciones ejecutivas entre jugadores y No jugadores.

Además de la dificultad para atribuir los resultados directamente a *League of legends*, existe la pregunta de si (asumiendo que sí se puedan atribuir) las ventajas reportadas en este estudio tienen repercusiones reales en la vida cotidiana de los sujetos o si solo son expresadas en



el contexto del juego mismo. Tal cuestionamiento pone sobre la mesa la discusión de si estas diferencias entre jugadores y No jugadores en realidad son efecto del uso de videojuegos o si por el contrario este tipo de habilidades producen cierto interés por actividades relacionadas a los videojuegos. A esta misma conclusión llegan Sala y Gobet (2017) al reportar algunos meta-análisis sobre el efecto de transferencia en inteligencia relacionado con el ajedrez y la formación musical, al final de su estudio concluyen que el hecho de que las personas inteligentes se relacionen con estas actividades podría leerse en doble vía, siendo la inteligencia un factor que aumente el interés en las mismas. Tanto los resultados del presente estudio, como las conclusiones de estos autores ponen de manifiesto la necesidad de realizar estudios controlando la mayor cantidad de variables posibles, siendo los estudios longitudinales una eventual salida a esta encrucijada.

### **8.3. Conclusión**

Como resultado de la investigación presentada, se puede concluir que no existe una relación entre un alto desempeño en el videojuego *League of Legends* y un mejor funcionamiento ejecutivo cuando se comparan jugadores rankeados entre sí; tal y como se evidencia en los datos presentados anteriormente, los jugadores no presentan diferencias en el desempeño en tareas de funcionamiento ejecutivo entre sí.

Respecto a la comparación entre jugadores y No jugadores se evidencian diferencias en el control inhibitorio, dichas diferencias muestran un mejor desempeño por parte de los jugadores, a su vez se encontró un desempeño inferior en un componente de la flexibilidad cognitiva por parte de los No jugadores, que puede estar asociado a un menor control de impulsos, el cual a pesar de ser un componente del control inhibitorio se relaciona también con algunos componentes de la flexibilidad cognitiva.

El estudio cumple los objetivos de evaluar, describir y comparar el funcionamiento entre diferentes perfiles de videojugadores y a su vez de este grupo general con los No jugadores, que tenían como finalidad aportar elementos a la forma en cómo se realizan las investigaciones que relacionan videojuegos y cognición, y además generar nueva información con respecto a la discusión sobre si los videojuegos influyen de forma positiva o negativa en el funcionamiento ejecutivo.

Respecto a lo mencionado anteriormente, se estableció un protocolo de evaluación, basado en el modelo de funcionamiento ejecutivo de Diamond (2013) el cual consiste en la evaluación de tres funciones ejecutivas, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo, lo que abre la posibilidad de continuar con este modelo evaluativo, para conseguir conclusiones cada vez más precisas o al menos en una vía común. De igual forma, estos resultados aportan a la hipótesis de que los jugadores tienen un mejor funcionamiento ejecutivo que los No jugadores, o que bien este no se encuentra disminuido, lo que va en contravía de los estudios que evidencian efectos negativos sobre capacidades cognitivas de los usuarios de videojuegos (Chan y Rabinowitz, (2006); Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, (2010).

Finalmente, este estudio muestra que los videojugadores son un grupo muy homogéneo, independiente del tiempo dedicado al juego o la habilidad en el mismo, esto lleva a pensar, que, si se quiere ahondar en los efectos de los videojuegos en la cognición, se debe continuar con metodologías que involucren tanto jugadores como No jugadores, o bien con estudios experimentales que hagan control de la variable de exposición.

#### **8.4. Limitaciones y consideraciones**

En este estudio se realizan numerosos esfuerzos por controlar la mayor cantidad de variables posibles con el fin de tener resultados y conclusiones sólidas que realmente pudieran

relacionarse con el videojuego estudiado, sin embargo, dado que el diseño propuesto no fue experimental, ciertos aspectos tuvieron poco o ningún control: asuntos como la experiencia previa con otros videojuegos, la carrera estudiada por los participantes y la realización de otras actividades que pudieran considerarse igualmente estimulantes no fueron tenidos en cuenta.

Pese a lo anterior, los resultados parecen ser bastante contundentes, no obstante, también hay que tener en cuenta que el ambiente en que se presentaron las tareas era virtual, esto tal vez representó cierta ventaja para el grupo de jugadores, más acostumbrados a este tipo de entornos, por lo cual su desempeño pudo deberse también a esas posibles similitudes entre el juego y las tareas; para futuras investigaciones se recomienda utilizar tanto pruebas digitales como tareas clásicas de ambiente real con el fin de verificar si el entorno realmente tiene incidencia en los resultados obtenidos por el grupo de jugadores.

Por otro lado, otro factor que tal vez influyó en los resultados finales fue la motivación de los jugadores, puesto que al decirles que habían sido contactados para un estudio sobre videojuegos, con el objetivo de observar si el juego influía en sus habilidades cognitivas, podrían verse motivados a desempeñarse de la mejor manera posible, considerando la evaluación como un reto en sí mismo; entre tanto, los No jugadores podrían no estar igualmente motivados, ya que, pese a que su participación fue voluntaria, podrían no estar tan interesados en los resultados del estudio y por tanto el nivel de motivación no sería el mismo que los jugadores.

Finalmente, es necesario destacar que debido a las características del estudio, de existir algún efecto atribuible al uso de videojuegos, estos resultados no podrían extrapolarse más allá del uso de LOL, ya que el diseño fue cuidadosamente estructurado para evaluar las características de este juego, por lo que no podría hablarse de mejoras provocadas por los

videojuegos o, más bien, relacionadas al uso de videojuegos, sino de mejoras asociadas al uso de videojuegos Multiplayer Online Battle Arena y específicamente *League of Legends*.

## Referencias

- Amladi, S., Andrist, S., Ducommun, M., y Leabo, L. (2014). Using Action Video Games to Train Working Memory in Students with Working Memory Deficits. Winsconsin University, 1-9.
- Anderson, K., Deane, K., Devon, L., Loucks, B., Veach, E. (2012). The effects of time of day and practice on cognitiveabilities: The PEBL Tower of London, Trail-making, and Switcher tasks. *Michigan Technological University*. Recuperado el 31 de mayo de 2017 de: <https://sites.google.com/site/pebltechnicalreports/home/2012/pebl-technical-report-2012-04>
- Anguera, J., Boccanfuso, J., Rintoul, J., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Larraburo, Y., Rolle, C., Johnston, E. y Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*. 501(7465). 97-101.
- Ardila, A; Ostrosky, F. (2008). Desarrollo Histórico de las Funciones Ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, vol. 8 (1), 1-21.
- Asociación Española de videojuegos. (2016). El videojuego en el mundo. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de <http://www.aevi.org.es/la-industria-del-videojuego/en-el-mundo/>
- Badilla, M. C. (2015). Desarrollo de un módulo para fortalecer funciones ejecutivas en un grupo de estudiantes universitarios. *Innovaciones educativas*, 17(23), 63-75.
- Bailey, K., West, R., y Kuffel, J. (2013). What would my avatar do? Gaming, pathology, and risky decision making. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-10.

- Baniqued, P., Kranz, M., Voss, M., Lee, H., Cosman, J., Severson, J. & Kramer, A. (2014) Cognitive training with casual video games: points to consider. *Frontiers in Psychology*. 4:1010. doi: 10.3389/fpsyg.2013.01010.
- Bechara, A., Verdejo-García, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22, 227-235.
- Belli, S., y López, C. (2008). Breve historia de los videojuegos. *Athenea Digital*, (14) 159-179.
- Bennet, G., Seashore, H., y Wesman, A. (1990). DAT-5. Test de aptitudes diferenciales. Manual. Madrid: TEA.
- Bezdjian, S., Baker, L. A., Lozano, D. I., y Raine, A. (2009). Assessing inattention and impulsivity in children during the Go/NoGo task. *The British Journal of Developmental Psychology*, 27(2), 365–383. Recuperado de <http://doi.org/10.1348/026151008X314919>
- Bisoglio, J., Michaels, T., Mervis, J., Ashinoff, B. (2014). Cognitive enhancement through action video game training: great expectations require greater evidence. *Frontiers In psychology*. 136. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00136.
- Blacker, K., Curby, K., Klobusicky, E., y Chein, J. (2014). Effects of Action Video Game Training on Visual Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(5), 1992-2004.
- Bowie, C. R., y Harvey, P. D. (2006). Cognitive deficits and functional outcome in schizophrenia. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 2(4), 531–536.
- Boot, W., Kramer, A., Simons, D., Fabiani, M., Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, 129(3), 387-398.

- Boot, W. & Simons, D. (2012). Advances in video game methods and reporting practices (but still room for improvement): A commentary on Strobach, Frensch, and Schubert (2012). *Acta psychologica*. 141. 276-277.
- Buelow, M., Okdie, B., y Cooper, A. (2015). The influence of video games on executive functions in college students. *Computers in human behavior*, 45, 228-234.
- Castillo, H., Herrero, D., García, A., Checa, M., y Monjelat, N. (2012). Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización digital e identidad. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 33, 1-22.
- Chan, P., & Rabinowitz, T. (2006). A cross-sectional analysis of video games and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in adolescents. *Annals of General Psychiatry*, 5(16), 5–16.
- Chen Y. N., Mitra S., Schlaghecken F. (2008). Sub-processes of working memory in the N-back task: an investigation using ERPs. *Clin. Neurophysiol*. 119, 1546–1559. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.03>.
- Colzato, L., Van den Wildenberg, W., Zmigrod, S., Hommel, 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(2). 234-239.
- Damasio, A. R. (2004). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica. (Orig. 1994).
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annu. Rev. Psychol*, 64, 135–68.
- Diamond, A. (2013). Executive functions and related terms. (Figura). Drummond, A., & Sauer, J. (2014). Video-Games Do Not Negatively Impact Adolescent Academic Performance in Science, Mathematics or Reading. *PloS one*, 9(4), e87943.

El economista. (12 de Abril de 2016). El gigantesco mercado de los eSports: ya vale más de 263 millones en Europa. el Economista. Recuperado el 19 de Octubre de 2016 de

<http://www.eleconomista.es/tecnologia-videojuegos/noticias/7485422/04/16/El-gigantesco-mercado-de-los-eSports-ya-vale-mas-de-263-millones-en-Europa.html>.

El comercio. (15 de enero de 2016). ESPN lanza web dedicada a las competencias de videojuegos. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de

<http://elcomercio.pe/tecnologia/videojuegos/espn-lanza-web-dedicada-competencias-videojuegos-noticia-1871158>

Filippetti, V. A., Krumm, G. L. & Raimondi, W. (2015) Funciones Ejecutivas y sus correlatos con Inteligencia Cristalizada y Fluida: Un estudio en Niños y Adolescentes. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 7(2), 24-33.

Forns, J., Esnaola, M., López, M., Suades, E., Alvarez, M., Julvez, J., Grellier, J., Sebastián, N., & Sunyer, J. (2014). The n-back Test and the Attentional Network Task as Measures of Child Neuropsychological Development in Epidemiological Studies.

*Neuropsychology. Advance online publication*. Recuperado el 20 de marzo de 2018 de <http://dx.doi.org/10.1037/neu0000085>

Green, C., Sugarman, M., Medford, K., Klobusicky, E., Bavelier, D. (2012). The effect of action video game experience on task-switching. *Computers in human behavior*, 28(3), 984-994.

Greenberg, D., (1994) *World in creation*, Sudbury Valley School Press, Framingham, p. 46.

Heaton R, Chelune G, Talley J, Kay G, Curtiss G. (1997). Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin. Manual. Madrid: TEA

Herrero, J., (2012). *La inteligencia del juego. Ojo de agua – ambiente educativo*. Alicante. España.



- Jacola, L. M., Willard, V. W., Ashford, J. M., Ogg, R. J., Scoggins, M. A., Jones, M. M., Conklin, H. M. (2014). Clinical Utility of the N-back Task in Functional Neuroimaging Studies of Working Memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(8), 875–886. Recuperado de <http://doi.org/10.1080/13803395.2014.953039>
- Kokkinakis, A., Lin, J., Pavlas, D., Wade, A. (2015). What's in a name? Ages and names predict the valence of social interactions in a massive online game. *Computers in human behavior*, 55, 605-613.
- League of legends. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 5 de febrero de 2018 de [https://es.wikipedia.org/wiki/League\\_of\\_Legends](https://es.wikipedia.org/wiki/League_of_Legends)
- League of legends (8.10) [software]. (2018). Riot Games, Inc. Recuperado de <https://lan.leagueoflegends.com/es/>
- Ley número 1090 de 2006. Ministerio de la protección social, 6 de septiembre de 2006
- Londoño, L., y Castañeda, M. (2013). Apropiación de TIC en bibliotecas, basados en entornos de videojuegos. *Revista KEPES*, 9, 199-220.
- Luria, A. (1966). Luria's tapping Test. *Basic books*.
- Mejía, D. (2012). Los videojuegos como mediación instrumental Y sus elementos potencialmente educativos para el desarrollo de temáticas relacionadas con el Pensamiento Espacial. *Universidad de Manizales-CINDE*. Manizales. Colombia.
- Ministerio de las Tic (MinTic). (2017). Iniciativas, ecosistema digital. Aprovechamiento de las TIC para mejorar la calidad educativa. Recuperado el 01 de marzo de 2017 de: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-674.html>

- Nogueira, M., y Ceinos, C. (2015). Influencia de la tablet en el desarrollo infantil: Perspectivas y recomendaciones a tener en cuenta en la orientación familiar. *Tendencias Pedagógicas* 26, 33-50.
- Newman, J. (2004). *Videogames*. Londres. Reino unido: Routledge.
- Ortega, R. (1991). Un marco conceptual para la interpretación psicológica del juego infantil. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*. 55, 87-102.
- Quiroga, A., Herranz, M., Gómez-Abad, M., Kebir, M., Ruiz, J., y Colom, R. (2009). Video-games: Do they require general intelligence?. *Computers and education*, 53, 228-234.
- Piaget, J., (1967). *Seis estudios de psicología*. Editorial seix Barral, S.A. Barcelona. España.
- Ramírez, J. C., Céspedes, J. C. Acosta, R. C., Herrera, N. H., Ugalde, E. R., &
- Riba, S.S Sáenz, V. L. (2016) Funciones ejecutivas y alta capacidad intelectual. *Rev Neurol*, 62 (1) 65-71.
- Rosselli, M; Jurado, M.B; Matute, E. (2008). Las Funciones Ejecutivas a través de la Vida.
- Sala, G. & Gobet, F. (2017). Does Far Transfer Exist? Negative Evidence From Chess, Music, and Working Memory Training. *APS Association for psychological science*. 1-6
- Shih, P., Privado, J., & Colom, R. (2008). Cog-Lab-UAM. Poster presented at the X meeting of the Spanish Society for the Study of Individual Differences (SEIDI). Salamanca, September 26.
- Soprano, A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *REV NEUROL*, 37 (1): 44-50.

- Söderqvist, S. & Nutley, S. (2015). Working Memory Training is Associated with Long Term Attainments in Math and Reading. *Frontiers in psychology*. 6:1711. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01711.
- Superdata. (2017). MMO and MOBA Games Market Report 2016. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de <https://superdata-research.myshopify.com/products/mmo-market-report?variant=920229831>
- Schubert, T & Strobach, T. (2012). Video game experience and optimized executive control skills—On false positives and false negatives: Reply to Boot and Simons (2012). *Acta psychologica*. 141. 278-280.
- Strobach, T., Frensch, P., y Schubert, T. (2012). Video game practice optimizes executive control skills in dual-task and task switching situations. *Acta Psychologica*, 140, 13-24.
- Swing, E., Gentile, D., Anderson, C., & Walsh, D. (2010). Television and video game exposure and the development of attention problems. *Pediatrics*, 126, 214–221
- Team-dignitas.net (2015). What Should I Do in a Teamfight?. (Figura) Recuperado de: <http://team-dignitas.net/articles/blogs/League-of-Legends/8399/what-should-i-do-in-a-teamfight>
- Tejeiro, R., Pelegrina, M., y Gómez, J. (2009). Efectos psicosociales de los videojuegos. *Comunicación*, 1(7), 235-250.
- Unsworth, N., Redick, T., McMillan, B., Hambrick, D., Kane, M., y Engle, R. (2015). Is playing videogames related to cognitive abilities?. *Psychological Science*, 1-16.

- Ustárrroz, J. T., & Céspedes, J. M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *REV NEUROL*, 41(8), 475-484.
- Varty, J. (Productor). Varty, J. (Director). (2011). La reina de los leopardos. National Geographic Wild.
- Vygotsky, L., (1978). Pensamiento y lenguaje. Paidós ibérica. España.
- Vygotsky, L., (1979). El Desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Crítica. Barcelona. España.
- Vix. (2014). El auge de los eSports y las grandes competencias de videojuegos. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de <http://www.vix.com/es/btg/gamer/5606/el-auge-de-los-esports-y-las-grandes-competencias-de-videojuegos>
- Wayne, K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4): 352-358.
- Wikipedia.org (sin fecha). League of legends. (Figura). Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/League\\_of\\_Legends](https://es.wikipedia.org/wiki/League_of_Legends).
- Wikia.com (sin fecha). League of Legends Wiki. (Figura) Recuperado de: <http://es.leagueoflegends.wikia.com/wiki/Jungla>
- Yela, M. (1968). Test de Figuras Macizas [Rotation of solid figures]. Madrid, SA: Tea Ediciones.

## Anexos

## Apéndice A: Comparación de medias entre jugadores por horas

Comparación de medias entre cuartiles por horas jugadas

	$\chi^2$	df	p
Go aciertos	2.165	3	0.539
Go errores	2.165	3	0.539
Go tiempo	1.594	3	0.661
N Aciertos1	5.701	3	0.127
N Aciertos2	0.451	3	0.929
N Aciertos3	2.068	3	0.558
N Errores1	5.701	3	0.127
N Errores2	0.451	3	0.929
N Errores3	2.068	3	0.558
N Tiempo1	1.386	3	0.709
N Tiempo2	1.262	3	0.738
N Tiempo3	1.610	3	0.657
SW Errores1	3.726	3	0.293
SW Tiempo1	1.545	3	0.672
SW Errores2	4.673	3	0.197
SW Tiempo2	2.229	3	0.526
SW Errores3	2.707	3	0.439
SW Tiempo3	0.654	3	0.884

Kruskal-Wallis

## Apéndice B: Comparación de medias entre jugadores por proficiencia

### Comparación de medias entre cuartiles por proficiencia

	$\chi^2$	df	p
Go-Aciertos	1.061	3	0.786
Go-Errores	1.061	3	0.786
Go-Tiempo	1.302	3	0.729
N-Aciertos 1	0.808	3	0.847
N-Aciertos 2	1.349	3	0.717
N-Aciertos 3	0.418	3	0.936
N-Errores 1	0.808	3	0.847
N-Errores 2	1.349	3	0.717
N-Errores 3	0.418	3	0.936
N-Tiempo 1	3.224	3	0.358
N-Tiempo 2	3.388	3	0.336
N-Tiempo 3	4.972	3	0.174
SW-Errores 1	0.848	3	0.838
SW-Tiempo 1	5.300	3	0.151
SW-Errores 2	3.280	3	0.350
SW-Tiempo 2	2.272	3	0.518
SW-Errores 3	10.348	3	0.016
SW-Tiempo 3	0.964	3	0.810

Kruskal-Wallis

**Apéndice C: Comparación de medias entre jugadores por nivel.**

Comparación de medias entre cuartiles por nivel

	$\chi^2$	df	p
Go-Aciertos	3.603	3	0.308
Go-Errores	3.603	3	0.308
Go-Tiempo	0.512	3	0.916
N-Aciertos 1	5.651	3	0.130
N-Aciertos 2	2.997	3	0.392
N-Aciertos 3	4.619	3	0.202
N-Errores 1	5.651	3	0.130
N-Errores 2	2.997	3	0.392
N-Errores 3	4.619	3	0.202
N-Tiempo 1	2.858	3	0.414
N-Tiempo 2	2.181	3	0.536
N-Tiempo 3	4.500	3	0.212
SW-Errores 1	7.797	3	0.050
SW-Tiempo 1	1.900	3	0.593
SW-Errores 2	1.144	3	0.766
SW-Tiempo 2	0.562	3	0.905
SW-Errores 3	14.028	3	<b>0.003</b>
SW-Tiempo 3	1.108	3	0.775

Kruskal-Wallis

## Apéndice D: Comparación entre jugadores y No jugadores N-back estímulos A y B

### Prueba T para muestras independientes

	W	p	Rank-Biserial Correlation
aciertos a	1549	0.567	-0.020
aciertos b	1898	0.048	0.201

*Nota.* Mann-Whitney U test. Para todos los test, la hipótesis específica que el grupo 1 es mayor al grupo 2.

### Plots descriptivos

