

**EL VIDEOJUEGO LEAGUE OF LEGENDS Y SU EFECTO EN MEMORIA  
DE TRABAJO VISUAL Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**Jesús Eduardo Leyva-Rodríguez & Juan David Varela-García**

**Director de tesis: Oliver Müller**

**Universidad del Rosario**

**Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud**

**Programa de Psicología**

**“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”**

**Universidad del Rosario**  
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud  
**Programa de Psicología**

**Acta de Aprobación del trabajo de grado**

Los aquí firmantes certificamos que el trabajo de grado elaborado por

Jesús Eduardo Leyva Rodríguez y Juan David Varela García

Titulado: El videojuego League of Legends y su efecto en memoria de trabajo visual y solución de problemas

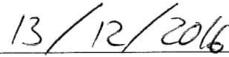
Cumple con los estándares de calidad exigidos por el programa de psicología para la aprobación del mismo

Esta acta se firma a los días 13 del mes de diciembre de 2016

Comité de trabajo de grado



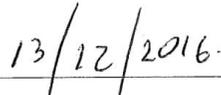
Firma del director



Fecha



Firma del Coordinador de T.G



Fecha

**Tabla de contenido**

Resumen	4
Abstract	4
Introducción	5
Problema de Investigación	8
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	21
Hipótesis	21
Método	21
Resultados	24
Discusión	27
Referencias	30

## Resumen

El propósito de este estudio es medir los efectos que tiene el videojuego League Of Legends en los procesos cognitivos de memoria de trabajo visual (MVT) y solución de problemas (SP). Para medir dichos efectos se implementó un diseño pre test-post con un grupo experimental y uno control, compuestos cada uno por siete participantes, en donde se evaluaron los procesos previamente mencionados utilizando los cubos de Corsi para la memoria de trabajo visual y las matrices del WAIS III para evaluar la solución de problemas. Después de realizar los respectivos entrenamientos se encontraron resultados significativos en los diferentes momentos de aplicación. En el grupo experimental se encontraron diferencias en la variable dependiente solución de problemas, mientras que en el grupo control en la variable dependiente memoria de trabajo visual, pero no en la interacción entre grupos ni diferencias entre grupos, lo que sugiere un efecto de familiarización a la prueba.

*Palabras Clave:* Videojuegos, League Of Legends, Memoria de Trabajo Visual, Solución de Problemas

### **Abstract**

The purpose of this study was to measure the effects of the videogame League Of Legends on the higher cognitive processes of visual working memory (VWM) and problem solving (PS). For this purpose, a pretest-posttest design was implemented with an experimental and control group composed of seven participants in each one of these groups. The previously mentioned processes were tested using the Corsi block-tapping task (VWM) and matrix reasoning of WAIS III (PS). After completing the respective training, significant results were found at the different measure points. For the experimental group, significant differences were found in PS, and for the control group significant differences were found for VWM. However no significant results were found for the interaction with group or between the groups. This suggests that a familiarization effect in the application of the tests.

*Key words:* Videogames, League Of Legends, Visual Working Memory, Problem Solving.

## **El Videojuego League Of Legends Y Su Efecto En Memoria De Trabajo Visual Y Solución De Problemas**

Los videojuegos son un campo de investigación fascinante que tiene posibilidades amplias para ser explorado por la gran cantidad de interacciones con varios procesos psicológicos.

Los mundos virtuales allí presentes simbolizan un nuevo contexto en el cual las personas pueden interactuar y relacionarse de maneras que en el mundo real serían poco accesibles. Por otra parte, en los videojuegos se pueden experimentar situaciones que requieren diversas habilidades tanto motoras como cognitivas para la consecución de un objetivo determinado. Cabe destacar que los usuarios de este tipo de tecnologías no solo interactúan con agentes de inteligencia artificial, sino que lo pueden hacer con otras personas permitiendo una amplia gama de actividades psicológicas.

Un buen ejemplo de cómo los videojuegos han empezado a llamar la atención de científicos para realizar estudios con los que se puedan analizar variables y buscar aplicaciones más allá del fin recreativo que tienen éstos es el estudio realizado por Khanolkar y McClean (2012) en donde analizan diversas variables como la fascinación por los juegos, el seguir reglas generadas por el juego, la relación contrapuntual con el mundo real y los juegos como una situación social. En el estudio mencionado usan solamente *gamers* profesionales (entendido como personas que tienen como estilo de vida jugar videojuegos y pasan la mayor parte del tiempo en esto) para tener un mayor entendimiento de este mundo y adentrarse a este entorno de una manera más directa y profunda. En este estudio Khanolkar y McClean (2012) concluyen que en el mundo de los videojuegos pueden llegar a existir espacios tan diversos que pueden crear

relaciones, etiqueta, modales, normas y una forma de vida diversa y diferente que puede hacer que el estigma de la violencia que tienen los videojuegos sea borrado fácilmente de la mente de las personas.

Siguiendo esta misma línea, podemos encontrar el estudio realizado por Camilleri, Misfud y Vella (2013), en el cual se estudian las actitudes que tienen diversos actores del contexto educativo hacia el uso de videojuegos como herramienta pedagógica. Este estudio aborda el tema desde tres perspectivas diferentes, tomando la perspectiva de los profesores, los padres y los estudiantes para evaluar la actitud o disposición de estos a usar videojuegos como herramientas útiles en el aprendizaje y nos da unos resultados en donde la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que los videojuegos son una manera moderna y adecuada para implementar a la enseñanza, pero muy pocos los usan como método para enseñar o aprender.

Al analizar los diferentes artículos y estudios realizados hay un interés común que nos hace querer investigar más y es la posibilidad de tener a los videojuegos como una herramienta tecnológica útil y activa en el aprendizaje de áreas específicas. Para empezar a tratar este tema podemos tomar los estudios de Gee (2005) en donde nos habla sobre tres formas de aprendizaje en los videojuegos que son el aprendizaje empoderado, la solución de problemas y el entendimiento.

El primer tema (aprendizaje empoderado) nos habla de cómo se aprende siendo un agente activo y no un consumidor pasivo; es decir, que se tenga acción propia en el aprendizaje y que no solo se reciba información. Hay muchos ejemplos de videojuegos que permiten este tipo de aprendizaje y que, a comparación con lo intentado actualmente en los centros de aprendizaje, no se le impone al estudiante a hacer debates o críticas sobre un tema determinado con los compañeros que no hacen que el estudiante sea el que moldee su propio aprendizaje con sus decisiones y reacciona frente a estas de acuerdo a lo que él mismo está escogiendo (Gee, 2005).

Otro punto importante tocado en este primer tema es el hecho de poder personalizar.

Llevado al aprendizaje, el autor se refiere a que una forma en que las personas pueden ser agentes de su propio aprendizaje es haciendo decisiones sobre cómo y cuándo aprender. Este principio es cuestionado frente al aprendizaje tradicional, porque al aplicarlo los estudiantes realmente tienen la libertad de personalizar sus estilos de aprendizaje, hacia el que más les favorezca supliendo sus diferentes aptitudes y habilidades para poder maximizarlas (Gee, 2005).

Pasando al segundo tema que se trata, de la solución de problemas, Gee (2005) nos habla de algo que es muy importante y que no es visto en el aprendizaje clásico como algo a lo que se le deba poner mucha atención. El *placer de la frustración* que se da al tener retos desafiantes pero que a la vez sean posibles de hacer y que puedan poner a prueba las capacidades de la persona, dando retroalimentación al individuo que demuestre que van en el camino correcto, y que al final de esto sea reconfortante y se tenga cierto sentido de logro al completar los desafíos. Este criterio en las escuelas es extremadamente fácil para algunos estudiantes o radicalmente difícil para otros estando en el mismo curso.

Los aprendices deberían tener la capacidad de ajustar el nivel de dificultad mientras que son alentados a estar al borde del límite, pero dentro de su nivel de competencia. Deberían ganar conciencia sobre qué es ese nivel y cómo va cambiando a lo largo del tiempo. (Gee, 2005, p. 10)

Este es un factor clave en los videojuegos ya que todos y cada uno de los videojuegos vienen con la opción de modificar la dificultad y con retroalimentación en todos los niveles o los *puzzles* (entendidos como los desafíos que requieren descubrir la solución a un problema explícito de manera implícita). Ciertos videojuegos como la serie *Uncharted* tienen en abundancia este tipo de modalidad, contando con mínimo un puzzle por nivel que es necesario resolver para continuar con el juego. En este videojuego mientras que el jugador va avanzando en

la historia se va volviendo experto en cómo usar las herramientas brindadas por el videojuego para resolver los *puzzles*, hasta llegar al punto en donde el juego no tiene que dar pistas sino que el jugador usa las habilidades aprendidas para poder resolver estos desafíos.

Finalmente, en el tercer tema que es el entendimiento, Gee (2005) nos habla del pensamiento sistemático que se refiere a cómo las personas aprenden habilidades de mejor manera cuando pueden ver cómo estas habilidades pueden formar parte de un ente más grande y complejo, de este modo nuestras experiencias son apropiadas cuando entendemos cómo encajan en este ente mayor. Los gamers pueden hacer esto con facilidad por la variedad tan grande en el mercado de los videojuegos, cambiando su manera de comprender al mundo entre cada género de videojuegos, e incluso, entre cada videojuego.

Algunas investigaciones con videojuegos se han centrado en los efectos de los videojuegos de acción de primera persona en funciones cognitivas como atención visual y velocidad de procesamiento (Dye, Shawn Green & Bavelier, 2009). Además, últimamente se han venido estudiando otras funciones cognitivas como la memoria de trabajo espacial (Moon, 2015) y cómo el entrenamiento con un videojuego podría llegar a mejorar el desempeño en funciones de control ejecutivo incluyéndose en estas la memoria de trabajo visual (Basak, Boot, Voss & Kramer, 2008). ¿Están los videojuegos relacionados con las funciones cognitivas superiores?

En la investigación con videojuegos se han empleado diferentes géneros de los mismos para investigar las posibles relaciones existentes entre éstos y el desempeño en diversos tipos de tareas, tanto perceptivas como cognitivas. En primer lugar, se revisarán estudios que emplean videojuegos del género acción, posteriormente se examinarán dos estudios en los cuales se implementa un videojuego de estrategia, también se revisará un artículo relacionado con el género MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), el cual es un subgénero de los videojuegos de estrategia en donde se observan funciones cognitivas similares a las de interés en el actual

estudio, luego se explorará un artículo el cual incluye diversos géneros de videojuegos, siendo el denominador el común juegos recreativos, y por último se revisarán estudios en donde se diseñaron videojuegos para evaluar y/o entrenar funciones cognitivas.

Videojuegos de acción se han utilizado especialmente con el objetivo de identificar su relación con el desempeño en tareas sensoriales, perceptuales y atencionales (Green et al., 2010). Tales como el estudio realizado por Dye et al. (2009) donde se pudieron encontrar resultados significativos en la velocidad de procesamiento y de respuesta en individuos que tienen uso frecuente de videojuegos de acción comparados con individuos que no hacen uso alguno de éstos.

Otro estudio que ha utilizado los videojuegos de acción para ver si existe relación entre su uso y variables psicológicas, fue el estudio realizado por Green y Bavelier (2003) en el que por medio de cinco experimentos distintos intentaron buscar si hay algún nexo entre los videojuegos y la atención selectiva visual. Para este estudio se seleccionaron videojuegos como *Grand Theft Auto 3*, *Spider-Man*, *Half-Life*, *CounterStrike*, *Crazy-Taxi*, entre otros, y la población seleccionada fue mayoritariamente masculina y tanto usuarios asiduos de videojuegos como usuarios que no tenían experiencia relacionada con los videojuegos. En los experimentos 1 a 4, que evaluaban específicamente el incremento en la capacidad atencional, se pudo observar que los usuarios habituales de videojuegos tenían un desempeño mayor en las tareas que los no usuarios de videojuegos, lo que demuestra que los videojuegos sí podrían tener influencia sobre las tareas de la atención selectiva visual. De otro lado, en el experimento 5 se usó un grupo experimental que fue expuesto al videojuego *Medal of Honor* (un videojuego que hace parte del género de acción) y un grupo experimental expuesto a *Tetris*, en donde solamente fueron usados los no usuarios de videojuegos. Después del entrenamiento se pudo observar que tanto el grupo experimental como el grupo control tuvieron mejoras en las tareas atencionales, pero que los

participantes del grupo experimental tuvieron mayor mejoría que los participantes del grupo control.

Por otra parte, en lo que respecta a los videojuegos pertenecientes al género de estrategia y la relación de estos con el desempeño en tareas cognitivas como control ejecutivo y memoria de trabajo, se han obtenido hallazgos que indican mejores capacidades cognitivas en personas que usan videojuegos comparados con personas que no los usan (Boot Kramer, Simons, Fabiani, & Gratton, 2008). Inclusive se ha investigado si este género puede atenuar el deterioro cognitivo en adultos mayores, en donde se medía el efecto de este tipo de videojuegos sobre tareas de control ejecutivo y atención viso-espacial. Se encontró que los participantes mejoraban en estas funciones después de haber tenido entrenamiento en el videojuego *Rise Of Nations*, es decir, su desempeño en pruebas de evaluación era mejor en las medidas post-test que en las medidas pre-test, y al mismo tiempo tenían mejores desempeños que los participantes del grupo control que no estuvieron expuestos al videojuego (Basak et al., 2008).

Siguiendo esta línea, se puede encontrar el estudio realizado por Moon (2015) donde se seleccionaron participantes con alguna experiencia en un videojuego del género MOBA. Aquí se intentó comprobar si los jugadores de MOBA tenían un desempeño cognitivo mayor a los no jugadores; para esto se usaron tres pruebas distintas: tarea de sustitución letra-dígito, tarea Flanker, y la tarea de span de simetría para las funciones de tiempo de reacción, atención visual y memoria de trabajo espacial, respectivamente. Los resultados obtenidos en estas pruebas indican que los jugadores de MOBA tuvieron mejor desempeño en las funciones de tiempo de reacción y memoria de trabajo espacial, pero no en la de atención visual.

Por otra parte, el interés en explorar las posibles consecuencias de un videojuego con fin recreativo en la cognición de los usuarios ha llevado al uso de neuroimágenes para documentar los posibles efectos en las estructuras cerebrales relacionadas con ciertas funciones cognitivas.

Gracias a esto, se ha podido observar que en las personas que no suelen usar videojuegos, pero que han participado en algún entrenamiento usando uno de estos, sus resonancias magnéticas muestran un incremento de la materia gris en el lóbulo frontal, específicamente en la corteza prefrontal dorsolateral, área relacionada con el razonamiento abstracto y la solución de problemas, después de recibir un entrenamiento con el videojuego Super Mario 64, de 30 minutos al día durante dos meses, en comparación al grupo control que no recibió entrenamiento (Kühn, Gleich, Lorenz, Linderberg & Gallinat 2014).

Otro estudio que implementó neuroimágenes fue el realizado por Mondéjar, Hervás, Johnson, Gutierrez y Latorre (2016) quienes hicieron una investigación encaminada a estudiar cuáles áreas cerebrales se activan en el uso de un videojuego y cuáles se activan durante la evaluación de funciones ejecutivas. Para hacer estas mediciones implementaron electroencefalogramas que les permitieran medir la actividad cerebral durante cada tarea.

Es importante destacar que en el referido estudio de Mondéjar y colaboradores (2016) se usaron videojuegos creados con mecánicas específicas. Se entiende por mecánica a "lo que los jugadores pueden hacer en el mundo del juego, como lo hacen, y como esto lleva a una experiencia de juego absorbente" (Rouse, 2005, p. 310). En el caso del estudio mencionado, las mecánicas eran consideradas de común presencia en la vasta mayoría de videojuegos comerciales. Por ejemplo, acciones precisas que el usuario debe realizar con el fin de avanzar en el juego o la resolución de puzzles lógicos. En lo que respecta a pruebas de evaluación psicológica, usaron pruebas como el Stroop (control inhibitorio, atención dividida, sostenida y alterante), Trail Making Test (atención dividida, sostenida y alternante) y Washers Test (planeación y solución de problemas). Los resultados obtenidos muestran que tanto en la evaluación psicológica como en el uso de videojuegos con mecánicas específicas hubo activación cerebral predominante en las áreas prefrontales relacionadas con las funciones ejecutivas

(Mondejár et al., 2016). Esto sugiere la posibilidad de desarrollar dichas funciones cognitivas mediante el uso de videojuegos diseñados con este propósito.

Varios de los estudios consultados se concentran en ciertas funciones ejecutivas en especial, como memoria de trabajo, procesos atencionales e inclusive se explora el razonamiento. Pero también se han explorado los posibles efectos de los videojuegos en otras funciones cognitivas. Un ejemplo es el estudio desarrollado por Buelow, Bradley y Cooper (2015) con estudiantes universitarios, en donde se emplearon cinco videojuegos diferentes tales como *Call of duty*, *Dead island*, *LittleBigPlanet*, *NBA2K12* y *Need for speed*. Cabe destacar que estos juegos son diferentes en género y nivel de violencia, pero que fueron seleccionados de esta forma para evitar que los posibles efectos encontrados se debieran a un juego específico (Buelow et al., 2015). También se destaca que el proceso de toma de decisiones puede ser intencionado y calculado o bien puede verse afectado por procesos emocionales y podría conllevar un resultado negativo pese al conocimiento sobre estas consecuencias desfavorables. En tal caso se denomina un proceso de toma de decisiones riesgosa. Este concepto es importante en dicho estudio puesto que Buelow y sus colaboradores implementan varios instrumentos diseñados para evaluar las decisiones riesgosas y el tomar riesgos como *Iowa Gambling Task* (IGT) y *Balloon Analogue Risk Task* (BART), respectivamente. En estas evaluaciones encontraron que los participantes que usaron videojuegos durante 30 minutos, tiempo establecido de exposición durante el estudio, se mostraban más rápidos al cambiar a barajas ventajosas en la IGT que indicaría un proceso de toma de decisiones menos riesgosa, mientras que, en la BART, no se encontraron diferencias significativas con el grupo control (Buelow et al., 2005).

Ha existido un interés por parte de los investigadores en crear videojuegos con el fin específico de fortalecer las habilidades cognitivas e inclusive para una posible rehabilitación, es decir, los esfuerzos se concentran en producir videojuegos como herramientas de evaluación,

rehabilitación y desarrollo de habilidades cognitivas en vez de ser usados únicamente como herramientas de entretenimiento y recreación. Un ejemplo de esto es el caso de Portal 2, un videojuego del género Puzzle, tal y como fue sugerido por Foroughi et al. (2016). En este estudio utilizaron el creador de mapas de dicho videojuego, que es una función del juego que cualquier persona que haya comprado el juego puede usar; en esta modalidad, los usuarios pueden crear libremente rompecabezas con diferentes obstáculos dentro de escenarios previamente establecidos para cumplir el objetivo principal del juego, realizar portales entre dos dimensiones para salir de un laberinto con obstáculos predeterminados, los portales son creados para poder superar los obstáculos y llegar a la salida del laberinto. Volviendo al estudio, se realizó una comparación entre las matrices avanzadas de Raven (RAPM) y la llamada "Batería de Portal 2" para comprobar si ésta puede ser usada como una medida para evaluar la inteligencia fluida. A pesar de que se indicó realizar mayor investigación en el tema, los autores sugieren que videojuegos con acceso a creación libre de mapas pueden llegar a tener un uso como una batería de pruebas psicológicas adyacente a las ya existentes. La Batería de Portal 2 consiste en solucionar 15 rompecabezas distintos en el juego creados por los investigadores, en donde los participantes tenían 5 minutos para llegar a la solución de cada uno de los rompecabezas creados por los investigadores. Los resultados del estudio indican que hay una relación fuerte entre las RAPM y la batería de Portal 2, indicando una medición válida de la inteligencia fluida.

Otro ejemplo de cómo los videojuegos están contribuyendo a la creación de nuevos instrumentos de evaluación, está en la neuropsicología infantil. Ya se han visto ciertos tipos de juegos en tests como el rompecabezas del WAIS, pero estos no son videojuegos y a veces se pueden tornar en tareas tediosas. Para contrarrestar esto, Tenorio et al. (2014) desarrollaron una batería neuropsicológica basada exclusivamente en videojuegos y uso de tecnología, en donde se

evalúan las funciones cognitivas básicas para poder tener un resultado completo. Según los autores de esta batería es apropiada para hacer un panorama del estatus cognitivo del individuo.

Un ejemplo de videojuego diseñado para mejorar las habilidades cognitivas de los usuarios, y tal vez uno de los más conocidos, es el videojuego de acceso por teléfonos móviles *Lumosity*. Shute, Ventura y Ke (2015) pusieron a prueba la efectividad de este videojuego en contraste con un videojuego que no está diseñado para mejorar funciones cognitivas: *Portal 2*. En el estudio se trató de evaluar el efecto de ambos videojuegos en las funciones específicas de resolución de problemas, habilidad espacial y una habilidad no cognitiva denominada como persistencia que se refiere a "una faceta de la conciencia que refleja la necesidad disposicional de resolver tareas difíciles" (Shute et al., 2015). Al hacer una evaluación pretest-postest después de ocho horas de exposición ya fuera a Lumosity o a Portal 2, se encontró que había mejoría significativa tanto en resolución de problemas como en las habilidades espaciales, hablando de las variables cognitivas, y en la variable no cognitiva, la persistencia, en el grupo que estuvo expuesto a Portal 2 (Shute et al., 2015). Esto quiere decir que un videojuego que fue hecho exclusivamente para la recreación y para divertirse, o con el simple objetivo de jugar, fue significativamente mejor en aumentar las habilidades cognitivas de los participantes que un videojuego que fue creado con el fin de mejorar las habilidades de los participantes. Al conocer esto, se puede tener una primera evidencia en la utilidad de los videojuegos no diseñados para mejorar funciones cognitivas para ámbitos que van más allá del simple hecho de recrear o divertir y cómo estos ayudan a la mejora de capacidades cognitivas y no cognitivas.

Otro ejemplo de como Lumosity ha sido objetivo de investigación es el estudio realizado por Toril, Reales, Mayas y Ballesteros (2016), quienes evaluaron las funciones de memoria de trabajo visual y memoria episódica en población de adultos mayores. En este estudio se puede ver que en el grupo experimental (el que fue expuesto a Lumosity) existieron mejoras en todas las

funciones evaluadas, comprobadas por medio de las pruebas de Cubos de Corsi, Jigsaw-Puzzle Test, Span de Dígitos, entre otras. Después de realizar el entrenamiento se pudo evidenciar que las mejoras fueron estadísticamente significativas, inclusive después de tres meses de la evaluación (excepto en los cubos de Corsi). Es notable que el uso de videojuegos durante un periodo de tiempo puede mejorar las funciones ejecutivas, cognitivas, incluso en individuos que no tienen las mismas capacidades cognitivas que un adulto de mediana edad o un adolescente, que son las poblaciones objetivo de las compañías de videojuegos.

Baniqued et al. (2015) trabajaron con un videojuego móvil llamado *Mind Frontiers* que consiste en seis tareas cognitivas, tres de memoria de trabajo, dos de razonamiento, y una de *task-switching*; es decir, es un videojuego diseñado para entrenar funciones cognitivas como la memoria de trabajo, la inteligencia fluida y la velocidad de razonamiento. El estudio consistió en un grupo expuesto al videojuego y un grupo control activo que también estuvo expuesto a un dispositivo móvil con tareas de entrenamiento visual y perceptivo. Después de realizar el entrenamiento con el videojuego y realizar unas encuestas electrónicas que fueron realizadas para poder evaluar el efecto de transferencia, se pudo evidenciar que los participantes del grupo expuesto al mismo, tuvieron un efecto de transferencia positivo especialmente en la variable de memoria de trabajo, mientras que en inteligencia fluida y en velocidad de razonamiento los resultados no mostraron efectos estadísticamente significativos con el entrenamiento. A pesar de lo mencionado anteriormente, en las tareas de inteligencia fluida se pudo observar que el videojuego *Mind Frontiers* tuvo efectos estadísticamente positivos en los subcomponentes llamadas de “*nivel bajo*” de velocidad de percepción y de atención.

Es notorio que en la mayoría de los estudios realizados sobre el aprendizaje relacionado con videojuegos se proponen teorías que dan un amplio espectro sobre un posible uso de estos en el área del aprendizaje y que al llegar a la práctica existen investigaciones que intentan

comprobar si el aprendizaje específico de determinada área puede ser afectado de alguna u otra manera por los videojuegos. Podemos ver que se usan más que todo en las áreas de control inhibitorio, velocidad de procesamiento y memoria de trabajo espacial. A pesar de que este sea un avance amplio en el campo de investigación, aún deja muchas dudas al aire y muchas áreas que proponen un campo grande de investigación cognitiva.

A pesar de que en estos estudios utilizan videojuegos para estudiar su relación con las variables psicológicas previamente mencionadas, es importante destacar que los resultados son a veces contradictorios. Por ejemplo, Boot et al. (2008) intentaron obtener resultados similares a los obtenidos por Green y Bavelier (2003), sin embargo, se encontraron resultados no significativos o bien no se encontró cambio alguno después de un entrenamiento usando videojuegos.

De acuerdo a los estudios que se han revisado, es común encontrar la variable de la memoria de trabajo como un factor común de interés para los investigadores en videojuegos (Boot et al., 2008; Buelow et al., 2015; Moon, 2015; Toril et al., 2016). Esto indica que los videojuegos tienen gran influencia sobre este proceso cognitivo que es tan importante para sobrellevar la vida diaria de los seres humanos, sin importar su edad.

A partir de los estudios revisados se toma a la memoria de trabajo visual como uno de los principales temas de interés en este trabajo de grado, incluyendo también la solución de problemas, puesto que en el estudio realizado por Buelow et al. (2015) se obtuvieron mejoras en el desempeño de los participantes en pruebas de solución de problemas después de un entrenamiento con un videojuego. Se escogió el videojuego League of Legends, que es un juego de estrategia en tiempo real (ETR) también conocido como Multiplayer Online Battle Arena (MOBA) con elementos de juegos de rol. En este videojuego dos equipos conformados por tres a cinco personas quienes deben escoger un personaje con diseño y habilidades específicas,

compiten cara a cara en diversos campos de batalla con el objetivo de infiltrarse en la base rival y destruir un objeto determinado dentro de la misma. Se elige este juego por tres razones principales: 1. Es de fácil acceso, ya que es de acceso gratuito y los requerimientos de software y hardware son básicos en cualquier ordenador. 2. El género al cual pertenece el videojuego (MOBA) se ha consolidado como uno de los más populares en los últimos años y, por último, 3. en el estudio realizado por Moon (2015) se toman participantes con experiencia en videojuegos MOBA encontrando resultados positivos respecto a tareas de tiempo de reacción y memoria de trabajo espacial. Pero solo observacional, no experimental

El presente estudio se realiza por un vacío en el conocimiento identificado en la literatura actual y reciente frente al problema planteado. Esto se puede ver ya que en los estudios actuales se habla sobre funciones cognitivas relacionadas con videojuegos, sin embargo, en el único estudio con videojuegos MOBA encontrado (Moon, 2015) se intenta establecer una relación entre la experiencia en juegos MOBA y el desempeño en ciertas tareas cognitivas, mientras que en el actual estudio se utiliza un diseño experimental para establecer si un entrenamiento con un videojuego de este género está directamente relacionado con la mejora en tareas cognitivas (MVT y SP).

El videojuego LOL podría influir en la solución de problemas porque cada usuario tiene que cumplir con un rol o tarea específica la cual debe ser compatible con los demás roles de sus compañeros, para facilitar la consecución de un objetivo común. Además, durante la partida se deberán sortear ciertas dificultades y se podrá mejorar al personaje según lo ameriten las condiciones actuales de la partida sin dejar a un lado el objetivo principal. Por otra parte, LOL puede influir sobre la memoria visual de trabajo ya que en el videojuego el equipo debe tener en cuenta la posición de los enemigos, así como también la de los aliados para determinar la mejor forma de cumplir el objetivo principal.

De acuerdo a la literatura, el videojuego LOL ha sido usado en ciertos experimentos, pero no específicamente para investigar los posibles efectos que tiene jugarlo en la cognición. Un ejemplo claro de esto es el estudio realizado por Nuyens et al. (2016) en el que se investiga la impulsividad asociada al uso de MOBA en participantes de 18 a 24 años. Esto fue realizado por medio de autorreportes una tarea experimental, arrojando que el uso adictivo de un videojuego tipo MOBA como lo es LOL puede estar relacionado con mayor impulsividad. También en el estudio realizado por Kokkinakis, Lin, Pavlas y Wade (2015) en el que se evaluaban las interacciones sociales dentro del juego, otra cuestión que se ha evaluado en LoL es si existe alguna correlación con el comportamiento dentro del juego y el nombre elegido por el usuario. Acá se pudo identificar que el nombre de usuario en el juego podría estar relacionado con la edad del jugador (por la presencia de un número en el nombre de usuario, que puede indicar el año de nacimiento del jugador); la edad y también la presencia de términos ofensivos en el nombre del jugador mostró tener relación con la cantidad de groserías usadas por el mismo en la interacción con otros jugadores, y éstas pueden tener impacto en la forma en que el usuario es percibido por los otros usuarios.

Para constatar la influencia del entrenamiento en funciones cognitivas es necesaria una línea base que sirva como contrastación y pueda dar información más válida. En este contexto es interesante usar una línea base activa, es decir, exponer el grupo control a otra actividad. Para esto proponemos usar una herramienta de ejercicio mental más convencional, en este caso, el Sudoku. Un artículo de Grabbe (2011) nos muestra, que este tiene relación con la memoria de trabajo, pero estos resultados no son concluyentes, puesto que el objetivo de este estudio era únicamente establecer si existía una relación entre Sudoku y memoria de trabajo, pero no era su objetivo establecer si el Sudoku mejoraba el desempeño de esta. También se ha encontrado que un efecto del Sudoku sobre la cognición se da sobre el pensamiento lógico de los jugadores del

mismo, sin embargo, no se hace alusión a un proceso básico específico (Baek, Kim, Yun y Cheong, 2008). Sin embargo, en el estudio realizado por Ferreira, Owen, Mohan, Corbett y Ballard (2014) se pudo encontrar que el entrenamiento con Sudoku tiene efectos significativos de mejoría en la memoria de trabajo espacial al igual que en otras tareas cognitivas tales como razonamiento gramatical y memoria episódica.

De otro lado, en cuanto a la relación entre el Sudoku y la resolución de problemas, se puede ver que en la literatura hay un interés mayor por programas computacionales relacionados con la solución de problemas específicos, más no en la función cognitiva humana de solución de problemas. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Binas, Indiveri y Pfeiffer (2016) en el que usan el Sudoku y la solución de problemas, pero en un programa de computador relacionado con modelos informáticos de circuitos neuronales y no en humanos reales. Al realizar las búsquedas en las bases de datos (Scopus, ScienceDirect, EBSCO, Oxford Journals, PubMed Central) no se pueden encontrar resultados con la combinación de palabras "problem solving AND sudoku".

Podemos ver que la memoria de trabajo está fuertemente relacionada con la tarea de tipo Sudoku, aun así, no ha sido posible encontrar literatura relevante que investigue la relación de esta tarea y la solución de problemas en seres humanos puesto que los estudios encontrados hacían referencia a modelos computacionales.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Comprobar si la exposición al videojuego League of Legends tiene efecto en las variables Memoria de trabajo visual y Solución de problemas.

## **Objetivos específicos**

Comparar el desempeño de los participantes en las variables solución de problemas y memoria de trabajo visual, antes y después del entrenamiento respectivo en los dos grupos.

Comparar el efecto del entrenamiento entre el grupo experimental y control, en las variables solución de problemas y memoria de trabajo visual.

## **Hipótesis**

El grupo que será entrenado con el videojuego tendrá una mejoría estadísticamente significativa en el desempeño en las pruebas de Memoria de Trabajo Visual y Solución de Problemas, en comparación al grupo que no fue entrenado con el videojuego, sino que practica con tareas análogas tipo *Sudoku*.

## **Método**

### **Diseño**

En este estudio exploratorio se implementó un diseño experimental con grupo control y medidas pretest-postest, por tanto, es un estudio con intervención puesto que existe manipulación de variables por parte de los investigadores tales como la exposición al videojuego y las tareas a realizar por el grupo control.

Las variables independientes en este estudio son el tipo de entrenamiento (videojuego vs. sudoku) y el momento de medición (antes vs después del entrenamiento). Por otra parte, las variables dependientes del estudio son las siguientes: memoria de trabajo visual, solución de problemas. Finalmente, las variables control serán: edad, género, carrera universitaria.

### **Participantes**

La población de referencia fueron los estudiantes universitarios de la ciudad de Bogotá y la muestra seleccionada para este estudio consistió de 14 (seis hombres y ocho mujeres) con un

promedio de edad de 21.57 años, estudiantes de la Universidad del Rosario pertenecientes a las carreras de Psicología (ocho), Fisioterapia (cuatro) y Fonoaudiología (dos). Estos fueron distribuidos en dos grupos semi-aleatoriamente, controlando variables como edad, género y carrera, cada uno de siete participantes (véase tabla 1). La edad promedio del grupo experimental fue de 21.57 años, la edad promedio del grupo control fue de 21.57 años. En este estudio se incluyeron únicamente estudiantes mayores de edad de la Universidad del Rosario con visión normal o en dado caso, visión corregida.

Tabla 1

*Asignación de participantes a grupos*

Control	Experimental
S5 Psicología (M)	S13 Psicología (H)
S14 Fonoaudiología (M)	S10 Fonoaudiología (M)
S4 Psicología (H)	S8 Fisioterapia (H)
S9 Fisioterapia (M)	S6 Fisioterapia (M)
S7 Fisioterapia (M)	S1 Psicología (M)
S12 Psicología (H)	S2 Psicología (H)
S11 Psicología (H)	S3 Psicología (M)

*Nota:* Se muestra la distribución de los participantes en los grupos control y experimental. \*H(hombre) M(mujer).

Para la selección de los participantes se aplicó una encuesta cuyo objetivo era discriminar entre participantes que hayan tenido experiencia o conocimiento del videojuego y también identificar el género y rango de edad de los mismos.

El principal criterio de exclusión fue si el potencial participante ha tenido experiencia con el videojuego ya mencionado o con videojuegos similares o del mismo género. A excepción de dos participantes, ninguno había tenido experiencia con videojuegos similares al usado en el

estudio. Estos dos participantes fueron asignados al grupo control por su experiencia previa con los videojuegos.

El presente estudio es una investigación con humanos de riesgo mínimo por lo que se aplicaron pruebas psicológicas estandarizadas a los grupos mencionados en el apartado de metodología y no se manipuló la conducta de estos sujetos. Es importante resaltar que las pruebas no presentaron ningún riesgo a los participantes y la exposición al videojuego o a la tarea alternativa tampoco según lo dicho en la resolución número 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia. También se consideró el consentimiento informado en el que se especificó que fue una investigación con fines totalmente científicos y académicos y que el participante podía retirarse de esta cuando quisiera sin que esto tuviera ninguna consecuencia en algún aspecto de su vida.

### **Instrumentos**

Se usaron dos computadores portátiles (MacBook Pro 15 y Lenovo Z40-75) propiedad de los investigadores con el videojuego League of Legends instalado para el entrenamiento al grupo experimental y pasatiempos del tipo Sudoku para el grupo control con dificultades de fácil, medio, difícil y muy difícil extraídos de <http://www.websudoku.com/>, además de los instrumentos de evaluación mencionados anteriormente.

Se usaron dos instrumentos principales para medir el efecto del entrenamiento con el videojuego (*League Of Legends*) y el ejercicio destinado para el grupo control (*Sudoku*) en las variables dependientes (Memoria Visual de Trabajo y Solución de Problemas). Para dicho propósito se aplicó la prueba de matrices del WAIS III para medir el efecto en Solución de Problemas. Esta prueba consiste en cuatro tipos de tareas de tipo razonamiento no verbal (patrones incompletos, clasificación, analogías y razonamiento en serie); se muestra el cuadernillo de estímulos y se le pide al participante que indique cuál es la figura que hace falta de

la secuencia de las cinco opciones disponibles para completar la matriz, por ejemplo, se muestra una secuencia de colores y en las opciones disponibles aparecen una serie de colores de las que solo una puede completar la secuencia de muestra (Wechsler, 2003). Por otra parte, se aplicaron los cubos de Corsi del WMS-III para medir los efectos en la memoria visual de trabajo; esta prueba consiste en una versión del test de dígitos, solo que se aplica en un tablero en donde están ubicados 10 cubos y se da la instrucción de tocar los cubos en el mismo orden que el evaluador. Esta tarea se realiza en orden directo e inverso (Wechsler, 2004).

### **Procedimiento**

Primero se aplicaron los instrumentos a los 14 participantes para hacer la toma de datos del pretest, posteriormente se citaron los participantes del grupo experimental para iniciar el entrenamiento con el videojuego durante 10 horas que fueron distribuidas en un periodo de 5 semanas con 2 horas de juego por semana. Después de entrenamiento con el videojuego se volvieron a realizar las pruebas para la recolección de datos del postest. Al mismo tiempo los participantes del grupo control hicieron el entrenamiento correspondiente con Sudokus, que también constaba de 10 horas distribuidas en 5 semanas con un tiempo de 2 horas de entrenamiento por semana

### **Resultados**

Como se mencionó con anterioridad, al tener dos grupos (grupo control y grupo experimental), que fueron expuestos a las mediciones pretest y postest, el modelo de análisis de datos pertinente es un ANOVA bifactorial ya que este permite medir los efectos de las variables independientes (Exposición al videojuego o al Sudoku; punto de medición) en las variables dependientes (MVT y SP). Para realizar el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS. Por cada uno de los dos instrumentos se hizo un ANOVA por aparte.

Tabla 2

*Estadísticos descriptivos en variable dependiente Solución de Problemas*

Estadísticos	Pre-test		Post-test	
	Control	Experimental	Control	Experimental
Promedio	11.57	11.00	11.86	11.86
Desviación Típica	1.813	2.380	2.193	2.340
Mínimo	9	6	9	7
Máximo	14	13	15	14
Mediana	11.00	12.00	11.86	13.00

*Nota:* Se muestra los estadísticos descriptivos por condición y por momento de aplicación de pruebas.

Tabla 3

*Estadísticos descriptivos en variable dependiente Memoria de Trabajo*

Estadísticos	Pre-Test		Post-Test	
	Control	Experimental	Control	Experimental
Promedio	9.86	9.57	11.43	10.00
Desviación Típica	3.436	3.599	2.820	2.380
Mínimo	6	6	9	7
Máximo	17	16	17	13
Mediana	9.00	8.00	11.00	10.00

*Nota:* Se muestra los estadísticos descriptivos por condición y por momento de aplicación de pruebas.

Se realizó un ANOVA bifactorial a la variable dependiente de solución de problemas, encontrando los siguientes resultados. En la comparación de punto de medición se encontró una

diferencia [ $F(1,12) = 8.727$ ,  $MSE = 2.286$ ,  $p = 0.012$ ], mientras que la comparación entre grupos no tuvo diferencia significativa [ $F(1,12) = 0.061$ ,  $MSE = 0.571$ ,  $p = 0.809$ ], al igual que la interacción entre grupos, que tampoco tuvo diferencias significativas [ $F(1,12) = 2.182$ ,  $MSE = 0.571$ ,  $p = 0.165$ ].

Se realizó un ANOVA bifactorial a la variable dependiente de memoria de trabajo visual, encontrando los siguientes resultados. En la comparación de punto de medición se encontraron diferencias significativas [ $F(1,12) = 6.607$ ,  $MSE = 7.000$ ,  $p = 0.025$ ], mientras que la comparación entre grupos no tuvo diferencias significativas [ $F(1,12) = 0.284$ ,  $MSE = 5.143$ ,  $p = 0.604$ ], al igual que la interacción entre grupos, que tampoco tuvo diferencias significativas [ $F(1,12) = 2.157$ ,  $MSE = 2.286$ ,  $p = 0.168$ ].

Al tener un tamaño de muestra reducido, se optó adicionalmente por corroborar los resultados de los ANOVAs por pruebas no paramétricas, escogiendo la Prueba de rangos con signos de Wilcoxon para comparación del efecto de punto de medición y la prueba U de Mann-Whitney para la comparación entre grupos, encontrando los siguientes resultados.

Para el grupo experimental, en la comparación de punto de medición se encontraron diferencias significativas para la variable dependiente de solución de problemas ( $Z = -2.121$ ,  $p = 0.034$ ), mientras que en la variable dependiente de memoria de trabajo visual no se encontraron diferencias significativas ( $Z = -0.680$ ,  $p = 0.496$ ).

Para el grupo control, en la comparación del efecto de punto de medición se encontraron diferencias significativas para la variable dependiente de solución de problemas no se encontraron diferencias significativas ( $Z = -1.000$ ,  $p = 0.317$ ), mientras que en la variable dependiente de memoria de trabajo visual ( $Z = -2.232$ ,  $p = 0.026$ ).

Para el pretest en la variable dependiente de solución de problemas no se encontraron diferencias significativas ( $U = -0.260$ ,  $p = 0.795$ ) entre los grupos, en el caso de la variable

dependiente de memoria de trabajo visual tampoco se encontraron diferencias significativas ( $U = -0.321, p = 0.748$ ).

Para el post test en la variable dependiente de solución de problemas no se encontraron diferencias significativas ( $U = -0.195, p = 0.845$ ) entre los grupos, en el caso de la variable dependiente de memoria de trabajo visual tampoco se encontraron diferencias significativas ( $U = -0.836, p = 0.403$ ).

### **Discusión**

El objetivo del presente estudio era comprobar si la exposición al videojuego League of Legends tiene efecto en las variables Memoria de trabajo visual y Solución de problemas. Para esto se usó un diseño experimental de grupo control y medidas pre-test/post-test. El grupo experimental fue expuesto a un entrenamiento con el videojuego League of Legends durante diez horas, mientras que el grupo control fue expuesto a diez horas de la tarea tipo Sudoku.

Después de analizar los resultados con un ANOVA, se encontraron diferencias significativas entre las aplicaciones de las pruebas, pero no entre los grupos y tampoco se observó un efecto de interacción entre grupos y momento de aplicación. De acuerdo a esto, se puede afirmar que, bajo las condiciones actuales del estudio, no se puede establecer que el entrenamiento con el videojuego League of Legends haya tenido un resultado entre pre-test y post-test. A pesar de esto, al realizar los análisis adicionales por medio de las pruebas no paramétricas se puede evidenciar que existe una diferencia significativa entre los momentos de aplicación de las pruebas (pre-test/post-test). En cuanto al grupo experimental hubo un cambio en la variable de solución de problemas, mientras que en el grupo control hubo un cambio en la variable de memoria de trabajo visual. Este cambio puede no ser atribuible a los entrenamientos,

sino más bien a un efecto de familiarización con respecto a la repetición en la aplicación de las pruebas.

Al contrastar los resultados con las investigaciones anteriores, se puede encontrar que a diferencia del estudio realizado por Moon (2015) quién también se interesó por el género MOBA pero con un diseño observacional, correlacional en donde se encontraron relaciones significativas con las tareas de tiempo de reacción y memoria de trabajo espacial, pero no en la tarea de atención visual, en el presente estudio se obtuvieron diferencias entre los momentos de aplicación para la tarea correspondiente a Memoria de Trabajo Visual en el grupo control. Es importante destacar que en el estudio de Moon se utilizó el Symmetry Span Task para evaluar la función de Memoria de Trabajo Espacial, mientras que en el presente estudio se implementó la tarea de Cubos de Corsi para evaluar la función de Memoria de Trabajo Visual.

Por otra parte, se puede identificar que a comparación de los estudios realizados por Boot et al. (2008) se obtuvieron resultados diferentes ya que en aquel estudio también se utilizó la prueba de los Cubos de Corsi y no se obtuvieron resultados significativos en cuanto al cambio entre los momentos de aplicación de la prueba (pre-test/post-test), en este estudio el grupo control no tuvo entrenamiento alguno, pero fueron sometidos a la evaluación mediante las pruebas. El grupo experimental estuvo expuesto a los videojuegos Medal of Honor, Tetris y Rise of Nations durante 15 sesiones de entrenamiento de hora y media cada una. Además de esto, se encontró que la experiencia en videojuegos no mejoraba el desempeño en las tareas de los Cubos de Corsi más allá de lo que se obtiene en la repetición de la tarea. Estos resultados son congruentes con los obtenidos en esta investigación.

Para futuras investigaciones en el tema sería recomendable establecer un diseño experimental con una muestra más amplia que permita tener mayor sensibilidad para los posibles efectos, además de la implementación de un programa de entrenamiento con mayor número de

horas y con más sesiones por semana. De otro lado, es importante determinar si el Sudoku es una buena tarea de control puesto que podría verse involucrada en el desempeño en las tareas de evaluación.

Sumado a lo anterior, se recomienda diseñar un cuestionario con mayor cobertura en donde se tomen en cuenta otras variables extrañas que puedan intervenir en el desempeño y los resultados en las pruebas. En el caso del contexto académico estas variables pueden ser la carga académica y las actividades extracurriculares similares a las realizadas en el estudio.

Finalmente, es importante utilizar pruebas alternativas a las utilizadas durante el pre-test para disminuir el posible efecto de familiarización a las mismas por parte de los participantes, y de esta forma corroborar si el entrenamiento es efectivo o no.

### Referencias

- Baek, Y., Kim, B., Yun, S. & Cheong, D. (2008). Effects of Two Types of Sudoku Puzzles on Students' Logical Thinking. En T. Conolly & M. Stansfield (Eds.), *2nd European Conference on Games Based Learning* (pp. 19-24). Reading, Inglaterra: Academic Publishing Limited.
- Baniqued, P., Allen, C., Kranz, M., Johnson, K., Sipolins, A., Dickens, C., ... Kramer, A. (2015). Working memory, reasoning, and task switching training: Transfer effects, limitations, and great expectations? *PLoS ONE*, *10*(11): e0142169. doi:10.1371/journal.pone.0142169
- Basak, C., Boot, W., Voss, M. & Kramer, A. (2008). Can Training in a Real-Time Strategy Video Game Attenuate Cognitive Decline in Older Adults? *Psychology and Aging*, *23*(4), 765 – 777.
- Binas, J., Indiveri, G. & Pfeiffer, M. (2016). *Spiking analog VLSI neuron assemblies as constraint satisfaction problem solvers*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1511.00540>, 2094-2097
- 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*, 387-398.
- Buelow, M., Bradley, O. & Cooper, A. (2015). The influence of video games on executive functions in college students. *Computers in Human Behavior*, *45*, 228-234.
- Camilleri, L., Misfud, C. & Vella, R. (2013). Attitudes towards and effects of the use of video games in classroom learning with specific reference to literacy attainment. *Research in Education*, *90*, 32-52.
- Dye, M., Shawn Green, C. & Bavelier, D. (2009). Increasing speed of processing with action video games. *Current Directions in Psychological Science*, *18*(6), 321-325.

- Ferreira, N., Owen, A., Mohan, A., Corbett, A. & Ballard, C. (2014). Associations between cognitively stimulating leisure activities, cognitive function and age related cognitive decline. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 30(4), 422-420.
- Foroughi, C., Serraino, C., Parasuraman, R. & Boehm-Davis, D. (2016). Can we create a measure of fluid intelligence using Puzzle Creator within Portal 2? *Intelligence* 56. 58-64.
- Gee, J. P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning*, 2(1), 5-16.
- Grabbe, J. (2011). Sudoku and working memory performance for older adults. *Activities, Adaptation & Aging*, 35(3), 241-254.
- Green, S. & Bavelier, D. (2003). Action video games modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534-537.
- Green, S., Pouget, A. & Bavelier, D. (2010). Improved probabilistic inference as a general learning mechanism with action video games. *Current Biology*, 20(17), 1573-1579.
- Khanolkar, P. & McLean, P. (2012). 100-Percenting it: Videogame play through the eyes of devoted gamers 1. *Sociological Forum*, 27(4), 961-985.
- 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.
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R., Linderberg U. & Gallinat, J. (2014). Playing super mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial videogame. *Molecular Psychiatry*, 19, 265-271.
- Mondéjar, T., Hervás, R., Johnson, E., Gutierrez, C. & Latorre, J. M. (2016). Correlation between videogame mechanic and executive functions through EEG analysis. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 131-140.

- Moon, D. (2015). Cognitive enhancements with interactive media (Senior independent study thesis). The College of Wooster, Wooster, USA.
- Nuyens, F., Deleuze, J., Maurage, P., Griffiths, M., Kuss, D. & Billieux, J. (2016). Impulsivity in multiplayer online battle arena gamers: Preliminary results on experimental and self-report measures. *Journal of Behavioral Addictions*, 5(2), 351-356.
- Rouse, R. (2005). *Game design: Theory & practice*. Plano, USA: Wordware Publishing.
- Shute, V., Ventura, M. & Ke, F. (2015). The power of play: The effects of Portal 2 and Luminosity on cognitive and non-cognitive skills. *Computers and Education*, 80, 58-67.
- Tenorio, M., Arango, P., Aparicio, A. & Rosas, R. (2014). TENI: A comprehensive battery for cognitive assessment based on games and technology. *Child Neuropsychology*, 22(3), 276-291
- Toril, P., Reales, J., Mayas, J. & Ballesteros, S. (2016). Video Game training enhances visuospatial working memory and episodic memory in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(206), 1-14.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler adult intelligence scale – Third edition (WAIS III)*. México: Manual Moderno.
- Wechsler, D. (2004). *WMS-III. Wechsler memory scale – Third edition*. Madrid, España: TEA Ediciones.