

Universidad Autónoma de Barcelona  
Instituto Guttmann

Máster en Rehabilitación Neuropsicológica y  
Estimulación Cognitiva

TFM:

"Blocks: Juego en realidad virtual para la  
rehabilitación de las funciones ejecutivas en  
pacientes con daño cerebral adquirido".

Tutores:

Dr. Alberto García-Molina  
Sr. Jaime López Carballo  
Sra. Alba Prats Bisbe

Autora:

Dayana Grajales

Dublín, Mayo 2021



## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi profunda gratitud a mis tutores de Trabajo de Fin de Máster (TFM): al Dr. Alberto García Molina, Sr. Jaume López Carballo y a la Sra. Alba Prats Bisbe, quienes con su paciencia y disposición no solamente me orientaron para realizar el trabajo que hoy presento, sino que también me pusieron frente a un mundo totalmente inexplorado por mí como lo es la realidad virtual y su relación con la rehabilitación cognitiva, que se ha convertido en un viaje apasionante de aprendizaje el cual me ha permitido disfrutar cada paso que he dado en la realización de mi TFM.

Extiendo también un especial agradecimiento al Instituto Guttmann por las herramientas y recursos brindados, así como a los profesores que con su conocimiento, experiencia y enseñanzas contribuyen a la base de mi vida profesional.

Por último, quiero mencionar a mi pareja, quien me dio su apoyo en todo momento cuando mis ánimos desfallecían. Su compañía y sus palabras de ánimo fueron reconfortantes en este recorrido.

Gracias totales,  
Dayana Grajales

## ÍNDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Introducción</b> .....   | 4    |
| <b>Objetivos</b> .....  | 6    |
| General.....  | 6    |
| Específicos.....  | 6    |
| <b>Metodología</b> .....  | 6    |
| <b>Marco teórico</b> .....  | 8    |
| Las funciones ejecutivas.....   | 8    |
| Lesiones e impactos en las funciones ejecutivas.....                                      | 10   |
| Los juegos de bloques.....  | 12   |
| Antecedentes del juego bloques.....   | 14   |
| Realidad virtual en la rehabilitación de funciones ejecutivas.....                        | 15   |
| Ventajas de la rehabilitación en el desarrollo las funciones ejecutivas                   | 17   |
| Riesgos de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones<br>ejecutivas.....   | 18   |
| Objetivos de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones<br>ejecutivas..... | 19   |
| <b>Propuesta de innovación.</b>   | 20   |
| <b>Diseño del juego Blocks para la realidad virtual</b>                                   |      |
| Descripción general.....  | 20   |
| Criterios para los niveles.....   | 21   |
| Instrucciones.....  | 26   |

|   |           |
|---|-----------|
| Comandos para la selección de las fichas.....                       | 29        |
| Pesos de las fichas.....  | 30        |
| Construcción de la pared final.....                                 | 30        |
| Desarrollo de las funciones ejecutivas en las etapas del juego..... | 31        |
| <b>Resultados y discusión.....</b>                                  | <b>33</b> |
| <b>Conclusiones.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>Referencia bibliográficas.....</b>                               | <b>36</b> |
| <b>Apéndice.....</b>  | <b>40</b> |

## INTRODUCCIÓN

Las funciones ejecutivas (FE) representan actividades mentales complejas que son necesarias para la gestión del comportamiento humano, el cual es indispensable para adaptarse de manera adecuada al entorno. Así también, ayudan a desarrollar la capacidad del individuo para alcanzar metas, trazar planes y realizar proyectos. Entre las FE más importantes se encuentran la flexibilidad, inhibición, planificación, memoria, toma de decisiones y la resolución de problemas.

En este sentido, la región cerebral que más se ha vinculado a las funciones ejecutivas es el lóbulo frontal, específicamente la corteza prefrontal, teniendo mayor relevancia en la gestión de estas habilidades. Sin embargo, el desarrollo de estas funciones puede verse comprometido cuando la persona sufre de lesiones en esta área, siendo la más común el daño cerebral adquirido (DAC), ocasionado por un traumatismo craneoencefálico, un accidente cerebro vascular isquémico o hemorrágico, así como tumores cerebrales, anoxia, hipoxia o encefalitis.

En la actualidad, además del uso de herramientas tradicionales de rehabilitación en personas con daño cerebral adquirido, se han implementado estrategias innovadoras; por ejemplo, la realidad virtual (RV) a través de simulaciones por computadora, las cuales mediante la interacción y el monitoreo de la posición así como las acciones de los usuarios, permite manipular los sentidos humanos con el fin de generar la sensación de estar mentalmente inmersos o presentes. De esta forma, proporcionan resultados eficaces en la rehabilitación de las funciones ejecutivas, consiguiendo que los pacientes recuperen su capacidad para adaptarse al entorno y mejorar su calidad de vida.

En este orden de ideas, el propósito es comprender como la RV impacta en la recuperación de las FE. Por ello se llevó a cabo una revisión documental de investigaciones científicas referentes a la eficacia de esta tecnología particularmente en pacientes con daño cerebral adquirido, incluyendo las

funciones ejecutivas, las lesiones y su impacto en el desarrollo de estas habilidades cognitivas, al igual que la realidad virtual y su impacto en las FE.

Este trabajo aporta una propuesta innovadora de un juego de realidad virtual estilo bloques o *blocks*, con el fin de ofrecer una herramienta interactiva (considerando modelos como el Tetris, los cubos de WINS y el Tangram) para ser implementada en pacientes con daño cerebral adquirido y evaluar los resultados. Finalmente, se presentan las discusiones, así como las conclusiones de la investigación y las referencias bibliográficas.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar el impacto de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas en pacientes con daño cerebral adquirido a través del diseño de un juego de bloques.

### **Específicos**

Describir las funciones ejecutivas asociadas a las capacidades cognitivas del ser humano.

Identificar el efecto del daño cerebral adquirido en las funciones ejecutivas de los pacientes.

Explicar la influencia de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas en individuos con daño cerebral adquirido.

Diseñar un juego de *blocks* para la rehabilitación de funciones ejecutivas en las personas con daño cerebral adquirido.

## **METODOLOGÍA**

Esta investigación se fundamentó en una descripción y revisión de los resultados de estudios científicos relacionados a la influencia de los juegos de realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas. En este sentido, la propuesta de este trabajo es descriptiva, la cual según Mejía (2020, p.1) es aquella que “busca determinar algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poder caracterizar su estructura o comportamiento; estudiándolo sin alterar o manipular ninguna de las variables del fenómeno, limitándose únicamente a la medición y descripción de estas”.

La metodología empleada se basó en la consulta de fuentes primarias y secundarias sobre la RV en la neuropsicología, particularmente enfocada a la rehabilitación de las FE, buscando la información relevante en bases de datos y artículos revisados, documentos científicos debidamente publicados en revistas científicas reconocidas.

Así mismo, para el diseño del juego de *blocks* se realizó una revisión documental que incluyó una contextualización de las funciones ejecutivas, la influencia del daño cerebral adquirido en las FE y la eficacia de los juegos de realidad virtual en la rehabilitación de los pacientes afectados por las lesiones.

Es importante destacar que se analizó la información disponible en las investigaciones citadas, realizando un aporte crítico sobre los resultados sustentados en las bases teóricas en la materia.

En este orden de ideas, la revisión documental aplicada en este trabajo es un proceso a través del cual el investigador recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información relevante acerca de un tema de diversas fuentes con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión del mismo. El presente documento representa un “estudio e interpretación basado en la revisión de libros, artículos, vídeos y documentales. También, se puede definir como un proceso de recolección, organización y análisis de una serie de datos que tratan sobre un tema en particular” (González, 2020, p.1).

Esta propuesta de juego de bloques se desarrolló con un enfoque metodológico cualitativo, ya que se realizó un análisis de cómo los juegos de RV influyen en la rehabilitación de los pacientes, describiendo la dinámica que contribuye en este proceso a través de juegos estilo *blocks*. El enfoque cualitativo de la investigación privilegia el análisis profundo y reflexivo de los significados subjetivos e intersubjetivos que forman parte de las realidades estudiadas (Mata, 2019, p.1).



La propuesta de innovación se enmarca en el diseño de un juego de realidad virtual estilo *blocks* que pretende contribuir a la rehabilitación de los pacientes con daño cerebral adquirido.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Las funciones ejecutivas**

La terminología de función ejecutiva fue utilizada y propuesta por primera vez por Muriel Lezak en 1982 (Cognifit, s.f., p.1). Las FE son aquellas que contemplan las “actividades mentales complejas necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regular y evaluar el comportamiento necesario a fin de adaptarse eficazmente al entorno y alcanzar metas” (Pico, 2021, p.1). De igual manera, comprenden un conjunto de capacidades cognitivas necesarias para controlar la conducta del ser humano. Así también, permiten “asociar ideas, movimientos y acciones simples para llevar a cabo tareas más complejas” (Castellanos *et al.*, 2006, citado por Guilera, 2015). Las funciones ejecutivas se desarrollan con mayor amplitud entre los seis y ocho años de edad (Stimulus, 2019, p.1).

Con respecto a las FE, Understood (s.f.) expresa que son un grupo de habilidades cognitivas, las cuales incluyen:

La memoria funcional, el pensamiento flexible y el autocontrol. Usamos esas habilidades todos los días para aprender, trabajar y en la vida diaria. Las dificultades del funcionamiento ejecutivo pueden ser un impedimento para concentrarse, seguir instrucciones y manejar las emociones, entre otras cosas (p.1).

Desde el punto de vista anatómico, “la región cerebral que más se ha vinculado a dichas funciones se encuentra en el lóbulo frontal; concretamente es una parte de dicho lóbulo, la corteza prefrontal, la que tiene mayor relevancia a la hora de gestionar este conjunto de habilidades” (Castillero, s.f., p.1). Es importante destacar que las funciones ejecutivas, incluyen procesos cognitivos

fundamentales en las personas; sobre ellos Pico (2021, p.1), establece los siguientes:

- a) **Flexibilidad:** incluye la capacidad de realizar cambios cuando una actividad esta previamente planificada, permitiendo así la adaptación al entorno. Este proceso permite desarrollar la capacidad de adaptación a cambios imprevistos, novedosos e inesperados.
- b) **Inhibición:** comprende la capacidad para mantener el control y evitar respuestas automáticas o impulsivas en determinada situación.
- c) **Planificación:** habilidad para prever las cosas orientadas hacia el futuro. Este proceso cognitivo facilita anticiparse de manera correcta a una tarea o actividad específica, estableciendo e implementando planes y estrategias para realizarlas.
- d) **Memoria:** se refiere a la capacidad para almacenar y procesar temporalmente la información. En este caso, este proceso cognitivo ejecutivo permite disponer, manipular y transformar la información durante un periodo de tiempo determinado.
- e) **Toma de decisiones:** implica la capacidad para elegir entre varias opciones, diferentes alternativas, de manera meditada y eficiente.
- f) **Resolución de problemas:** esto significa contar con la habilidad para llegar a una conclusión lógica ante un planteamiento específico.

En este orden de ideas, Stimulus (2019) clasifica las funciones ejecutivas en básicas, las cuales incluyen la flexibilidad cognitiva, la inhibición de la respuesta, la memoria de trabajo. A su vez controlan otras FE como la planificación y la organización, las cuales son derivadas (p.1).

Bajo esta premisa, se pueden describir las siguientes funciones ejecutivas: planificación, toma de decisiones, establecimiento de metas, organización, inicio y finalización de tareas, flexibilidad cognitiva, anticipación, inhabilitación de la respuesta, memoria de trabajo verbal y no verbal, cambio, actualización y fluidez (Stimulus, 2019, p.1).

Las funciones ejecutivas tienen una gran importancia en la vida diaria, el trabajo, los estudios, entre otras áreas, pues facilitan el desarrollo del individuo en su entorno Pico (2021, p.1). En este sentido, cuando éstas presentan fallas, pueden traer consecuencias en un proceso cognitivo que requiera planificación, organización, toma de decisiones y resolución de conflictos.

De acuerdo con Stimulus (2019, p.1) las FE influyen en la conducta de las personas a través de la autorregulación, también en la actividad emocional y cognitiva, siendo el lóbulo frontal del cerebro el implicado en estos procesos.

Casi el 50 % de población presenta algún tipo de deficiencia en las funciones ejecutivas (Castellanos *et al.*, 2006, citado por Guilera, 2015). Por ello es importante trabajarlas a través de, por ejemplo, ejercicios diseñados para fortalecer las habilidades y los procesos cognitivos implicados en estas funciones cerebrales.

### **Lesiones e impactos en las funciones ejecutivas**

La sintomatología de los daños producidos en el lóbulo frontal del cerebro puede ser diversa y en sí depende en su mayoría de la localización de la lesión, así como de su profundidad y lateralidad.

En este orden de ideas, Jodar (2004, p.178) establece que es posible hablar de que las lesiones en el lóbulo frontal generan un fuerte impacto en las habilidades cognitivas alterando la capacidad para razonar y generar estrategias orientadas a resolver problemas. Adicionalmente, las lesiones producidas en esta zona del cerebro afectan e impactan en la motivación, atención e incluso la afectividad.

Algunos trastornos y lesiones pueden afectar las FE, trayendo como consecuencia que éstas no puedan llevarse a cabo correctamente, generando problemas de adaptación. Tal es el caso del déficit de atención e hiperactividad (TDAH) que se puede dar desde la infancia; otros trastornos pueden ser la

demencia, como la provocada por Corea de Huntington, incluyendo las demencias frontales (Castillero, s.f, p.1).

Otras de las afectaciones cerebrales que pueden causar desajustes en las funciones ejecutivas es el daño cerebral adquirido (DAC), el cual refiere a una lesión que afecta a varios procesos cognitivos del ser humano. Esta se puede deber a un traumatismo craneoencefálico, accidente cerebrovascular isquémico o hemorrágico, tumores cerebrales, anoxia, hipoxia o encefalitis (Pertíñez, 2015, citado por Calderón, 2009, p.29), ocasionando alteraciones cognitivas, en el comportamiento, emocionales e incluso sociales, así como de orden académico y laboral.

Es importante destacar que el lóbulo frontal del cerebro puede presentar tras las lesiones, resistencias en las funciones visuoespaciales y visuoperceptivas, en las que el córtex asociativo parietal se encuentra más implicado.

Por lo anterior, las capacidades básicas de discriminación espacial no se alteran, permitiendo mantener un rendimiento óptimo en todas aquellas tareas que requieren de valoración espacial (Jodar, 2004, p.178). Al respecto, Casillero (s.f.) expresa que los daños en la región del lóbulo central pueden producir:

Graves dificultades en los procesos mentales superiores que permiten la gestión de la conducta, como puede observarse en diferentes trastornos y traumatismos. Además, el desarrollo de las funciones ejecutivas se vincula en gran medida a la maduración cerebral del prefrontal, el cual no acaba de producirse hasta la edad adulta (p.1).

Considerando lo expuesto, es importante destacar que las lesiones sí afectan las tareas que implican, por ejemplo, la memoria de trabajo o la rotación espacial de elementos. Así mismo, el funcionamiento adecuado de los lóbulos frontales es imprescindible para resolver actividades que conlleven la manipulación del espacio, así como la planificación, ordenación y secuenciación temporales.

Por ello, a “los pacientes que presentan disfunción frontal se les dificulta resolver la prueba de cubos basada en la escala Wechsler de Inteligencia para Adultos (WAIS) o el *test* de la figura compleja de rey” (Allegri *et al.*, 2001). Adicionalmente, la lesión en la corteza del lóbulo frontal puede traer como consecuencia y de acuerdo con Grafman *et al.* (1995, citado por Allegri *et al.*, 2001):

Dificultades en el planeamiento, en el razonamiento, en la resolución de problemas, en la formación de conceptos y en el ordenamiento temporal de los estímulos; trastornos de la atención, aprendizaje asociativo, del proceso de búsqueda en memoria y del mantenimiento de la información en la memoria de trabajo; alteración de algunas formas de habilidades motoras, generación de imágenes, manipulación de las propiedades espaciales de un estímulo, metacognición y cognición social (p.449).

Ahora bien, es importante considerar que el disturbio en la organización del acto intelectual que afecta a pacientes con síndrome frontal es particularmente distinto del proceso normal, es decir, común para este tipo de afecciones (Luria, 1966, citado por Xomskaya, 2002, p.155). Esto “porque las condiciones del problema no se someten a un análisis preliminar y no se confrontan sus partes de forma separada” (Allegri *et al.*, 2001).

En este sentido, las alteraciones en el lóbulo frontal “conducen a diferentes déficits en la atención voluntaria y selectiva y en la selectividad del transcurso de los procesos psicológicos” (Luria, 1969, citado por Xomskaya, 2002, p.154).

### **Los juegos de bloques**

Los juegos de bloques son herramientas utilizadas para diseñar una actividad orientada a entrenar las funciones que afectan la planificación, organización y habilidades viso espaciales que a su vez estimulan la capacidad de razonamiento, así como el inicio y finalización de tareas; es decir, permiten desarrollar las funciones ejecutivas debilitadas o disminuidas (NeuroUp, s.f., p.1). En este sentido, esta clase de juegos buscan principalmente “entrenar a aquellos

pacientes que hayan sufrido daño cerebral adquirido y cuyas lesiones hayan afectado el funcionamiento de los lóbulos frontales del cerebro”.

Estudios científicos han comprobado que los pacientes con lesiones en los lóbulos frontales pueden presentar: abulia (falta de iniciativa), problemas de planificación, toma de decisiones u organización, por nombrar algunos, así como síndrome disejecutivo o síndrome frontal que puede ser debido a un daño en la corteza dorsolateral, derivado de un traumatismo craneoencefálico, tumores o enfermedades neurodegenerativas (Cognifit, s.f., p.1).

Las alteraciones en las FE pueden ser identificadas y mitigadas a través de diferentes pruebas y juegos que ayudan al paciente a rehabilitar la función ejecutiva dañada. En este orden de ideas, se pueden utilizar las siguientes herramientas para medir las habilidades cognitivas en el paciente:

Tests clásicos NEPSY, Test Memory Malingering (TOMM), Wisconsin Card Sorting Test (WCST), Test de Stroop, Test de Variables Of Attention (TOVA), Continuous Performance Test (CPT), Hooper Visual Organisation Task (VOT), Wechsler Memory Scale (WMS) y la Torre de Londres (TOL). Además de las funciones ejecutivas, el test también mide tiempo de respuesta, percepción visual, percepción espacial, denominación, memoria contextual, memoria visual, memoria auditiva a corto plazo, memoria a corto plazo, reconocimiento, velocidad de procesamiento, rastreo visual, coordinación ojo-mano y atención dividida (Cognifit, s.f., p.1).

En función a lo mencionado, se evidencia la importancia de los juegos de bloques en la rehabilitación de las funciones ejecutivas. Por lo tanto, las áreas de Brodmann que se buscan entrenar con estos juegos son, por un lado, la B8 localizada en el lóbulo frontal cuya función de conexión es la planeación de movimientos oculares conjugados y de movimiento. Por el otro, se busca entrenar la B9 que se encuentra en el lóbulo frontal y se relaciona en general con los procesos mentales superiores del pensamiento, como el juicio y el razonamiento (Neuro RHS, 2017).

## Antecedentes del juego bloques

El diseño de juegos bloques es resultado de investigar sobre juegos que han servido o sorprendido a la ciencia por sus aportaciones positivas a la cognición, destacando entre ellos:

a) **Tetris**: es un videojuego de lógica diseñado y programado por Alekséi Pázhitnov en 1984 en la Unión Soviética. Este consiste en un pequeño pozo en el que van cayendo secuencialmente piezas en una de las siete formas posibles a través del cual el jugador debe girarlas y situarlas con cuidado según descenden: si el pozo se llena, termina la partida (López, 2020, p.1).

En cuanto a los beneficios cognitivos del Tetris como juego visoespacial, un estudio en Reino Unido reveló que niños con ojo vago entraron en agudeza visual con este juego, mientras que a personas con estrés postraumático se les hizo más difícil fijar su atención en las imágenes del trauma en su memoria (Chaparro, 2018, p.1).

De acuerdo con Haier *et al.* (2009, p.1), tras tres meses de uso continuo de este juego se vio una clara influencia en la plasticidad del cerebro. Entre los resultados obtenidos, los investigadores evidenciaron que el espesor de las cortezas cerebrales de los jugadores eran más grandes comparado con aquellos que no lo habían jugado.

En este sentido, determinaron que el Tetris es un juego complejo para el cerebro: “el juego requiere muchos procesos cognitivos como la atención, la coordinación de ojos y mano, la memoria y la solución de problemas visuales y espaciales todo junto y muy rápido. No es sorprendente que veamos cambios en el cerebro” (Haier *et al.*, 2009, p.1),

En la investigación realizada por Haier *et al.* (2009, p.1), se llegó a la conclusión que las áreas de Broadman donde hubo cambios visibles fueron en la BA6 lóbulo frontal izquierdo, encargado de la planificación y coordinación de movimientos complicados, así como en la BA22 y BA38 lóbulo temporal izquierdo,

responsable de la activación de la integración multisensorial en el cerebro, es decir en la coordinación de la información visual, táctil, auditiva y fisiológica interna.

b) **Los cubos del WISC:** son uno de los *tests* que forman parte de la escala del WAIS. Una prueba psicométrica desarrollada por David Wechsler para evaluar la inteligencia global, cuyos resultados pueden reflejar el funcionamiento intelectual en cuatro áreas cognitivas (comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento) y una puntuación compuesta que representa la aptitud intelectual general (Amador *et al.*, s.f., p.3).

Mediante la construcción de los cubos con dibujos particularmente se miden habilidades de análisis, síntesis y organización visoespacial, a tiempo controlado, “de complejidad creciente; evalúa la capacidad para analizar, sintetizar y reproducir dibujos geométricos abstractos” (Amador, 2013, p.4).

c) **Tangram:** es un juego de origen chino del cual no se tiene mucha información, aunque las versiones más populares señalan su creación 200 o 300 años atrás, otras apuntan a que existe desde hace 1500 años aproximadamente (Jiménez, 2017, p. 1).

El Tangram se usa en el entretenimiento, la psicología, educación física, en el diseño, la filosofía y en la pedagogía, así como en la enseñanza de las matemáticas, también es empleado para implementar figuras geométricas planas y así fomentar el desarrollo cognitivo, psicomotriz e intelectual, mediante el cual el jugador debe formar figuras a través de ideas abstractas tomando en cuenta distintos niveles de dificultad a la hora de jugar (Gich, 2013, p.81)

### **Realidad virtual en la rehabilitación de funciones ejecutivas**

La rehabilitación neuropsicológica es la ciencia encargada de gestionar las alteraciones cognitivas y emocionales, así como los cambios en el comportamiento que surgen a causa de un daño cerebral, el cual puede ser



provocado por un trauma craneoencefálico hipoxia, accidente cerebrovascular o por tumores (Calderón-Chagualá, 2019, p.1).

Actualmente, una de las herramientas utilizadas para rehabilitar a los pacientes con daño cerebral adquirido es la realidad virtual, medio compuesto por simulaciones de computadora, las cuales son interactivas, monitorean la posición y acciones de los usuarios. Así es posible manipular los sentidos humanos para generar la sensación de estar mentalmente inmersos o presentes en el mundo real (William *et al.*, 2003, citado por Vásquez, 2019, p.3).

En este orden de ideas, Vásquez (2019) establece que un sistema de RV “describe tecnología de cómputo que permite al usuario ver a través de un *display* especial llamado Head Mounted Display (HMD) que, en lugar de observar el mundo real, observa un mundo generado por una computadora” (p.3).

Es importante conocer que la realidad virtual es una herramienta de tratamiento global, que integra componentes motóricos y cognitivos, permitiendo al paciente interactuar con el entorno de una manera ecológica y envolvente para conseguir una respuesta adaptativa, así como también “un mayor control sobre los estímulos, la posibilidad de trabajar los déficit repetidamente en un entorno muy parecido al natural, dotándola de un potencial valor ecológico muy superior al practicado en la actualidad”. (Lescer, s.f., p.1).

De igual manera, es vital destacar que existen distintos grados de inmersión cuando se refiere a la realidad virtual que van desde muy bajos hasta muy altos. En la primera de ellas, la interacción del sujeto con el entorno virtual se realiza por medio de un teclado y un ratón. Sin embargo, a medida que se vuelve más inmersiva, los sistemas requieren diversos dispositivos con el fin de generar mayor estimulación y obtener una monitorización más específica (Pérez *et al.*, 2004, p.49).

Es evidente la importancia de la rehabilitación de pacientes con daño cerebral adquirido a través de las tecnologías de RV, los cuales se diseñaron de

forma integral para restablecer al mismo tiempo las funciones cognitivas, como la atención, las FE y la memoria (De Noreña, 2010, citado por Calderón, 2009, p.30). Por ello, la realidad virtual se concibe como un proceso interventivo que trabaja en conjunto las dificultades, debido a que comparten numerosas estructuras y circuitos neurales (Calderón, 2009, p.30).

### **Ventajas de la rehabilitación en el desarrollo las funciones ejecutivas**

La gran ventaja de la realidad virtual es la sensación de realidad, en donde la mente y cuerpo se comportan y reaccionan como si fuera una situación real, pero las personas que la usan saben que no lo es. Alistair Sutcliffe (2003, citado por Vásquez, 2019, p.3) establece que esto permite que sea mucho más fácil enfrentar situaciones complejas a través de la RV, en comparación con las generadas en la vida real, además de probar nuevas estrategias de intervención, con ambientes más controlados, pero permitiendo la verosimilitud de experiencias cotidianas.

Desde un punto neurológico, es importante destacar que puede abordarse el daño cerebral adquirido con el fin de mejorar disfunciones del sistema nervioso central y periférico, del sistema musculo esquelético o de órganos perceptivos (Perennou, 2005).

Por lo tanto, resulta relevante resaltar los objetivos del terapeuta a la hora de tratar el equilibrio y control postural de los pacientes, orientados a fomentar su seguridad, reduciendo el riesgo de caídas y fracturas. Adicionalmente, “se busca la autonomía e independencia en las actividades de la vida diaria, al tiempo que se recupera la correcta posición/alineación del centro de masas” (Schmid, 2011).

De esta manera, la realidad virtual facilita el autoentrenamiento y sobreaprendizaje. Al mismo tiempo implica un aprendizaje activo y puede proporcionar tareas significativas que involucran el circuito de retroalimentación percepción-acción para favorecer la transferencia de conocimiento y razonamiento de un mundo virtual a uno real (Foloppe *et al.*, 2015).

La innovación de estas nuevas estrategias en neurorrehabilitación, a través de la RV, se ha convertido en un elemento significativo, ya que ha ganado expansión y desarrollo en el entorno neuropsicológico. Calderón (2009) expresa que:

Los terapeutas que usan la realidad virtual estipulan que es una práctica más eficiente en comparación con las terapias tradicionales, mientras que los tradicionalistas no ven la necesidad de utilizar equipos tan sofisticados y costosos. Lo cierto es que la realidad virtual ha demostrado que los resultados de su intervención son mejores, porque las tareas no son peligrosas, son personalizadas y sobre todo muy divertidas, lo que hace que la rehabilitación sea percibida de una manera mucho más positiva y activa (p.30).

Debido a estas mejoras con respecto a otras técnicas empleadas para realizar estimulación cognitiva, se ha demostrado que el uso de la RV, especialmente en funciones cognitivas como atención, FE y memoria visual, verbal y episódica, conlleva mejoras más consistentes (Coyle *et al.*, 2015). También se han encontrado “mejoras de razonamiento abstracto, habilidad visuoespacial, memoria de trabajo e incluso una reducción tanto de síntomas depresivos como de alteración conductual” (Rozzini, 2007).

### **Riesgos de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas**

La realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas tiene muchos beneficios en pacientes con daño cerebral adquirido. Sin embargo, también existen riesgos y desventajas, por lo que es necesario mantener un equilibrio en el manejo de dicha tecnología.

Una de las principales críticas que existe a la aplicación de la RV en la rehabilitación de las FE, está relacionada al uso constante de las tecnologías, lo cual ha traído como consecuencia la disminución de la actividad física de las personas, creando una insuficiencia en la realización de actividades de ocio que se hagan de manera activa (Leyva *et al.*, 2018); es decir, hay una disminución en las actividades que impliquen movimientos corporales complejos.

Otro riesgo de índole sanitario es que la realidad virtual ha generado adicción a juegos que la integran. Leyva *et al.* (2018) expresa que muchos pacientes son tratados en las clínicas de adicciones, sobre todo en edades comprendidas entre los 14 y los 18 años.

Entre los efectos secundarios de la RV en la rehabilitación de las funciones ejecutivas se encuentran que las personas sienten la necesidad de volver a casa para jugar, evitan ir a lugares en los que no hay acceso a videojuegos, prefieren jugar a realizar actividades en el exterior o con amigos. Juegan la mayor parte del día y siempre piden esta clase de dispositivos como regalos, no logran dejar de jugar pese a sus deseos y presentan nerviosismo si lo hacen, piensan todo el tiempo en ellos y los usan para olvidar sus problemas, disminuyen el rendimiento escolar, además de alterar sus horarios de sueño y alimentación (Martín *et al.*, 2017)

### **Objetivos de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas**

El propósito principal de la rehabilitación neuropsicológica es incrementar la autonomía del paciente, aumentar su calidad de vida y disminuir su dependencia familiar, permitiéndole reintegrarse a sus actividades cotidianas con el menor impacto posible causado por la lesión cerebral adquirida, acercándole a su anterior estilo de vida. (Calderón, 2009, p.30).

Respecto a la RV en la rehabilitación de las funciones ejecutivas por daño cerebral adquirido, cabe destacar, que de acuerdo con Lescer (s.f., p1), estas herramientas de desarrollo cognitivo facilitan el automatismo por la posibilidad de las repeticiones ilimitadas que permiten evaluar y entrenar una serie de funciones tanto físicas como cognitivas. Por ello, otro de los objetivos es mejorar funciones cognitivas: orientación, atención, memoria, visopercepción, lenguaje, praxias y FE, entre ellas, organización, planificación, secuenciación, razonamiento lógico y solución de problemas.

Otro de los objetivos de la realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas por daño cerebral adquirido son mejorar las funciones físicas, como, por ejemplo, control postural, integración del hemicuerpo afecto, movilidad de miembro superior afectado, transferencias de pesos, rotaciones de tronco; y “también establecer una serie de mecanismos de entrenamiento de funciones físicas y cognitivas específicas a rehabilitar” (Lescer, s.f., p1).

## **PROPUESTA DE INNOVACIÓN**

### **DISEÑO DEL JUEGO *BLOCKS* PARA LA REALIDAD VIRTUAL**

#### **Descripción general de juego**

El juego *blocks* propuesto en este trabajo de investigación está conformado por seis piezas geométricas: un cuadrado, un rectángulo, un triángulo, un triángulo escaleno, un trapecio y un círculo con seis niveles de dificultad, considerando que la tarea No. 1 representa la actividad más fácil desde el punto de vista de complejidad para el paciente; mientras que la No. 6 representa la actividad con mayor complejidad del juego. Este juego de *blocks* usa un mecanismo similar al utilizado en el Tetris: caídas de figuras en un pozo.

Es importante destacar que cada fase (1 al 6) implica un mayor nivel de dificultad a medida que el paciente avanza. Por lo tanto, la imagen a construir, como se hace en los Cubos y en el Tangram, será más difícil de elaborar. Por otro lado, deben desbloquear las fichas para armar las figuras con unas tareas que tendrá que resolver.

En las primeras cinco etapas del juego, el paciente tendrá que hacer formas de la siguiente manera: se pondrá un menú con las figuras o fichas disponibles y tomará las que vaya necesitando; al lado izquierdo visualizará una imagen muestra para que la reproduzca con las piezas disponibles en el juego.

Por último, en el grado de dificultad No. 6, el paciente tendrá que construir una pared. En esta fase, las figuras caerán de forma aleatoria en un pozo, del cual tomará cada figura para acomodarla estratégicamente hasta conseguir formar un muro sin que queden espacios libres entre piezas, acomodando cada una de forma exacta. El juego finalizará cuando el pozo se llene.

Es importante destacar que el juego busca desarrollar, mejorar y trabajar la memoria visual, así como la percepción de las figuras, orientación espacial, coordinación visomotora, atención, razonamiento lógico, percepción visual, favoreciendo además las habilidades de pensamiento abstracto, relaciones espaciales, lógica, imaginación, estrategias para resolver problemas y estimular la creatividad. También, este juego representa la técnica de realidad virtual en la rehabilitación de las funciones ejecutivas en pacientes con daño cerebral adquirido, específicamente tumor cerebral, como estrategia alternativa.

El juego de *blocks* diseñado tiene como objetivo la construcción de formas con fichas de figuras geométricas mediante niveles o misiones a superar. Esta realidad virtual es una herramienta terapéutica que puede generar beneficios extras en comparación con la terapia convencional.

El juego propuesto es una herramienta segura, atractiva, lúdica, didáctica y divertida que permitirá adaptar la intensidad y dificultad acorde al nivel funcional del paciente. Además, le ayudará a conseguir una mayor motivación en su rehabilitación en las FE por daño cerebral adquirido.

### **Criterios de niveles del juego**

A continuación, se presentan los siguientes criterios que el paciente debe considerar para jugar en la realidad virtual diseñada.

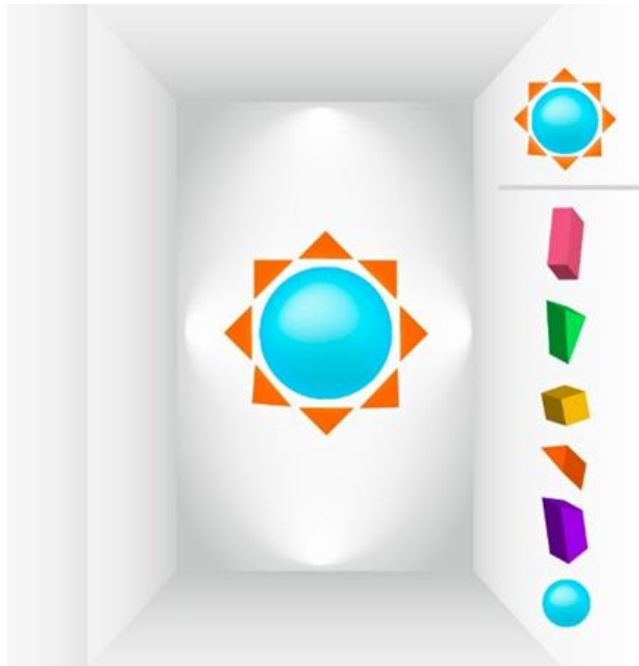
- a) Para los diferentes niveles se establecen en seis (06) grados de dificultad con misiones a superar. Deben superarse todos los niveles continuamente.

- b) El juego está diseñado con obstáculos que se deben ir despejando para desbloquear las fichas necesarias para formar la figura.



**Figura 1.** Las fichas que dispondrá el juego para formar las figuras determinadas.

- c) El sistema del juego virtual mostrará la figura que debe replicarse a través de figuras geométricas.

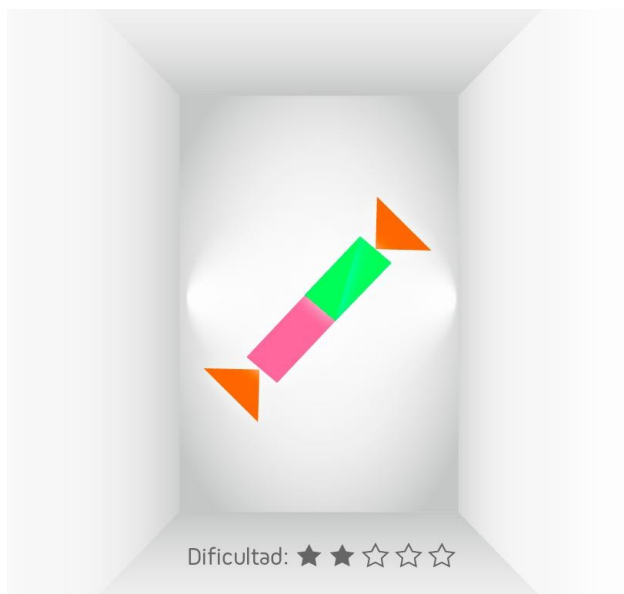


**Figura 2.** Ejemplo de figura mostrada en el sistema para replicar por parte del paciente

- d) El paciente estará inmerso en una sala, con un solo escenario, pero distintas funciones interactivas y sonidos. Esto le permitirá interactuar libremente, tomar las fichas, girarlas, y ponerlas en la pared o pizarra, según se programe el juego.
- e) En los cinco (5) primeros niveles que corresponden a cinco (5) grados de dificultad se tratará replicar las figuras propuestas.

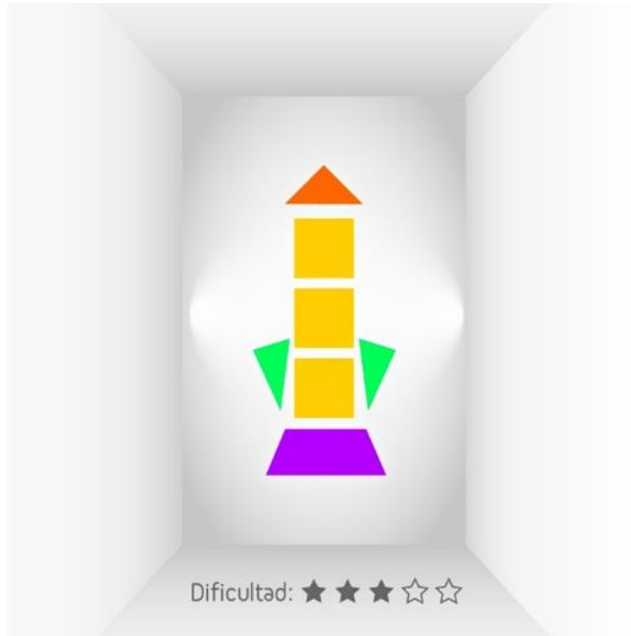


**Figura 3.** Ejemplo de una figura construida con las fichas con un nivel 1 de dificultad.

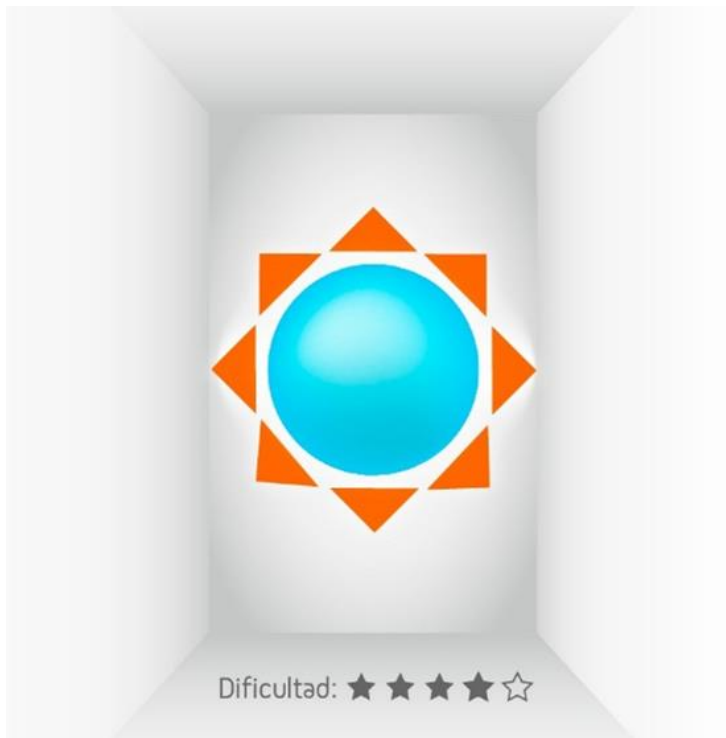


**Figura 4.** Ejemplo de una figura construida con las fichas con un nivel 1 de dificultad.





**Figura 5.** Ejemplo de una figura construida con las fichas con un nivel 3 de dificultad.

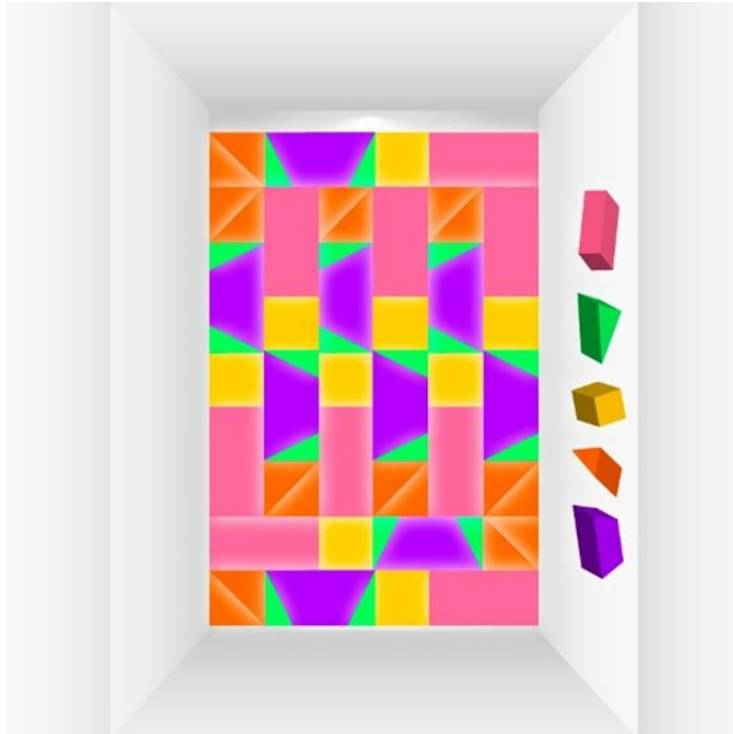


**Figura 6.** Ejemplo de una figura construida con las fichas con un nivel 4 de dificultad.

Sin embargo, la última etapa o nivel consistirá en formar una pared con las fichas sin dejar ningún espacio entre ellas.



**Figura 7.** Fichas que el paciente debe utilizar para construir la pared sin dejar espacio entre ellas.

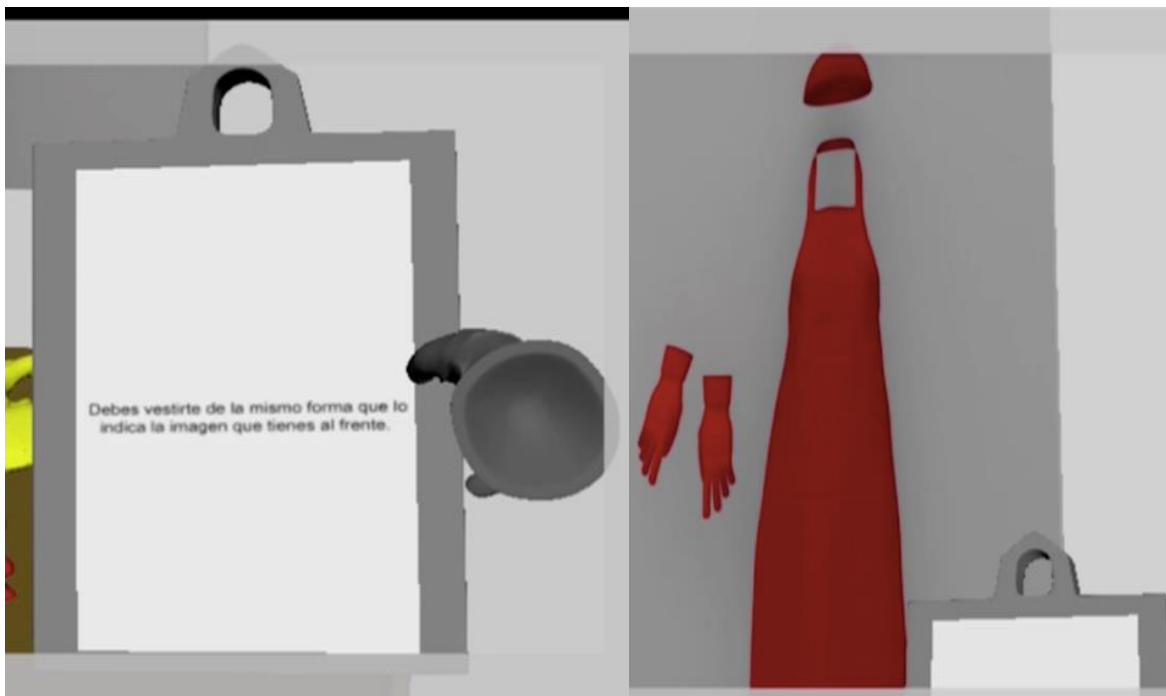


**Figura 8.** Nivel de dificultad 6. Formación de la pared con las fichas sin dejar espacio entre ellas.

## Instrucciones del juego

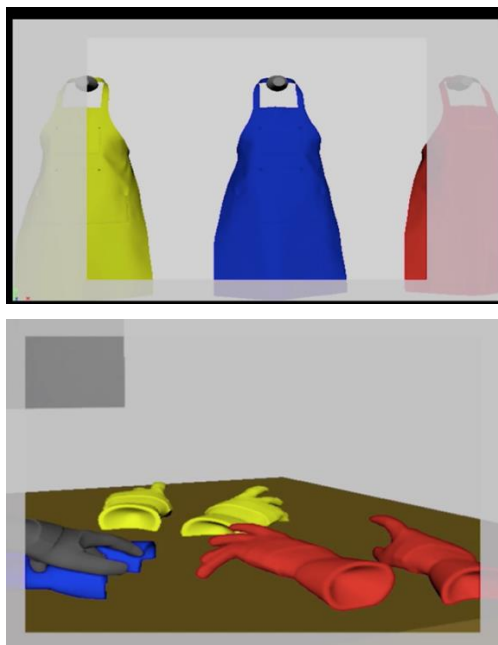
A continuación, se presentan las instrucciones del juego *blocks* que debe seguir el paciente:

**Etapas 1. Colocación del atuendo del participante.** Para entrar a la sala de actividades tendrá que usar un atuendo, se le pondrá una imagen que le indicará como vestirse. La vestimenta constará de un delantal, guantes y gorra, a la cual se le irán incorporando prendas de acuerdo con la funcionalidad del paciente.



**Figura 9.** Vestimenta que usar el paciente en juego de realidad virtual.

Es importante considerar que el paciente tendrá opciones múltiples para elegir la vestimenta que deberá coincidir con la indicada en una imagen.



**Figura 10.** Opciones de traje entre los que el paciente debe elegir de acuerdo al mostrado en el juego virtual.

**Etapa 2. Entrada a la sala de la realidad virtual.** Una vez que el paciente consiga tener el vestuario indicado, entrará a la sala de actividades para dar inicio al juego virtual.

**Etapa 3. Despliegue de las actividades a realizar (Conclusión de las fases o niveles del 1 al 5).** En la sala de actividades tendrá una tabla con indicaciones a seguir para iniciar el juego, las cuales también pueden ser dictadas o explicadas con una voz programada en el juego. Las instrucciones serán como se explica a continuación:

- a. Formar una figura que, para conocerla, debe bajarse una palanca que abrirá una compuerta con la figura que debe replicar.

Es importante destacar que el paciente dispondrá de otra tabla con instrucciones indicando que debe desbloquear las fichas necesarias para armar la figura. Para desbloquearlas tendrá que introducir el código 2904 en cuatro celdas (una para cada número).


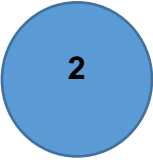



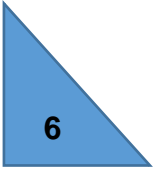
Siguiendo con las instrucciones para desbloquear las fichas, el paciente seguirá la línea azul, en el suelo habrá otras de distintos colores en diferentes direcciones. Se le pedirá que siga la azul y una vez que llegue al final se encontrará con unos números colgando, y enfrente encontrará cuatro celdas o casillas. Luego tomará el número correspondiente para formar el código indicado en las instrucciones.

- b. Una vez introducida la clave correctamente, aparecerá un menú donde estarán las fichas del juego, cada una tendrá enfrente un botón que se encenderá. El paciente presionará el botón de la ficha que necesite y esta caerá lentamente como si se tratara de un dispensador. Luego la manipulará y la colocará en la pared para empezar a construir la figura indicada.
- c. La sala de juego siempre tendrá: un menú con las fichas disponibles y cada una tendrá enfrente un botón que al presionarlo saldrá la ficha (los botones serán de cada color de la ficha). También habrá una perilla que al girarla a la izquierda o derecha, disminuirá o aumentará el tamaño de la pieza.
- d. Para formar la siguiente figura, con un grado más de dificultad, el paciente seguirá con la misma rutina de seguir las instrucciones para desbloquear las fichas.
- e. El paciente tiene nuevamente el atuendo puesto, entra a la sala, bajará la palanca para abrir la compuerta, una vez abierta saldrá la imagen a reproducir y las indicaciones para desbloquear las fichas.
- f. Esta vez se le explicará que para desbloquear las fichas tendrá que bajar un fusible y botón específico. Por ejemplo: el botón A con el fusible 3, botón B con fusible 1, Botón C con fusible 2. Habrá 6 botones y 6 fusibles.
- g. Una vez lo consiga, se desbloquearán las fichas encendiéndose los botones que hay enfrente de cada ficha.
- h. Para desbloquear la figura del tercer y cuarto grado de dificultad, el paciente tendrá que desbloquear las fichas de la siguiente manera: habrá

un menú que le indicará que si necesita una ficha, por ejemplo, el cuadrado, tendrá que introducir el número 3, pero el número 3 estará dentro de un círculo.

### Comandos para la selección de la fichas de juego

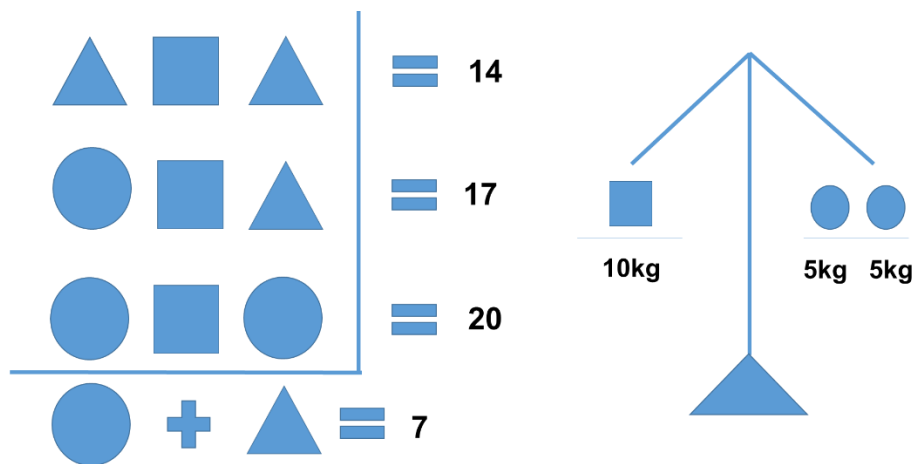
**Tabla 1.** Comandos para seleccionar la ficha de juego

| No. a presionar | Figura necesaria   | Forma geométrica  |
|-----------------|--------------------|---|
| 1               | Triángulo          |     |
| 2               | Cuadrado           |    |
| 3               | Rectángulo         |   |
| 4               | Triángulo Escaleno |  |
| 5               | Círculo            |  |
| 6               | Trapezio           |  |

Es importante que el paciente considere que los números contrastarán con las figuras que elegirá.

## Pesos de la fichas de juego

Para desbloquear la fase 5 (quinto grado de dificultad) el paciente debe elegir la ficha con mayor peso y ponerla en la balanza, en el lado izquierdo. Luego agarrará dos piezas que sumadas pesen igual que la anterior para que la balanza quede equilibrada. La tabla estará dibujada en la pizarra del salón, y a un costado tendrá las figuras con sus respectivos botones, el paciente agarrará la figura e irá a ponerla en la balanza.



**Figura 11.** Ejemplo de razonamiento para el desbloqueo del nivel de dificultad 5 a través del peso de fichas en la balanza.

## Construcción de la pared final

Para la construcción de la pared, es decir la fase 6 (etapa final), el paciente igualmente ingresará a la sala y se encontrará con la palanca para abrir la compuerta. Posteriormente saldrán las indicaciones que le dirán que para esta misión debe construir un muro, la cual estará marcada en forma de croquis, las fichas caerán de forma aleatoria y tendrá que buscar el sitio en la pared para poner cada una hasta completar la tarea. Las fichas podrán rotarse.

También, al paciente se le presentarán diversos obstáculos como, por ejemplo, no poder pegar la ficha si una sección de la pared está mojada, así que deberá secarla para continuar con la actividad.

## **Desarrollo de las funciones ejecutivas en las etapas del juego**

En la primera misión se estará trabajando la comprensión e interpretación de la tarea a desarrollar y su aplicación. Esto entrenará al paciente para continuar a las siguientes etapas.

En las imágenes muestras a replicar también se estará entrenando la percepción, comprensión y aplicación de las instrucciones para las tareas a realizar, pero sobre todo la memoria de trabajo, ya que el participante debe recordar la información que se le presenta para llevar a cabo sus actividades.

Es importante destacar que, si bien el objetivo es replicar figuras con las fichas que se le presentan al paciente, este tendrá que realizar ciertas acciones para desbloquear las que necesita para formar las figuras.

En la tarea a realizar se le presentan comandos para seleccionar la ficha del juego que necesita para armar la figura del tercer cuadro de dificultad, se trabaja una de las funciones ejecutivas básicas, como la flexibilidad cognitiva, debido a que el paciente debe adaptarse a nuevos datos. Por ejemplo, si necesita un triángulo debe presionar un rectángulo. Esto es nueva información puesto que el triángulo deja de serlo y debe buscar un rectángulo para obtener el triángulo que necesita, lo cual permitirá la flexibilidad cognitiva para trabajar directamente en la solución de problemas.

El control inhibitorio también se entrenará en las tareas, ya que hay unos pasos a seguir, unos turnos que el paciente debe respetar para avanzar a los siguientes niveles. El juego es adaptable tanto en complejidad como en las capacidades que tenga el participante al comenzar el proceso de rehabilitación, como el que vaya adquiriendo en sus avances.

La percepción se entrenará bastante, ya que el paciente tendrá que percibir la información de forma correcta para llevar a cabo las tareas y tratar de reproducir las imágenes; por tanto, ayudará en que esta habilidad no se vea limitada.



El razonamiento se estará entrenando con una tabla que se le presentará al paciente en la que habrá tres figuras geométricas en una tabla de 3 filas y 3 columnas, cada una tendrá un valor. El participante tendrá en frente esta tabla y al lado una balanza, deberá saber qué figura pesa más, se le pedirá que ponga en la balanza la de mayor peso y luego que tome dos figuras para lograr equilibrarla.

Estas últimas dos figuras tendrán que pesar igual que la más pesada. Es decir, si la que más pesa es el cuadrado, que tiene un valor de 10 kilos y el círculo de 5 kilos, al otro lado de la balanza tendrá que poner dos círculos. La cantidad del peso irá variando de acuerdo con el nivel del paciente, cada vez el grado de dificultad será mayor.

En la tarea de replicar la pared con las figuras que caen de forma aleatoria, se entrenará la planificación y organización, ya que el paciente formulará estrategias para realizar la tarea. Por último, otra de las funciones ejecutivas que se entrenará será la de iniciar y finalizar tareas, puesto que cada una debe terminarse debidamente para continuar.

Blocks está diseñado para rehabilitar las FE pese a que son las funciones cognitivas más complejas. Esto se logra con tareas de discriminación visual, razonamiento, flexibilidad cerebral, toma de decisiones y percepción que requieren de un análisis para llevarlas a cabo con el propósito de formar figuras y avanzar en las fases del juego como resultado.

Con Blocks se entrena la corteza prefrontal, es decir la sede de las funciones ejecutivas. Como sugiere Adele Diamond, para incidir en estas no hay nada mejor que el juego, los colores, los dibujos y sonidos, es por ello que hoy se plantea Blocks.

Para finalizar, se piensa el juego de Blocks en una suite con ventanas, pizarra, cajoneras, un ambiente tipo escolar, que además podrá ayudar al paciente a sentirse en un aula de clase, de aprendizaje que podrá aprovechar y disfrutar.

Adicionalmente, una de las instrucciones que tiene el paciente es seguir la línea azul. En la vida cotidiana estamos llenos de señales que debemos respetar, como un “Alto”, un paso peatonal, entre otros. El trabajar sobre líneas de colores y dar indicación que se siga solo la indicada es una habilidad que se entrena para el día a día, ya sea para dirigirse a lugares apropiados o responder a las normas. Se entrenan habilidades que tienen que ver con la direccionalidad, memoria visual, percepción.

El juego tendrá disponible instrucciones que el paciente podrá leer y otras que podrá escuchar.

- Las fichas, botones, palancas y todo el juego en si tendrá sonidos.
- Siempre se tendrá que seguir la línea azul. En algún momento cuando el paciente ya esté adelantado en el juego y haya tenido varias sesiones de entrenamiento, se le cambiarán las reglas y tendrá que seguir la línea de otro color.

El juego está pensado para realizarse en un salón de clase. Así que habrá como distractores ambientales; por ejemplo, el sonido de la lluvia o que se abra una ventana por fuertes vientos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El juego de *blocks* propuesto está diseñado con un enfoque que permite mejorar y permitir la rehabilitación de las funciones ejecutivas en los pacientes con daño cerebral adquirido permitiendo el mejoramiento de su desarrollo físico cuando interactúan con las fichas geométricas y se traza el objetivo de armar la figura que el sistema muestra.

Entre los beneficios que proporcionará el juego propuesto es el mejoramiento del desempeño motor del paciente; por ejemplo, rotaciones del tronco, movilidad de los miembros superiores afectados por la lesión cerebral, adecuación del control de postura e integración del hemicuerpo afectado.

En este sentido, el juego diseñado es una alternativa de rehabilitación terapéutica; por ejemplo, en la orientación, memoria, capacidad de percepción, lenguaje, planificación, organización, razonamiento lógico y resolución de problemas, entre otros.

Por supuesto que las ventajas desde el punto de vista psicomotor y cognitivo son altamente valoradas por los beneficios obtenidos en esta realidad virtual del juego de *blocks* propuesto; sin embargo, como toda RV posee las propias desventajas generales de este tipo de rehabilitación como, por ejemplo, la disminución de la actividad física, creando una insuficiencia en la realización de actividades de ocio en el paciente.

El juego *blocks* que pretende implementarse permitirá entrenar y mejorar las funciones ejecutivas, para lo cual se requerirá de unas gafas para ver el juego en RV y unos mandos de teleport que facilitarán el alcance y manipulación de las fichas que se requieran para completar las misiones.

Por lo anterior, se propone que este juego sea una terapia de rehabilitación alternativa y segura para implementarse en hospitales y centros de rehabilitación neuropsicológica por ser segura y divertida.

Es importante considerar que al implementarse el juego se estaría entrenando las tres FE básicas como son el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva.

Además, la implementación del juego propuesto incide en estas funciones ejecutivas a través de sonidos, colores y dibujos. También, el juego propuesto permite completar tareas de discriminación visual, entrena habilidades visoespaciales y las tres funciones ejecutivas básicas, que a su vez servirán para la toma de decisiones, anticipación, planificación, organización, entre otros, ayudando también a entrenar la sede de las funciones ejecutivas que es la corteza prefrontal.

## CONCLUSIONES

La realidad virtual es una estrategia valiosa para la recuperación de las funciones ejecutivas por daño cerebral adquirido. Las investigaciones analizadas muestran los beneficios reales de estos juegos en la recuperación de los pacientes, permitiéndoles retomar su vida cotidiana y mejora su calidad de vida.

Los beneficios obtenidos en la recuperación de las funciones ejecutivas, le permite a la RV continuar siendo una opción muy valorada para rehabilitar a los pacientes, en comparación a sus pocos efectos secundarios. Se puede apreciar que la eficacia de esta herramienta es igual a los efectos de los métodos de rehabilitación tradicionales. Sin embargo, es necesario aplicar el juego de *blocks* propuesto para evaluar el impacto en las FE de los participantes que usarán el juego diseñado.

El juego de *blocks* propuesto se apunta como una alternativa que favorezca la rehabilitación de los pacientes con daño cerebral adquirido ayudando a mejorar sus funciones psicomotoras, la estrategia de armado de bloque en función a figuras geométricas facilitará el desarrollo de las actividades de planificación y organización, incluyendo el desarrollo motriz del paciente donde se aplique este juego de realidad virtual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, J; Forns, M; & Kirchner, T. (s.f.). *La escala de inteligencia de Wechsler para niños revisada (WISC-R)*. Consultado el 24 de marzo de 2021. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33834/1/Escala%20de%20inteligencia%20de%20Wechsler%20para%20adultos-WAIS-IV.pdf>
- Amador, J (2013). *La escala de inteligencia de Wechsler para adultos, cuarta edición (WAIS-IV)*. Documento de trabajo. Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33834/1/Escala%20de%20inteligencia%20de%20Wechsler%20para%20adultos-WAIS-IV.pdf>
- Castillero, O. (s.f.). “Las 11 funciones ejecutivas del cerebro humano”. *OpenMind BBVA*. Consultado el 23 de marzo de 2021. <https://psicologiaymente.com/inteligencia/funciones-ejecutivas>
- Calderón, J.; Montilla, M.; Gómez, M.; Ospina, J.; Triana, J. & Vargas, L. (2019). “Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de herramientas tradicionales y realidad virtual”. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 20(1), 29-35. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2019/rmn191e.pdf>
- Coyle, H.; Traynor, V.; Solowij, N. (2015). “Computerized and virtual reality cognitive training for individuals at high risk of cognitive decline: Systematic review of the literature”. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(4): 335-359. doi: 10.1016/j.japg.2014.04.009
- Chaparro, L. (2018, 6 de junio). *El legado del Tetris*. <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/el-legado-del-tetris/>
- Cognifit (s.f.). *Funciones Ejecutivas. Conjunto de habilidades cognitivas*. CogniFit. Consultado el 23 de marzo de 2021. <https://www.cognifit.com/es/funciones-ejecutivas>
- Foloppe, D.A.; Richard, P.; Yamaguchi, T.; Etcharry-Bouyx, F. & Allain, P. (2015). “The potential of virtual reality-based training to enhance the functional autonomy of Alzheimer’s disease patients in cooking activities: A single case study”. *Neuropsychological rehabilitation*, 28(5): 709-33. doi: 10.1080/09602011.2015.1094394
- Jodar, M. (2004). “Funciones cognitivas del lóbulo frontal”. *Revista de Neurología*, 39 (2), 178 – 182. <https://doi.org/10.33588/rn.3902.2004254>

- Jiménez, I. (2017). "Tangram clásico". *Red Digital Educativa Descartes*. [https://proyectodescartes.org/miscelanea/materiales\\_didacticos/rea juegos-JS/tangram\\_clsico.html](https://proyectodescartes.org/miscelanea/materiales_didacticos/rea juegos-JS/tangram_clsico.html)
- Gich, J. (2013). *Proyecto em-line!: programa de rehabilitación cognitiva para pacientes afectados de esclerosis múltiple*. p.p. 214. <http://dugidoc.udg.edu:8080/bitstream/handle/10256/12244/tjgf1de1.pdf?sequence=1>
- Guilera, J. (2015, 6 de noviembre). "Funciones ejecutivas: ¿Qué son y para qué sirven?". *Mentelex*. <https://blog.mentelex.com/funciones-ejecutivas/>
- González, G. (2020, 3 de abril). *Investigación documental: características, estructura, etapas, tipos, ejemplos*. Lifereder. <https://www.lifereder.com/investigacion-documental/>
- Haier, R.; Karama, S.; Leiba, L. & Jung, R. (2009, 1 de septiembre). "Evaluación de resonancia magnética del grosor cortical y cambios en la actividad funcional en niñas adolescentes después de tres meses de práctica en una tarea visual-espacial". *Notas de investigación de BMC*, 2(174), 1-7. <https://bmresnotes.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1756-0500-2-174.pdf>
- Understood (s.f.). "¿Qué es el funcionamiento ejecutivo?". Consultado el 23 de marzo de 2021". *Understood*. <https://www.understood.org/es-mx/learning-thinking-differences/child-learning-disabilities/executive-functioning-issues/what-is-executive-function>
- Allegri, R.F. & Harris, P. (2001). "La corteza prefrontal en los mecanismos atencionales y la memoria". *Revista de Neurología*, 32(5), 449 – 453. <https://doi.org/10.33588/rn.3205.2000167>
- Lescer (s.f.). *Realidad virtual para el tratamiento del DCA*. Consultado el 20 de abril de 2021. Lescer. <https://www.centrolescer.org/centro-de-rehabilitacion-neurologica-madrid/realidad-virtual-para-el-tratamiento-del-dca/>
- Leyva, Y.; Cedié, Y. & Hernández, Y. (2018). "Los videojuegos, influencias negativas en la práctica sistemática de actividades físico-recreativas". *Cultura Física y Deportes de Guantánamo*, 8. [http://famadeportes.cug.co.cu/index.php/Dep\\_ortes/article/view/239](http://famadeportes.cug.co.cu/index.php/Dep_ortes/article/view/239)
- Lloréns, C.; Colomer-Font, C.; Alcañiz, M.; Noé-Sebastián, E. (2012). "BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral". *Elsevier Doimar*, 28(5), 268-275. <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-pdf-S0213485312001661>

- Martín, M. & Vílchez, L. (2017). *Videojuegos, gamificación y reflexiones éticas*. Editorial Perpetuo Socorro: Madrid, España. Pp. 70. <https://funderetica.org/wp-content/uploads/2017/01/Cuaderno-7-web-def.pdf>
- Mata, L. (2019, 28 de mayo). *El enfoque cualitativo de investigación*. Investigalia. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Neuro RHS (2017, 14 de diciembre). Lóbulos frontales: funciones cognitivas. *Vithas Neuro RHS*. <https://neurorhb.com/blog-dano-cerebral/lobulos-frontales-funciones-cognitivas/>
- NeuroUp (2017, 23 de mayo). 7 Ejercicios para rehabilitar las habilidades visoespaciales. *Blog Neourop*. <https://blog.neuronup.com/ejercicios-rehabilitar-habilidades-visoespaciales/>
- Lopez, J. (2020, 12 de octubre). *¿Las piezas del Tetris tienen nombre?*. <https://hipertextual.com/2020/10/piezas-tetris-nombre-viral>
- Pérez, M., Zabre, E. & e Isla, E. (2004). Revisión de las aplicaciones de la realidad virtual en el mundo. Instituto de Investigaciones Eléctricas, abril-junio 2004, 48-43. [https://www.researchgate.net/publication/313561520\\_Revision\\_de\\_aplicaciones\\_de\\_realidad\\_virtual\\_en\\_el\\_mundo](https://www.researchgate.net/publication/313561520_Revision_de_aplicaciones_de_realidad_virtual_en_el_mundo)
- Perennou, D.; Decavel, P.; Manckoundia, P.; Penven, Y.; Mourey, F.; Lau-nay, F.; *et al* (2005). "Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders". *Ann Readapt Med Phys*, 48(6), 317-335. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15932776/>
- Rozzini, L.; Costardi, D.; Chilovi, B.V.; Franzoni, S.; Trabucchi, M. & Padovani, A. (2007). "Efficacy of cognitive rehabilitation in patients with mild cognitive impairment treated with cholinesterase inhibitors". *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 22(4): 356-360. doi: 10.1002/gps.1681
- Schmid, AA.; Van, M.; Knies, K.; Spangler-Morris, C.; Watts, K.; Damush, T. & Williams, L. (2011). "Fear of falling among people who have sustained a stroke: a 6-month longitudinal pilot study". *Am J Occup Ther*, 65(2), 125-132. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21476359/>
- Pico, S. (2021). "Funciones ejecutivas: ¿qué son y para qué sirven?". *Neuroeduca*. <https://neuroeduca.com/funciones-ejecutivas/>
- Stimulus (2019, 18 de febrero). "Qué son las funciones ejecutivas y qué trastornos se relacionan con ellas". *Stimulus*. <https://stimuluspro.com/blog/que-son-las-funciones-ejecutivas-y-que-trastornos-se-relacionan-con-ellas/>

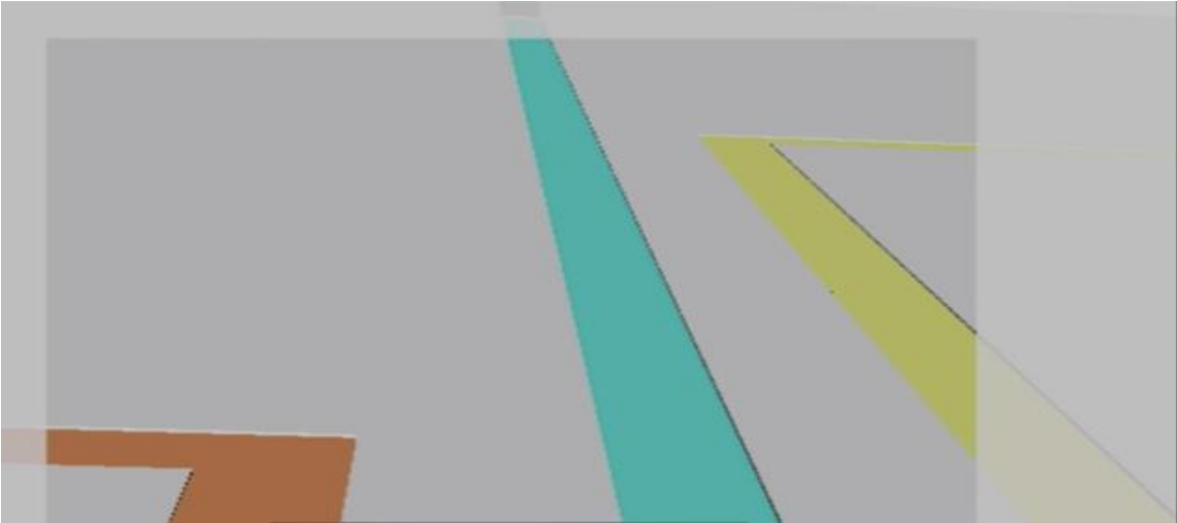
Vásquez, P. (2019). *Impacto en funciones cognitivas de una intervención de realidad virtual vs tratamiento usual en pacientes con esquizofrenia del Hospital Cayetano Heredia en el año 2019*. Trabajo académico para optar el título de Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Medicina. [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7047/Impacto\\_VasquezPezo\\_Paulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7047/Impacto_VasquezPezo_Paulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Xomskaya, E. (2002). El problema de los factores en la neuropsicología. *Revista Española de Neuropsicología*, 4(2-3), 151-167. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2011227.pdf>

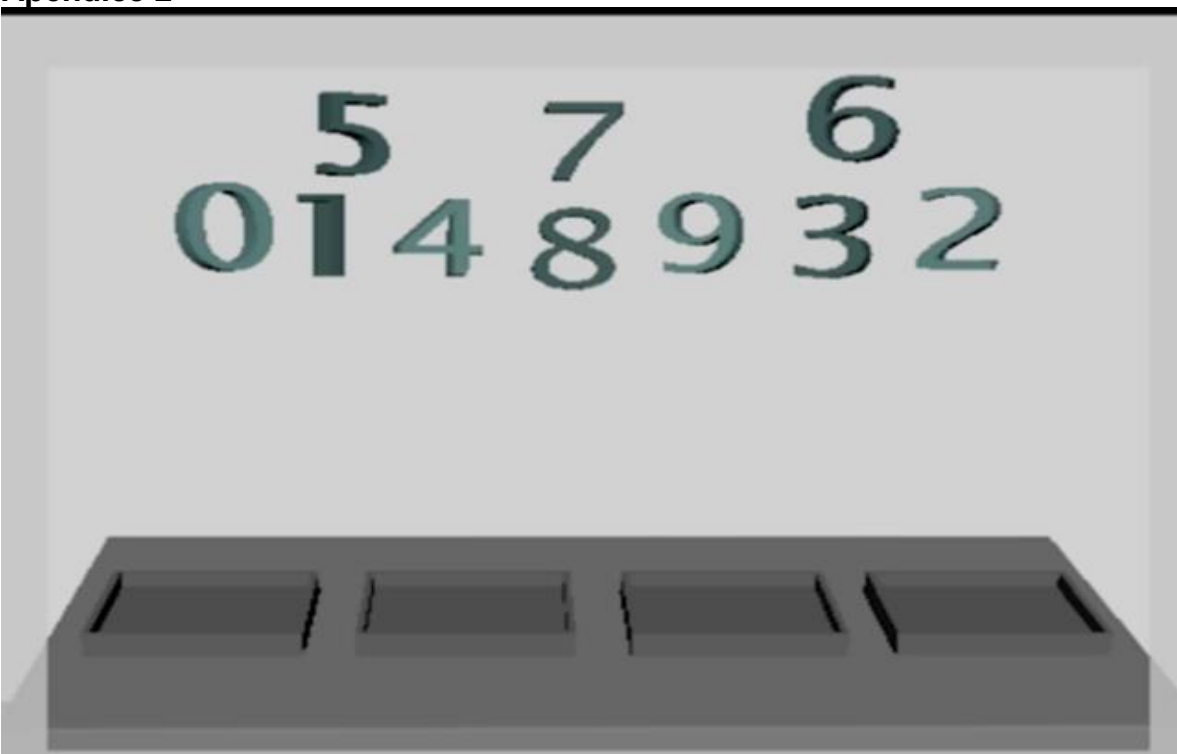


## APÉNDICE

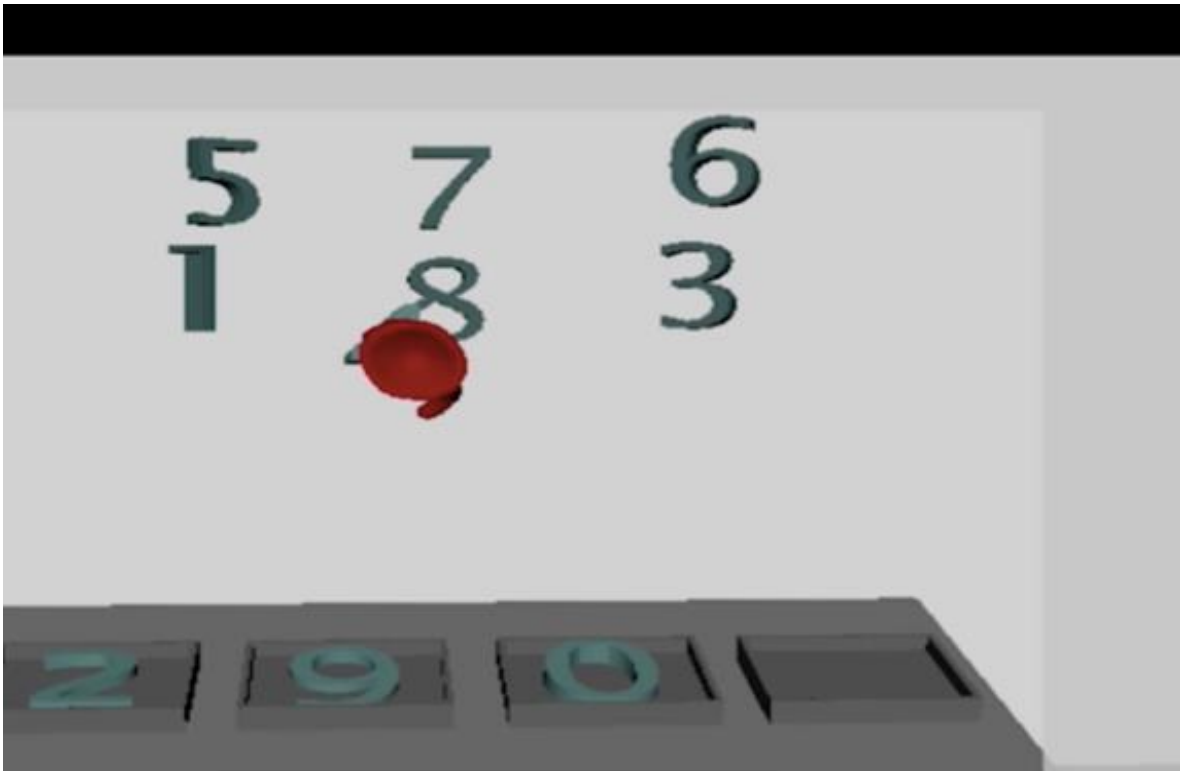
### Apéndice 1



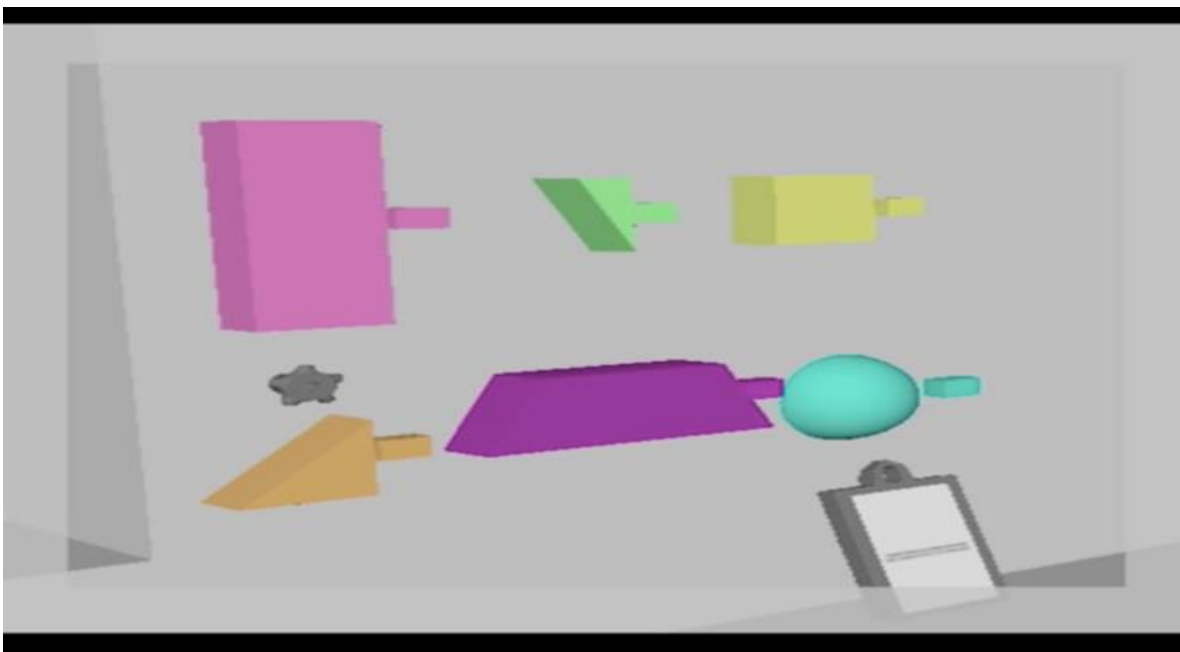
### Apéndice 2



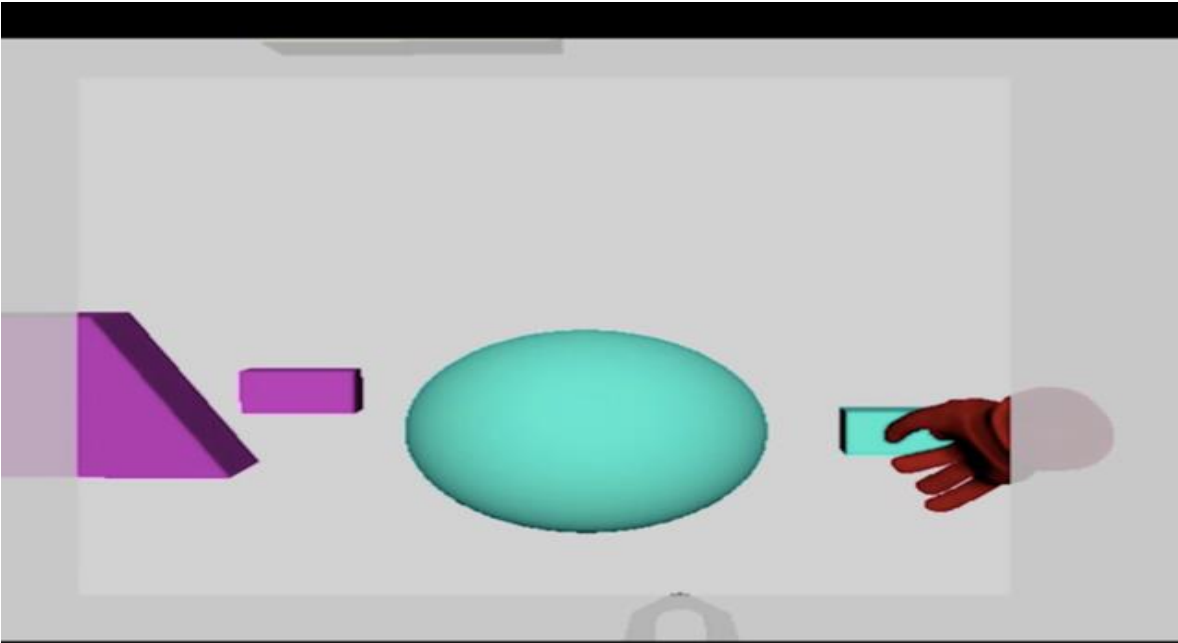
### Apéndice 3



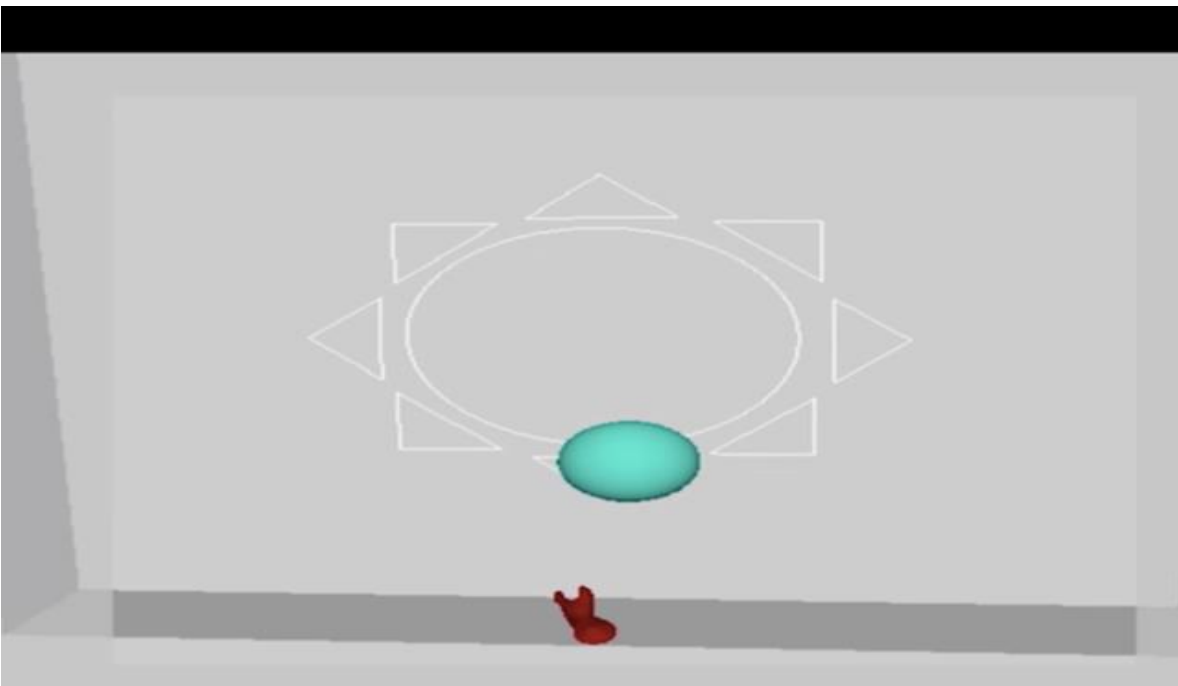
### Apéndice 4



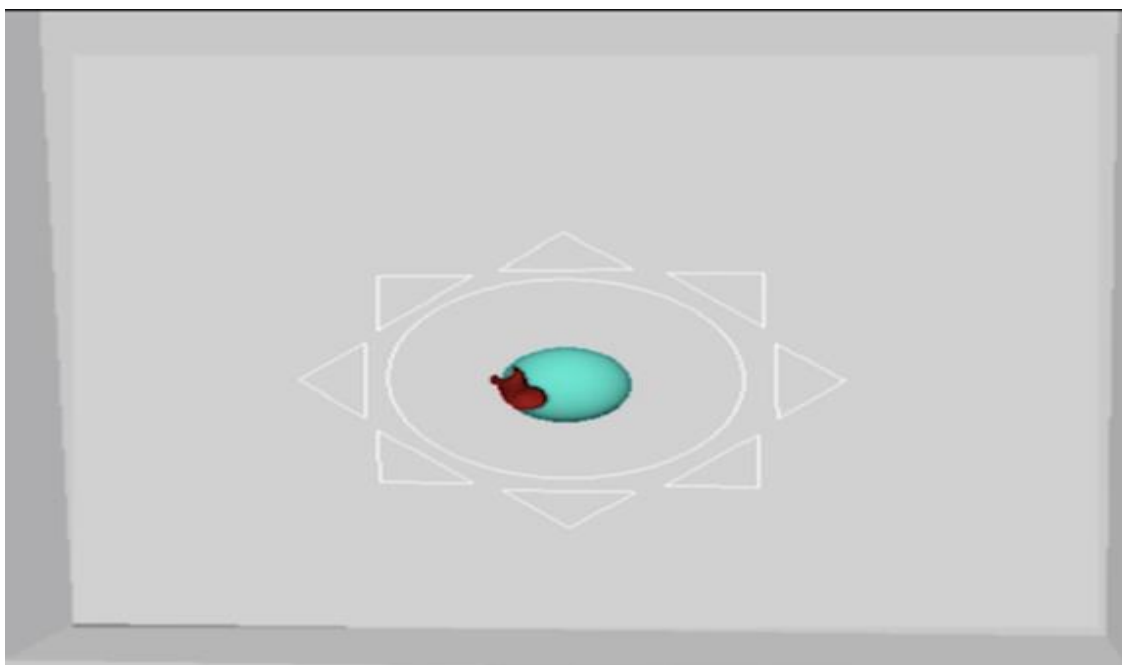
## Apéndice 5



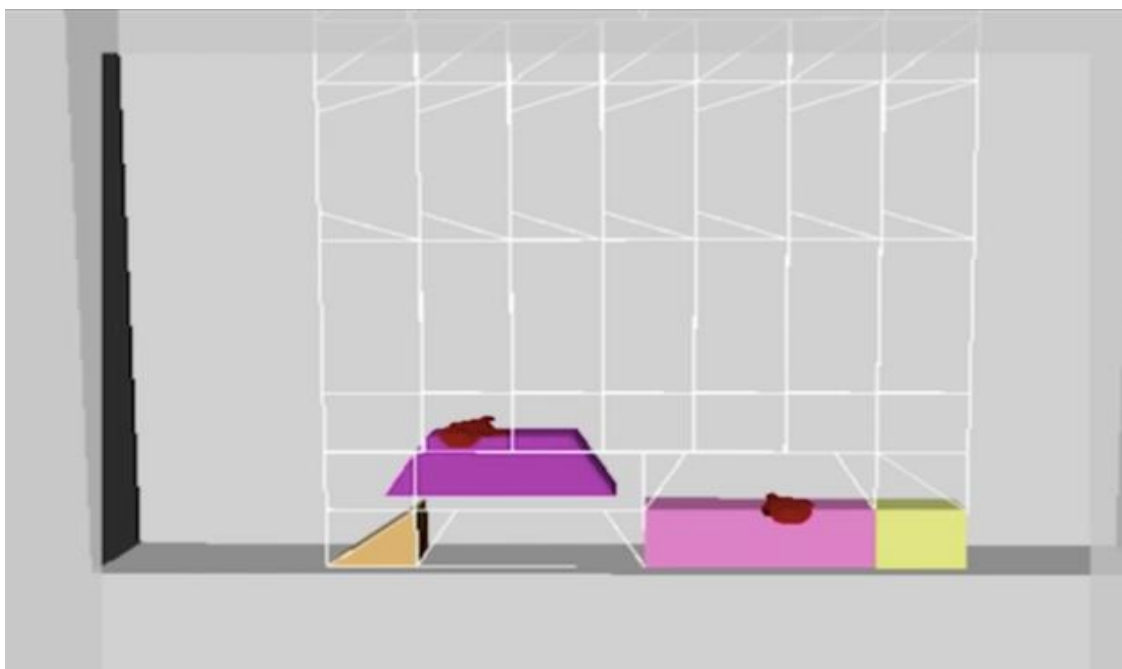
## Apéndice 6



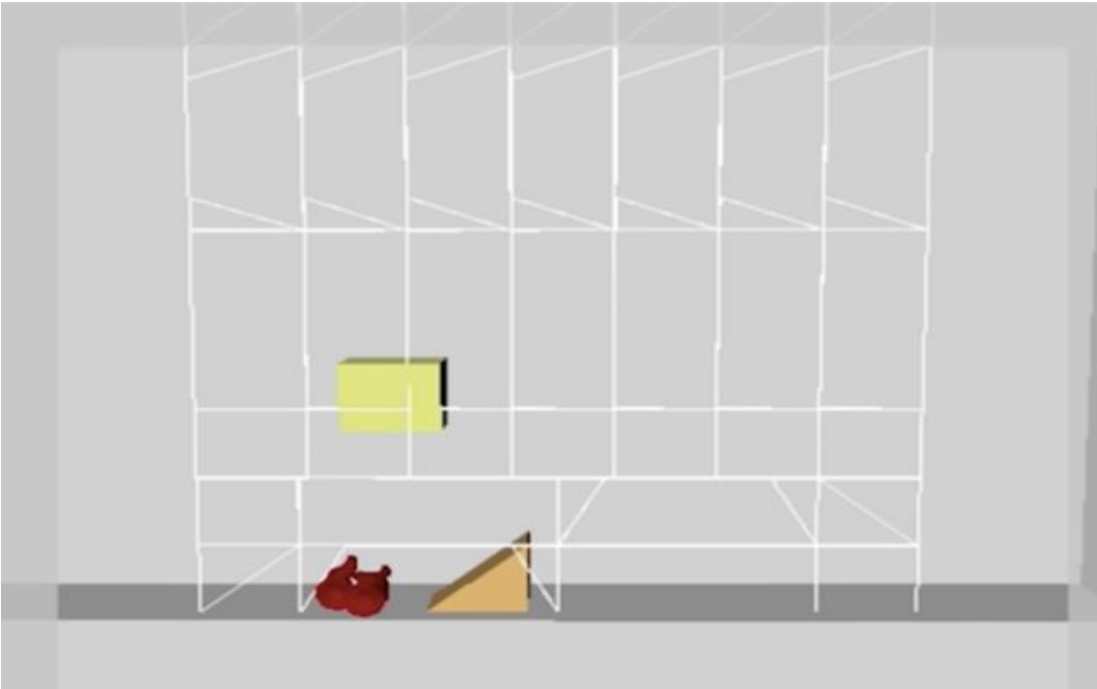
## Apéndice 7



## Apéndice 8



## Apéndice 9



## Apéndice 10

