Rubén Badenas Bernal
Jordi Blázquez Carrió
Fernando Ferrer Mejías
Oriol Tudela Musoles

TRATAMIENTO PERSONALIZADO CON REALIDAD VIRTUAL Y AUGMENTADA PARA LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES CON ICTUS.

ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Dirigido por la Dra. Montserrat Fibla Simó

Grado de fisioterapia

UNIVERSIDAD ROVIRA Y VIRGILI

UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

REUS, TARRAGONA

2026

UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI

FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

Vistiplau pel lliurament i defensa del

Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia

En/na Montserrat Fibla Simó ..... en la seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

TRATAMIENTO PERSONALIZADO CON REALIDAD VIRTUAL Y AUGMENTADA PARA LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES CON ICTUS.

REALITZAT PER:

Rubén Badenas Bernal

Fernando Ferrer Mejías

Jordi Blázquez Carrió

Oriol Tudela Musoles

☑ ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/data

Montserrat Fibla Simó

Signat digitalment per Montserrat Fibla Simó
Data: 2026.05.08 09:08:25 +02'00'

AGRADECIMIENTOS.

Expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a todas aquellas personas que han formado parte, de manera directa o indirecta, del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

En primer lugar, agradecer a nuestras familias por su apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso académico. Su confianza, paciencia y comprensión han sido un pilar fundamental en los momentos de mayor exigencia, proporcionándonos la estabilidad necesaria para continuar avanzando. Su esfuerzo y acompañamiento constante han contribuido de manera decisiva a que este proyecto llegue a su fin.

Asimismo, reconocer el papel de nuestros amigos, quienes han estado presentes durante este camino, ofreciendo apoyo emocional, motivación y momentos de desconexión necesarios para mantener el equilibrio personal. Su cercanía ha sido clave para afrontar con mayor fortaleza los retos asociados a esta etapa.

Agradecer de manera especial a nuestra tutora, por su implicación, disponibilidad y rigor académico. Su orientación ha permitido estructurar y dar sentido a este trabajo, aportando una visión crítica y constructiva en cada una de las fases del proceso. Su acompañamiento ha sido fundamental para mejorar la calidad del proyecto y consodar nuestro aprendizaje.

Finalmente, agradecer entre nosotros como equipo el compromiso, la responsabilidad y la capacidad de trabajo conjunto. La coordinación, el respeto mutuo y la implicación compartida han sido esenciales para superar las dificultades y alcanzar los objetivos propuestos. Este trabajo no solo refleja un resultado académico, sino también el valor del esfuerzo colectivo y la cooperación.

A todos ellos, expresar nuestro más profundo agradecimiento por haber contribuido a la realización de este proyecto.

RESUMEN

El accidente cerebrovascular (ACV) genera alteraciones motoras y cognitivas que comprometen la autonomía funcional, siendo la intensidad y continuidad del tratamiento elementos fundamentales en la neurorrehabilitación. Las tecnologías digitales basadas en realidad virtual, como el *Rehabilitation Gaming System* (RGS), facilitan el entrenamiento en el domicilio y favorecen la adherencia.

El objetivo del estudio es contrastar la eficacia de un tratamiento combinado con RGS frente a la terapia convencional en la recuperación motora y cognitiva de pacientes con ictus.

Metodológicamente se diseñó un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico con 34 pacientes. El grupo control recibió terapia ocupacional convencional, mientras que el grupo intervención realizó además un entrenamiento domiciliario de 6 semanas mediante la aplicación RGSapp y con la monitorización de un reloj inteligente.

La evaluación se llevó a cabo con pruebas digitales y diversas escalas clínicas (ARAT, MoCA, MRC, TAP, EQ-5D-5L, FSS, HDRS).

Los resultados concluyeron una mejora clínica progresiva en ambos grupos sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p > 0,05$). Sin embargo, el grupo de intervención mostró una tendencia hacia una mayor recuperación funcional del miembro superior y una reducción más pronunciada de sintomatología depresiva, logrando además una mejora notablemente superior en tareas visoespaciales complejas del entorno virtual, con una alta adherencia.

En conclusión, la intervención domiciliaria basada en realidad virtual es una herramienta terapéutica viable, segura y con gran potencial clínico, capaz de complementar eficazmente la rehabilitación convencional.

PALABRAS CLAVE: Ictus - Realidad virtual - Rehabilitación - Neuro modulación - Función motora AND cognitiva

ABSTRACT

Stroke generates motor and cognitive alterations that compromise functional autonomy, making the intensity and continuity of treatment fundamental elements in neurorehabilitation. Digital technologies based on virtual reality, such as the Rehabilitation Gaming System (RGS), facilitate home-based training and promote treatment adherence. The objective of this study was to contrast the efficacy of a combined treatment protocol with RGS compared to conventional therapy in the motor and cognitive recovery of stroke patients.

To this end, a multicentre randomized clinical trial was conducted with 34 patients. The control group received conventional occupational therapy, while the intervention group supplemented this therapy with a 6-week home training program using the RGSapp and monitoring via a smartwatch.

Pre- and post-intervention evaluations were performed using digital tests and standardized clinical scales (ARAT, MoCA, MRC, TAP, EQ-5D-5L, FSS, HDRS).

The results showed progressive clinical improvement in both groups with no statistically significant differences between them ($p > 0.05$). However, the intervention group displayed a clear trend towards greater functional recovery of the upper limb and a more pronounced reduction in depressive symptomatology, alongside notably superior improvement in complex visuospatial virtual tasks, reporting adequate adherence. In conclusion, virtual reality-based home intervention is a viable, safe therapeutic strategy with significant clinical potential, capable of effectively complementing conventional rehabilitation.

KEY WORDS

Stroke - Virtual reality – Rehabilitation – Neuromodulation - Cognition AND motor function

1. INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV), también denominado ictus, constituye una de las principales causas de mortalidad y discapacidad adquirida a nivel mundial. Se estima una incidencia anual de aproximadamente 12,2 millones de casos, con más de 100 millones de personas viviendo con secuelas, lo que refleja su elevado impacto sanitario, social y económico. Asimismo, representa la segunda causa de muerte global y una de las principales causas de dependencia a largo plazo, especialmente en población adulta.

El incremento de la esperanza de vida y la elevada prevalencia de factores de riesgo cardiovascular han contribuido a aumentar la carga de la enfermedad en las últimas décadas. No obstante, una proporción significativa de los casos podría prevenirse mediante el control de factores modificables, lo que pone de manifiesto la importancia de combinar estrategias preventivas con modelos de rehabilitación eficaces.

Desde el punto de vista clínico, el ictus puede clasificarse en isquémico, asociado a la obstrucción del flujo sanguíneo cerebral, y hemorrágico, derivado de la rotura vascular intracraneal. Ambos tipos pueden generar alteraciones motoras y cognitivas que comprometen la autonomía funcional del paciente, afectando a la movilidad, la atención, la memoria y las funciones ejecutivas.

En este contexto, la rehabilitación adquiere un papel fundamental en la recuperación funcional. Sin embargo, el alta hospitalaria suele representar un punto crítico, asociado a una disminución de la intensidad terapéutica y a dificultades en el acceso a programas personalizados en el entorno domiciliario. Este fenómeno se relaciona con el principio de plasticidad dependiente del uso (“use it or lose it”), según el cual el desuso de las extremidades afectadas puede favorecer procesos de reorganización neuronal no adaptativa, limitando la recuperación.

Por ello, la intensidad, la repetición y la continuidad del tratamiento se consideran elementos clave en la neurorrehabilitación. En este sentido, el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas orientadas a mantener la participación del paciente fuera del entorno clínico resulta esencial.

Entre estas estrategias, destacan las tecnologías digitales aplicadas a la rehabilitación, especialmente aquellas basadas en realidad virtual y aumentada. Estas herramientas permiten incrementar la intensidad y la repetición del entrenamiento funcional en el entorno

domiciliario, facilitando la adherencia terapéutica y la ejecución de tareas orientadas a mejorar las capacidades del usuario. Además, el carácter interactivo y adaptativo del sistema favorece la motivación del paciente. Con ello, se favorece la obtención de objetivos como mejorar la implicación activa en el proceso de recuperación o contribuir la estimulación simultánea de funciones motoras y cognitivas, para llegar a resultados comparables a la terapia convencional en diferentes dominios funcionales.

En este marco se sitúa el Proyecto PHRASE (Personalised Health Cognitive Assistance for Rehabilitation System), orientado a desarrollar un modelo de rehabilitación continuo, personalizado y basado en la realidad virtual y augmentada. Este enfoque integra herramientas tecnológicas que permiten trasladar el entrenamiento al entorno habitual, facilitando el seguimiento remoto y la adaptación individualizada del tratamiento.

La intervención se basa en el uso del Rehabilitation Gaming System (RGS), una plataforma de rehabilitación que combina ejercicios gamificados dirigidos a la recuperación motora y cognitiva. Su diseño permite ajustar la dificultad de las tareas en función del rendimiento del paciente, promoviendo un entrenamiento progresivo y orientado a la funcionalidad.

En conjunto, la integración de tecnologías inmersivas y sistemas de monitorización representa una evolución hacia modelos de rehabilitación más continuos y centrados en el paciente, con el potencial de optimizar la recuperación funcional tras un accidente cerebrovascular. (Anexo 1)

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo principal:

- Contrastar la eficacia del tratamiento combinado con RGS en comparación con el tratamiento convencional en la recuperación de las capacidades motoras y cognitivas en pacientes con ICTUS.

Objetivos secundarios:

- Evaluar la funcionalidad y habilidad del miembro superior mediante la escala ARAT, comparando la evolución de la motricidad fina y gruesa entre ambos grupos.
- Cuantificar la fuerza muscular segmentaria de la musculatura proximal y distal del brazo afecto utilizando la escala MRC, para determinar el impacto del RGS en la fuerza muscular.
- Analizar el rendimiento en las diferentes facetas de la atención a través de la batería TAP, identificando las mejoras específicas derivadas de los juegos interactivos.
- Valorar el estado cognitivo global y la detección de posibles déficits en funciones ejecutivas y memoria mediante la escala MoCA.
- Determinar el impacto del tratamiento en la calidad de vida a través del cuestionario EQ-5D-5L, evaluando los 5 pilares del bienestar del paciente.
- Identificar los cambios en los niveles de fatiga percibida por los usuarios mediante la escala FSS, para observar si el tratamiento combinado mejora el cansancio asociado con la patología.
- Evaluar el estado anímico y la presencia de sintomatología depresiva mediane la escala Hamilton (HDRS), contrastando si la mejora física y cognitiva esta correlacionada con un mayor bienestar emocional.
- Validar clínicamente la eficacia del sistema PHRASE en el domicilio.
- Analizar la adherencia al tratamiento y la calidad de vida.

2.1 Hipótesis del estudio

Hipótesis principal: Existencia de diferencias significativas en la eficacia del tratamiento entre pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular (ACV) sometidos a terapia ocupacional convencional combinada con entrenamiento mediante realidad virtual y realidad aumentada, frente a pacientes sometidos exclusivamente a terapia ocupacional convencional.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Diseño del estudio

El estudio se trata de un ensayo clínico aleatorizado con una muestra total de *n = 34 pacientes*. Se desarrolla un estudio multicéntrico con participación de 17 pacientes procedentes del Hospital Universitario Joan XXIII (Tarragona) y 17 pacientes del RoNeuro Institute (Cluj-Napoca, Rumanía).

La asignación de los participantes se realiza aleatoriamente en dos grupos:

- Grupo control (*n = 17*):
- Grupo intervención (*n = 17*)

Se implementa en el grupo intervención actividades orientadas a la mejora de la capacidad cognitiva y del procesamiento de acciones, incluyendo ejercicios mixtos con componentes motores y cognitivos, con el fin de analizar la respuesta y la comprensión ante diferentes estímulos.

El estudio se centra en analizar el impacto que tienen las tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada como complemento de la rehabilitación convencional en personas con secuelas derivadas de un accidente cerebrovascular. Para ello, se compararán los resultados funcionales obtenidos mediante esta intervención combinada frente a los alcanzados únicamente con terapia convencional. Se evaluarán variables primarias y secundarias relacionadas con la funcionalidad motora de las extremidades superiores, la capacidad cognitiva y el desempeño en tareas orientadas a la acción, con el objetivo de identificar posibles diferencias significativas entre el grupo que reciba terapia convencional combinada con realidad virtual y realidad aumentada y el grupo tratado exclusivamente con terapia convencional.

Es un diseño metodológico de tipo experimental, prospectivo, controlado y aleatorizado, con asignación paralela de grupos.

3.2 Población y muestra

La muestra total es de de *n = 34 pacientes* diagnosticados de accidente cerebrovascular (ACV), procedentes de dos centros hospitalarios en el marco de un estudio multicéntrico: el Hospital Universitario Joan XXIII (Tarragona) y el RoNeuro Institute (Cluj-Napoca, Rumanía).

Se distribuye equitativamente la muestra entre ambos centros, con inclusión de 17 pacientes por institución. Asignación aleatoria de los participantes en dos grupos de intervención con una proporción 1:1:

- Grupo control (*n = 17*): aplicación de tratamiento de terapia ocupacional convencional.
- Grupo intervención (*n = 17*): aplicación de tratamiento convencional combinado con sesiones de ejercicio mediante la herramienta RGSapp, basada en ejercicios de control motor de las extremidades superiores y trabajo cognitivo.

La selección de los participantes se realiza mediante una base de criterios clínicos homogéneos, con presencia de hemiparesia leve a moderada en extremidad superior, definida mediante una puntuación superior a 2 en la escala del Medical Research Council (MRC), con el objetivo de garantizar la comparabilidad entre sujetos y facilitar la detección del efecto de la intervención.

También se justifica el tamaño muestral basado en la necesidad de garantizar una potencia estadística suficiente para la detección de diferencias clínicamente relevantes en las variables de resultado entre ambos grupos. Junto a ello, se considera la viabilidad del reclutamiento en función de los recursos disponibles y del contexto clínico de los centros participantes.

Se estima una posible tasa de abandono durante el seguimiento, con el fin de asegurar la validez interna del estudio y minimizar el impacto de las pérdidas en el análisis de los resultados.

3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Inicialmente, se definen los criterios clínicos específicos con el objetivo de garantizar la homogeneidad de la muestra y la validez interna del estudio, mediante la selección de pacientes con características funcionales y cognitivas comparables.

Posteriormente, se aplica un proceso de cribado previo a la inclusión en el estudio, basado en la verificación del cumplimiento de los criterios de inclusión y la ausencia de criterios de exclusión, así como en la aceptación voluntaria de participación mediante la firma del consentimiento informado.

<u>Criterios de inclusión:</u>

- Diagnóstico de accidente cerebrovascular (ACV) de tipo isquémico o hemorrágico intracerebral, con una evolución superior a 3 meses.
- Edad superior a 18 años.
- Presencia de deterioro motor en extremidad superior de carácter leve a moderado, definido mediante una puntuación > 2 en la escala del Medical Research Council (MRC).
- Puntuación inferior a 50 puntos en la escala Action Research Arm Test (ARAT), con el fin de evitar efecto techo y garantizar margen de mejora funcional.
- Puntuación superior a 19 puntos en la escala Montreal Cognitive Assessment (MoCA), con el objetivo de asegurar un nivel cognitivo mínimo para la comprensión y ejecución de las tareas.
- Capacidad de mantener sedestación, con o sin apoyo, para la interacción con el sistema RGS.
- Competencia básica en el uso de dispositivos móviles, según valoración del equipo clínico.
- Predisposición para participar en el estudio y cumplimiento de las pautas establecidas.

- Firma del Formulario de Consentimiento Informado (FCI).

Criterios de exclusión:

- Presencia de condiciones clínicas o neurológicas adicionales que puedan interferir en la participación o en la interpretación de los resultados del estudio.
- Deterioro cognitivo grave que impida el seguimiento del protocolo, definido mediante una puntuación < 19 en la escala MoCA o según criterio clínico.
- Antecedentes de discapacidad motora en extremidades superiores previos al accidente cerebrovascular.
- Incapacidad para utilizar el sistema RGS de forma autónoma o necesidad de asistencia continua por parte de un cuidador.
- Cualquier otra condición que, a juicio del investigador, pueda comprometer la seguridad del paciente o la calidad de los datos recogidos.

3.4 Lugar y duración del estudio

El desarrollo del estudio se realiza en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona (y en el RoNeuro Institute (Cluj-Napoca, Rumanía), en el marco del diseño multicéntrico).

Las intervenciones y evaluaciones se realizan en espacios diferenciados dentro de los centros participantes:

- Área de tratamiento: destinada a la aplicación del tratamiento convencional y al desarrollo de las sesiones de intervención.
- Área de evaluación: destinada a la realización de las valoraciones clínicas iniciales y finales, así como a la determinación de la elegibilidad de los participantes.

Se inició el estudio en septiembre de 2026, coincidiendo con el comienzo del desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado por parte del equipo investigador, formado por cuatro estudiantes, en coordinación con los profesionales clínicos de los centros participantes.

Finalmente, la duración individual de participación de cada paciente es de 8 semanas, incluyendo fase de intervención y seguimiento.

3.5 Material

La descripción del conjunto de herramientas tecnológicas, dispositivos y sistemas digitales utilizados para el desarrollo, monitorización y análisis del estudio, integrados dentro del ecosistema RGS, es la siguiente:

3.5.1 Sistemas de gestión y análisis

- RGSclinic: Sistema informático central utilizado para la realización de evaluaciones clínicas mediante ejercicios gamificados de realidad virtual. Permite la recopilación, almacenamiento y análisis de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, facilitando la valoración del rendimiento motor y cognitivo de los participantes.
- MIMS (Medical Interactive Management System): Implementa la recogida de datos mediante la integración del sistema MIMS, la aplicación RGSapp y el dispositivo portátil

RGSwear (reloj inteligente), con el objetivo de centralizar toda la información derivada de la intervención. Registra de forma automática el rendimiento del paciente durante la ejecución de los ejercicios terapéuticos, incluyendo métricas objetivas como precisión, tiempo de ejecución, número de intentos y nivel de cumplimiento de cada tarea.

A través de estos sistemas, se detecta la actividad motora del brazo parético mediante los sensores integrados en el dispositivo RGSwear, con la finalidad de monitorizar parámetros de movimiento durante la realización de ejercicios funcionales. Transmite los datos obtenidos desde el reloj inteligente y la aplicación móvil hacia el sistema MIMS mediante conexión inalámbrica Bluetooth segura, garantizando la sincronización continua entre dispositivos.

El almacenamiento de la información se registra en una plataforma en la nube asociada al sistema MIMS, con estructura organizada por paciente, sesión y fecha de registro, permitiendo así la trazabilidad completa de la evolución clínica. Se visualizan los datos mediante paneles gráficos integrados en el sistema, facilitando el seguimiento longitudinal del rendimiento y la evolución del paciente por parte de los profesionales sanitarios e investigadores.

Finalmente, se permite el acceso remoto al sistema mediante autenticación segura a través de enlace y contraseña individualizada, con el objetivo de garantizar la confidencialidad y el control del acceso a la información clínica. Facilita la exportación de los datos registrados para su posterior análisis estadístico, integrando toda la información en una base de datos unificada orientada a la evaluación de resultados y al seguimiento del proceso de rehabilitación.

3.5.2 Dispositivos de monitorización (Anexo 2)

- RGSwear: Dispositivo tipo reloj inteligente utilizado en el grupo intervención. Permite la monitorización de la actividad del miembro superior afectado, registrando parámetros de movimiento durante la ejecución de los ejercicios. Los datos son transmitidos mediante conexión Bluetooth al sistema MIMS para su posterior análisis.

3.5.3 Aplicación de intervención terapéutica.

- RGSapp (versión smartphone): Aplicación móvil destinada exclusivamente al grupo de intervención. Integra un catálogo de 16 ejercicios gamificados distribuidos en tres categorías: motrices, cognitivas y mixtas.

La aplicación permite la prescripción individualizada de ejercicios por parte del equipo clínico, adaptando la dificultad, la carga de trabajo y el tipo de tarea según las características funcionales de cada paciente.

El programa de intervención mediante RGSapp se realiza de forma domiciliaria, con una duración total de 6 semanas, estableciendo sesiones diarias de aproximadamente 20–30 minutos.

3.5.4 Infraestructura y gestión de datos.

Para llevarlo a cabo, se integran todos los sistemas en una arquitectura digital conectada, permitiendo la transferencia segura de datos entre dispositivos y plataforma central. Garantiza la confidencialidad de los datos mediante identificación codificada de los participantes, con acceso restringido únicamente al equipo investigador autorizado.

Los datos generados durante la intervención incluyen métricas de rendimiento motor, precisión en tareas cognitivas, tiempo de ejecución y nivel de adherencia al tratamiento. Establece la trazabilidad completa de los datos desde su recogida hasta su análisis final en el sistema MIMS.

3.6 Metodología del estudio.

El estudio se define como un procedimiento metodológico estructurado y secuencial con el objetivo de garantizar la correcta implementación del estudio, la homogeneidad en la recogida de datos y la validez de los resultados obtenidos.

El diseño se caracteriza por ser de tipo multicéntrico con aplicación de protocolos estandarizados en ambos centros participantes, asegurando la comparabilidad de los datos.

La aprobación del estudio se da por parte del Comité de Ética de Investigación del Institut Pere Virgili (CEIm; Ref. CEIM: 228/2024), así como obtención del visto bueno por parte de la Dirección del Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona. Incluyendo la documentación correspondiente en el apartado de anexos.

La intervención desarrollada en el presente estudio se enmarca en el proyecto PHRASE, financiado por el programa *Horizon Europe EIC Transition* (GA 101058240), iniciativa de la Unión Europea orientada a la promoción de la investigación e innovación en el ámbito tecnológico y sanitario. Esta financiación ha permitido el desarrollo e implementación del sistema de rehabilitación *Rehabilitation Gaming System (RGS)*, así como su aplicación en un entorno clínico real.

3.6.1 Fases del estudio.

Organización del estudio en fases secuenciales con el objetivo de estructurar el proceso de intervención y evaluación, garantizando la coherencia metodológica y la recogida sistemática de datos. (Fig. 1)

- <u>Fase 1: Reclutamiento (R)</u>

En esta primera fase, se identifican y seleccionan los participantes potenciales en los centros hospitalarios mediante la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Provisión de información detallada sobre el estudio, incluyendo objetivos, procedimientos, beneficios y posibles riesgos. Obteniendo el consentimiento informado por escrito, garantizando la participación voluntaria, la confidencialidad de los datos y el derecho a abandonar el estudio en cualquier momento sin repercusión en la atención sanitaria habitual.

- <u>Fase 2: Evaluación inicial (T0)</u>

En la segunda fase, se realiza de una valoración basal en entorno clínico controlado con el objetivo de establecer el estado inicial de los participantes, mediante escalas clínicas estandarizadas y herramientas experimentales, permitiendo la obtención de datos objetivos sobre la funcionalidad motora, el estado cognitivo, la calidad de vida y el estado emocional descritas en el apartado 4.6.

Estos datos permiten establecer una línea base para la comparación posterior y la evaluación de la eficacia de la intervención.

- Fase 3: Intervención

La tercera fase, trata de desarrollar el programa terapéutico durante un periodo de 6 semanas, en combinación con el tratamiento convencional proporcionado al resto los pacientes.

Para llevarlo a cabo, se aplican protocolos específicos en función del grupo asignado, garantizando la estandarización del tratamiento y la supervisión por parte de profesionales sanitarios. También, se monitoriza continuamente la adherencia y del rendimiento de los participantes mediante herramientas digitales, permitiendo el seguimiento de la evolución durante el periodo de intervención.

- Fase 4: Evaluación intermedia (T1)

La cuarta fase, se realiza la evaluación de as 3 semanas de intervención en el grupo correspondiente, mediante herramientas digitales integradas en la plataforma RGSapp.

En esta, se obtiene información sobre la evolución temprana del rendimiento motor y cognitivo, permitiendo identificar tendencias de mejora y ajustar el seguimiento si fuera necesario.

- Fase 5: Evaluación final (T2)

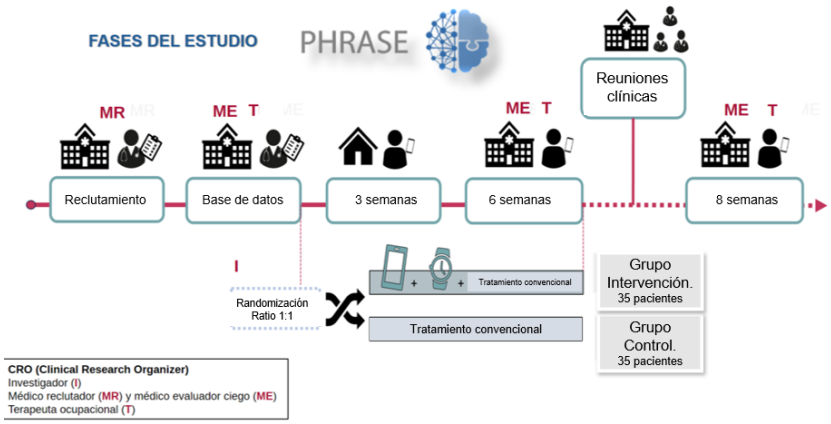
La quinta fase, trata de realizar una evaluación post intervención al finalizar las 6 semanas en ambos grupos, comparando los resultados con los valores obtenidos en la evaluación inicial, permitiendo determinar los cambios producidos tras la intervención y analizar la eficacia del tratamiento aplicado.

- Fase 6: Seguimiento (T3)

En la sexta y última fase, se realiza una evaluación de seguimiento a las 8 semanas desde el inicio del estudio, en el contexto de la evolución clínica habitual del paciente.

Finalmente, se analiza la estabilidad de los resultados obtenidos tras la intervención y de la posible persistencia de las mejoras en el tiempo.

Figura 1: Fases del estudio



3.6.2 Variables e instrumentos de evaluación.

Se definen las variables del estudio con el objetivo de analizar la eficacia de la intervención en pacientes con accidente cerebrovascular, en relación con la recuperación motora, el rendimiento cognitivo y la calidad de vida. Clasificando las variables en primarias y secundarias en función de su relevancia clínica y su relación con el objetivo principal del estudio:

3.6.3 Variables del estudio.

Variables primarias

- Funcionalidad motora de la extremidad superior afectada.
- Control motor y coordinación de la extremidad superior.

Variables secundarias

- Capacidad cognitiva global y atención.
- Calidad de vida relacionada con la salud.
- Nivel de fatiga percibida.
- Estado emocional y sintomatología depresiva.
- Nivel de adherencia al tratamiento.

Las variables se definen de manera operativa mediante instrumentos estandarizados y herramientas digitales, con el objetivo de garantizar la objetividad y reproducibilidad de las mediciones.

3.6.4 Instrumentos de evaluación clínicos.

Inicialmente, se realiza una selección de escalas estandarizadas validadas y ampliamente utilizadas en el ámbito clínico y de investigación, con el objetivo de garantizar la fiabilidad, validez y reproducibilidad de las mediciones realizadas en los participantes.

Para ello, se aplican dichas herramientas en entorno clínico controlado por profesionales sanitarios cualificados, siguiendo protocolos estandarizados de administración.

- Action Research Arm Test (ARAT) (Lyle, 1981)

Instrumento de evaluación de la funcionalidad motora de la extremidad superior compuesto por 19 ítems, con una puntuación máxima de 57 puntos. Estructuración en cuatro subescalas: agarre, prensión, pinza y movimiento global. Utilización de una escala ordinal de 4 niveles (0–3), donde 0 indica incapacidad para realizar la tarea y 3 ejecución normal.

Permite la valoración específica de la destreza manual y la capacidad funcional del miembro superior, siendo especialmente sensible a cambios clínicamente relevantes en pacientes con accidente cerebrovascular. (Anexo 3.1)

- Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Nasreddine et al., 2005)

Instrumento de cribado cognitivo de alta sensibilidad para la detección de deterioro cognitivo leve. Evaluación de múltiples dominios cognitivos, incluyendo memoria a corto plazo,

funciones ejecutivas, habilidades visoespaciales, atención, concentración, lenguaje y orientación temporal y espacial. Utilización de una puntuación máxima de 30 puntos, con valores superiores a 19 puntos como criterio de inclusión en el estudio para garantizar la capacidad de comprensión y ejecución de las tareas propuestas. (Anexo 3.2)

- Medical Research Council (MRC) (Kleyweg et al., 1991)

Escala clínica utilizada para la evaluación de la fuerza muscular mediante una graduación de 0 a 5, donde 0 corresponde a ausencia de contracción y 5 a fuerza normal. Aplicación en la valoración de los principales grupos musculares de la extremidad superior, incluyendo hombro, codo, muñeca y mano. Utilización como criterio de inclusión (MRC > 2) para asegurar la capacidad funcional mínima necesaria para la realización de los ejercicios. (Anexo 3.3)

- Test de Atención (TAP) (Zimmermann y Fimm, 2004)

Herramienta neuropsicológica destinada a la evaluación de diferentes componentes de la atención, incluyendo atención sostenida, selectiva, dividida, flexibilidad cognitiva y velocidad de procesamiento. Permite la obtención de medidas objetivas del rendimiento atencional, relevantes para la evaluación del impacto cognitivo de la intervención. (Anexo 3.4)

- EQ-5D-5L (Devlin y Brooks, 2017)

Instrumento estandarizado para la evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud. Análisis de cinco dimensiones: movilidad, autocuidado, actividades habituales, dolor/malestar y ansiedad/depresión, cada una con cinco niveles de gravedad. Permite la obtención de una visión global del estado de salud del paciente, así como la valoración del impacto funcional del tratamiento en la vida diaria. (anexo 3.5)

- Fatigue Severity Scale (FSS) (Krupp et al., 1988)

Cuestionario unidimensional compuesto por 9 ítems destinados a la evaluación del impacto de la fatiga en las actividades diarias. Administración mediante autoinforme, con puntuaciones que permiten cuantificar el grado de interferencia de la fatiga en el funcionamiento del paciente, variable relevante en población post-ictus. (Anexo 3.6)

- Hamilton Depression Rating Scale (HDRS) (Hamilton, 1960)

Escala clínica utilizada para la evaluación de la gravedad de la sintomatología depresiva mediante entrevista realizada por profesionales sanitarios. Compuesta por 17 ítems que permiten valorar diferentes dimensiones del estado emocional, proporcionando información relevante sobre el impacto psicológico asociado al accidente cerebrovascular. (Anexo 3.7)

- System Usability Sacale (SUS) (John Brooke, 1986)

Escala de evaluación que se utiliza para medir la facilidad de uso de un sistema, consiste en un breve cuestionario de diversos aspectos de la experiencia del usuario, utilizado para medir la eficacia, eficiencia y satisfacción que perciben los usuarios sobre el sistema utilizado. (Anexo 3.8)

3.6.5 Instrumentos de evaluación experimentales. (RGSapp) (Anexo 4)

Las herramientas de evaluación se encuentran integradas en la plataforma RGSapp con el objetivo de obtener métricas objetivas y continuas válidas del rendimiento motor y cognitivo de los participantes durante la intervención.

También, las pruebas se aplican en entorno digital mediante dispositivo móvil, permitiendo la evaluación tanto en contexto clínico como domiciliario, favoreciendo la recogida de datos en condiciones funcionales reales.

Las herramientas *de evaluación* se organizan en tres categorías en función de los dominios funcionales analizados:

- *Pruebas motoras*

Las pruebas motoras evalúan de las capacidades motoras de la extremidad superior afectada mediante tareas específicas orientadas al análisis del movimiento.

- Dibujos de círculos: Realización de movimientos circulares en plano horizontal y vertical. Evaluación del rango de movimiento, la coordinación interarticular y el control motor fino.

Estas tareas permiten analizar la calidad del movimiento, la precisión y la fluidez en la ejecución, aspectos clave en la recuperación funcional post-ictus.

- *Pruebas cognitivas*

Las pruebas cognitivas miden las funciones cognitivas mediante tareas gamificadas que requieren procesamiento de información y toma de decisiones.

- Control de calidad: En esta prueba se presentan de manera simultánea estímulos visuales con necesidad de respuesta en función de condiciones específicas. Evaluación de la atención dividida, la velocidad de procesamiento y el tiempo de reacción ante estímulos múltiples.

Estas tareas permiten medir la capacidad de discriminación, la atención selectiva y la eficiencia en la toma de decisiones.

- *Pruebas motor-cognitivas*

Con las pruebas motor-cognitiva, se realiza una evaluación integrada de funciones motoras y cognitivas mediante tareas que requieren la coordinación entre ambas.

- Seguimiento de constelaciones: Reproducción de patrones visuales tras su presentación. Evaluación de la memoria de trabajo, la planificación motora y la coordinación visomotora.
- Pinball: Selección de estímulos visuales en función de criterios específicos (color). Evaluación del control inhibitorio, la discriminación visual y la coordinación de la extremidad superior.

Estas tareas permiten analizar la capacidad de integración sensoriomotora y la ejecución de acciones dirigidas a objetivos en contextos dinámicos.

- *Parámetros de evaluación*

Los parametros de evaluación se obtienen con métricas objetivas registradas automáticamente por la plataforma:

- Precisión en la ejecución de las tareas.
- Tiempo de respuesta y velocidad de procesamiento.
- Número de errores cometidos.
- Calidad del movimiento (trayectoria y control).
- Evolución del rendimiento a lo largo del tiempo.
- *Valor añadido de la evaluación mediante RGSapp*

Gracias a lo comentado, se permite la monitorización continua del rendimiento del paciente durante el periodo de intervención, complementando las evaluaciones clínicas puntuales.

También se consigue facilitar la recogida de datos en tiempo real en entorno domiciliario, incrementando la validez de las mediciones.

Además, se proporciona información detallada sobre la adherencia al tratamiento y el comportamiento del paciente durante la realización de las tareas.

Para acabar, se permite la integración de los datos en el sistema MIMS para su análisis longitudinal y comparación entre grupos.

3.6.6 Procedimiento de recogida de datos

La recogida de datos clínicos se realiza mediante la administración de escalas estandarizadas en entorno hospitalario por parte de profesionales cualificados.

Por otra parte, el registro de datos experimentales se recoge mediante la plataforma RGSapp durante la intervención, permitiendo la obtención de métricas objetivas y continuas del rendimiento motor y cognitivo.

Los datos se integran en el sistema MIMS para su almacenamiento, organización y análisis longitudinal.

Finalmente se codifica a los participantes mediante identificadores anónimos, garantizando la confidencialidad de la información y el cumplimiento de la normativa vigente en protección de datos. (Anexo 5)

3.6.7 Control metodológico.

Mediante la aplicación de un procedimiento de asignación aleatoria con una proporción 1:1 entre grupos, con el objetivo de minimizar sesgos de selección.

Se implementa un enmascaramiento simple, con desconocimiento por parte de los evaluadores de la asignación de los participantes, con el fin de reducir el sesgo de medición.

Con estandarización de los protocolos de evaluación y recogida de datos en ambos centros participantes.

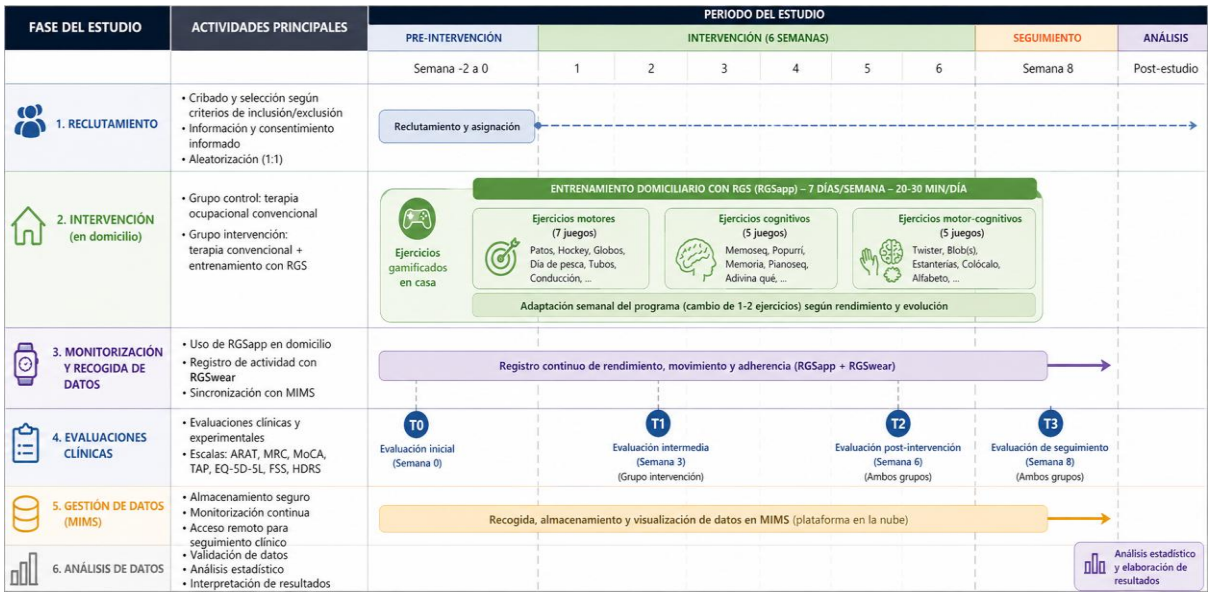
También la monitorización de la adherencia al tratamiento mediante herramientas digitales, permitiendo el control del cumplimiento y la calidad de la intervención.

3.6.8 Cronograma.

Fases:

- Representar la organización temporal del protocolo de estudio, integrando las fases de evaluación, intervención y seguimiento de los participantes.
- Estructurar la participación individual en un periodo total de 8 semanas, incluyendo evaluación basal (T0), intervención, evaluación post intervención (T2) y seguimiento (T3), con incorporación de una evaluación intermedia (T1) en el grupo intervención.
- Distribuir la fase de intervención a lo largo de 6 semanas, situando el entrenamiento domiciliario mediante la aplicación RGSapp como elemento central del proceso terapéutico en el grupo intervención.
- Ubicar las sesiones de entrenamiento en el entorno domiciliario, integradas dentro del periodo de intervención, permitiendo su realización diaria y su monitorización mediante los sistemas digitales del estudio.
- Reflejar la secuencia de recogida de datos en los distintos puntos temporales, facilitando la comparación intragrupo e intergrupal a lo largo del estudio.
- Visualizar de forma integrada la relación entre intervención, evaluaciones y seguimiento, permitiendo una comprensión global del diseño experimental sin detallar procedimientos ya descritos en apartados previos. (Fig. 2)

Figura 2: Cronogra



3.7 Intervención basada en RGS.

3.7.1 Contexto y base del tratamiento.

El sistema RGS constituye una herramienta terapéutica digital diseñada específicamente para la rehabilitación de pacientes con secuelas posteriores a accidente cerebrovascular (ACV), integrando diferentes dispositivos y plataformas tecnológicas. En el presente estudio, el grupo de intervención utiliza de forma combinada los siguientes componentes: la aplicación móvil *RGSapp*, destinada a la realización de ejercicios terapéuticos; el dispositivo *RGSwear*, encargado de registrar la actividad del miembro superior afectado; y el sistema de gestión *MIMS*, que permite la monitorización, almacenamiento y análisis de los datos generados durante el proceso de rehabilitación.

La base del tratamiento se fundamenta en la utilización de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada, que permiten generar entornos interactivos y tareas gamificadas orientadas a la recuperación funcional. Este enfoque favorece una mayor implicación activa del paciente, incrementando tanto la adherencia al tratamiento como la motivación durante el proceso rehabilitador.

Desde el punto de vista terapéutico, la intervención tiene como objetivo principal la mejora de las funciones motoras y cognitivas alteradas tras el ictus, mediante la realización de ejercicios específicos que estimulan de forma simultánea el control motor de las extremidades superiores y los procesos cognitivos asociados. La integración de ambas dimensiones permite abordar la rehabilitación desde una perspectiva global, favoreciendo mecanismos de neuro plasticidad y optimizando la recuperación funcional.

Asimismo, el sistema permite una recogida continua y objetiva de datos a través de los dispositivos utilizados, los cuales son enviados y analizados mediante la plataforma MIMS. Esta capacidad facilita el seguimiento evolutivo del paciente, la evaluación de la adherencia al tratamiento y la adaptación individualizada de las intervenciones en función del rendimiento y progreso de cada usuario.

3.7.2 Estructura del sistema terapéutico.

El sistema terapéutico basado en RGS se organiza mediante una estructura de entrenamiento que combina diferentes tipos de ejercicios con el objetivo de abordar de forma integral las alteraciones derivadas del accidente cerebrovascular.

Los ejercicios incluidos en la aplicación se clasifican en tres categorías principales en función de su objetivo terapéutico:

- *Ejercicios motores*, orientados a la mejora del control motor, la coordinación y la funcionalidad de la extremidad superior afectada.
- *Ejercicios cognitivos*, centrados en el entrenamiento de funciones como la memoria, la atención, la planificación y el procesamiento de la información.
- *Ejercicios motor-cognitivos combinados*, diseñados para trabajar de forma simultánea ambos componentes, favoreciendo la integración funcional entre los procesos motores y cognitivos.

El programa terapéutico dispone de un total de *16 ejercicios*, distribuidos entre las tres categorías, lo que permite una amplia variabilidad de estímulos y una adaptación progresiva del tratamiento. Esta diversidad facilita la personalización de la intervención en función del perfil clínico del paciente y de los objetivos terapéuticos establecidos.

La prescripción de los ejercicios se realiza de forma individualizada por parte de los profesionales sanitarios, estableciendo un rango de *4 a 6 ejercicios por sesión*. Esta selección tiene en cuenta aspectos como el nivel de afectación, la evolución del paciente, la tolerancia al esfuerzo y las necesidades específicas detectadas durante el proceso de evaluación.

Asimismo, la estructura del programa se basa en la combinación equilibrada de los distintos tipos de ejercicios, garantizando que el paciente reciba un entrenamiento multidimensional. Este enfoque permite no solo mejorar las capacidades motoras, sino también potenciar los procesos cognitivos implicados en la ejecución de tareas funcionales, contribuyendo a una recuperación más completa.

La flexibilidad del sistema permite modificar y ajustar los ejercicios a lo largo del tiempo, favoreciendo una progresión adaptativa del tratamiento y evitando la monotonía, lo que resulta clave para mantener la adherencia del paciente a lo largo de la intervención.

3.7.3 Descripción de los ejercicios.

Ejercicios motores (7) (Anexo 6.1)

- Patos: Este ejercicio consiste en atrapar patos de goma de colores en un estanque virtual mostrado en la pantalla del móvil.
- Hockey: Este ejercicio consiste en una pista de hockey aéreo donde el usuario apunta y golpea el disco para marcar un gol.
- Globos: En este ejercicio, aparecen globos en el mundo virtual, visibles a través de la pantalla del móvil, con una referencia que muestra de uno a tres globos objetivo de un color y forma específicos en la parte superior. El usuario debe mover el móvil para reventar todos los globos que coincidan con la referencia.
- Día de pesca: El ejercicio se lleva a cabo en una zona de pesca donde aparecen animales. La tarea consiste en tocar los animales que aparecen indicados en cada momento en la parte superior de la pantalla.
- Tubos: Se muestran tubos llenos de bolas de colores y el usuario los clasifica haciendo coincidir las bolas con el color de la base.
- Conducción: En este ejercicio, el usuario controla un coche en una simulación de conducción, con el objetivo de recoger estrellas mientras evita obstáculos.

Ejercicios cognitivos (5) (Anexo 6.2)

- Memoseq: Al usuario se le presentan secuencias basadas en el tamaño, el orden o la categoría de los objetos. La tarea consiste en seguir las instrucciones tocando los objetos en la secuencia correcta con un dedo.
- Popurrí: En este ejercicio, se muestran al usuario palabras o números y debe seleccionar la opción correcta según las instrucciones
- Memoria: El usuario verá un conjunto de cartas colocadas boca abajo. La tarea consiste en darles la vuelta y emparejarlas por parejas.

- Pianoseq: Al usuario se le presenta una secuencia musical de notas y debe reproducirla pulsando las teclas correspondientes del piano.
- Adivina qué: En este ejercicio, se le presentan al usuario siluetas de objetos o palabras con líneas discontinuas y debe adivinar la respuesta correcta seleccionando la opción adecuada

Ejercicios motor-cognitivos (5–6 según versión) (Anexo 6.3)

- Twister: Se muestran al usuario círculos de diferentes colores y sus siluetas correspondientes. La tarea consiste en tocar la pantalla con los dedos indicados para arrastrar los círculos hasta las siluetas correctas.
- Blob(s): Se muestran al usuario objetos con diversas formas geométricas y colores. La tarea consiste en combinar o dividir elementos para que coincidan con el número de referencia y el color
- Estanterías: Al usuario se le muestra una estantería virtual a través de la pantalla de su móvil, con objetos de diferentes categorías. La tarea consiste en encontrar y acercar objetos de la categoría especificada usando una o ambas manos.
- Colócalo: Se muestran al usuario objetos y sus siluetas correspondientes. La tarea consiste en arrastrar y ajustar los objetos en las formas correctas con los dedos
- Alfabeto: Se muestra al usuario una matriz de cubos que forman las letras del alfabeto. La mayoría de los cubos son blancos, pero algunos cubos azules forman las letras. La tarea consiste en romper los cubos azules extendiendo el brazo y usando el puntero para destruirlos.

3.7.4 Pautas de intervención.

La aplicación del programa terapéutico mediante RGS sigue una serie de pautas estandarizadas, con el objetivo de garantizar la homogeneidad del tratamiento y, al mismo tiempo, permitir una adaptación individualizada en función de las características de cada paciente.

El entrenamiento se lleva a cabo a través de la aplicación RGSapp en el entorno domiciliario, con una *frecuencia diaria de 7 días por semana*, favoreciendo la continuidad del tratamiento y la consolidación del aprendizaje motor y cognitivo. La duración de cada sesión se establece entre *20 y 30 minutos*, tiempo considerado adecuado para evitar la fatiga y mantener un nivel óptimo de atención y rendimiento.

Cada sesión incluye la realización de *entre 4 y 6 ejercicios*, seleccionados previamente por el equipo clínico en función del perfil del paciente. La duración aproximada de cada ejercicio es de *5 minutos,* permitiendo una distribución equilibrada del tiempo de entrenamiento y una adecuada variabilidad de estímulos.

La aplicación incorpora un *agente virtual de soporte*, que proporciona instrucciones específicas y guía al paciente durante la ejecución de tareas. Este recurso complementa las indicaciones del personal sanitario y facilita la correcta realización de los ejercicios de forma autónoma en el domicilio.

Asimismo, aunque existe una pauta estructurada de entrenamiento, el sistema permite el *uso libre adicional de la aplicación*, de manera que el paciente puede repetir los ejercicios o ampliar

el tiempo de práctica según su motivación y capacidad, sin limitarse estrictamente a la sesión prescrita.

La prescripción de los ejercicios se realiza de forma individualizada y revisada periódicamente. Se establece una *adaptación semanal del programa*, que implica la modificación o sustitución de al menos uno de los ejercicios, en función de la evolución clínica, el nivel de ejecución, la adherencia al tratamiento y las preferencias del paciente. Este enfoque permite mantener un nivel de dificultad adecuado y evitar tanto la frustración como la falta de progresión.

En conjunto, estas pautas permiten combinar un enfoque protocolizado con la flexibilidad necesaria para adaptar el tratamiento a las necesidades individuales, favoreciendo tanto la adherencia como la eficacia del proceso rehabilitador.

3.7.5 Método de ajuste adaptativo.

El programa de intervención mediante RGS incorpora un sistema de ajuste adaptativo, cuyo objetivo es optimizar la eficacia del tratamiento mediante la modificación progresiva de los ejercicios en función de la evolución individual de cada paciente.

Este ajuste se realiza con una frecuencia semanal, permitiendo adaptar el contenido del programa terapéutico en base a criterios objetivos y subjetivos. La toma de decisiones por parte del equipo clínico se fundamenta en el análisis de diferentes variables recogidas durante el entrenamiento.

Entre las principales métricas de rendimiento consideradas se incluyen:

- La *precisión* en la ejecución de las tareas.
- El *tiempo de respuesta o de finalización* de los ejercicios.
- El número de *errores cometidos.*
- El nivel de *adherencia al tratamiento*, medido a través del uso de la aplicación.

Estos datos, registrados automáticamente por el sistema, permiten obtener una valoración objetiva del desempeño del paciente y de su progresión a lo largo del tiempo.

Además, se tienen en cuenta factores cualitativos como las preferencias del paciente, su grado de motivación y la posible aparición de *fatiga o frustración*, aspectos que pueden influir directamente en la continuidad del tratamiento.

En función de esta evaluación global, se establecen diferentes estrategias de ajuste:

- En casos de *alto rendimiento*, se incrementa la dificultad de los ejercicios o se introducen tareas más complejas.
- En situaciones de *bajo rendimiento*, se opta por mantener el ejercicio para reforzar el aprendizaje o sustituirlo por uno de menor dificultad.
- Cuando se observa una *mejora progresiva sin dominio completo*, se mantiene el ejercicio para consolidar la habilidad adquirida.

Asimismo, el sistema permite la *reintroducción de ejercicios previamente utilizados* en nuevas combinaciones, favoreciendo la variabilidad del entrenamiento y evitando la monotonía.

Este enfoque adaptativo garantiza una intervención dinámica y personalizada, alineada con los principios de la rehabilitación basada en la evidencia, permitiendo maximizar los beneficios terapéuticos y mejorar la adherencia del paciente al tratamiento.

3.7.6 Objetivos terapéuticos.

En el ámbito *motor,* el programa se orienta a la mejora de la funcionalidad de la extremidad superior afectada, incidiendo en aspectos como la *motricidad fina*, la precisión de los movimientos, la coordinación óculo-manual y el control segmentario. Asimismo, se trabaja la *capacidad de prensión, pinza y manipulación de objetos*, elementos esenciales para la realización de actividades de la vida diaria. También se incluyen movimientos funcionales como el *alcance, la extensión del brazo y la estabilidad del hombro*, junto con patrones de movimiento más específicos como la *pronación y supinación del antebrazo,* fundamentales para tareas cotidianas.

En relación con el componente *cognitivo*, la intervención busca estimular funciones superiores implicadas en la ejecución de tareas funcionales, como la *atención*, la *memoria,* la *planificación*, la *velocidad de procesamiento* y la *resolución de problemas*. Estas capacidades resultan esenciales para la autonomía del paciente y su correcta interacción con el entorno.

Un aspecto clave del programa es la *integración simultánea de los componentes motor y cognitivo*, lo que permite entrenar al paciente en situaciones más cercanas a la realidad funcional. Este enfoque favorece la coordinación entre ambos sistemas, mejorando la capacidad de realizar tareas complejas que requieren tanto control motor como procesamiento cognitivo.

De forma global, la intervención tiene como objetivo promover procesos de *neuro plasticidad*, facilitando la reorganización de las redes neuronales implicadas en las funciones alteradas. Esto contribuye a una recuperación más eficiente y a una mejora en la independencia del paciente en su vida diaria.

En conjunto, el programa terapéutico no solo se centra en la mejora de capacidades aisladas, sino en la *recuperación funcional global*, orientada a optimizar la calidad de vida y la participación del paciente en su entorno.

4. RESULTADOS.

4.1 Descriptivo de la muestra.

Al principio del estudio, se segmenta la muestra total (N = 17) en dos grupos según el protocolo de asignación: grupo control (n = 7) y grupo intervención (n = 10).

Se observa una distribución homogénea en variables sociodemográficas y clínicas basales, garantizando la comparabilidad entre grupos.

Seguidamente a las distribuciones, se registra una media de edad de 59,43 años en el grupo control y 57,80 años en el grupo intervención, así como valores de altura similares (175,14 cm vs 173,00 cm). También se identifica un predominio de varones en ambos grupos (control: 5/7; intervención: 8/10) y una mayor frecuencia de hemiplejia izquierda (control: 4/7; intervención: 7/10). Con ello, se puede constatar un nivel comparable de alfabetización digital entre grupos.

Por tanto, se confirma la homogeneidad clínica basal mediante puntuaciones equivalentes en las principales escalas.

A continuación, se realiza un registro con la puntuación inicial idéntica en la escala ARAT (28,00 puntos), así como valores similares en MoCA (28,29 vs 28,33), descartando deterioro cognitivo relevante.

Finalmente, se realiza un análisis de los valores de fuerza muscular compatibles con la ejecución de tareas (MRC: 3,71 vs 4,00). Se identifica una mayor sintomatología depresiva inicial en el grupo control (HDRS: 10,00 vs 6,50), sin diferencias en la velocidad de procesamiento (TAP: 40,00 en ambos grupos).

Con esta información, se puede afirmar la ausencia de fatiga patológica severa en ambos grupos (FSS < 36). (Fig. 3)

Tabla 3. Variables.

VARIABLE	G. CONTROL= 7	G INTERVENCIÓN= 10
Edat. Desviación Estándad (D.E.)	59,43 (7,61)	57,80 (4,52)
ALTURA (D.E.)	175.14 (11.31)	173 (8.30)
SEXO	5 H/ 2M	8H/2M
HEMIPLÉJIA	4I/3D	7I/3D
EXP. ORDENADORES	4 SÍ/ 3 NO	6 SÍ/ 4 NO
MoCA RECLUTAMIENTO (D.E.)	28.29 (0.76)	28.33 (1.12)
MRC RECLUTAMIENTO (D.E.)	3.71 (0.49)	4.00 (0.63)
ARAT T0	28.00	28.00
HDRS T0 (D.E.)	10.00 (6.00)	6.50 (2.68)
TAP T0	40.00	40.00
FSS T0 (D.E.)	26.43 (5.97)	22.20 (6.16)

4.2 Análisis inferencial de la eficacia del tratamiento.

En el inicio del análisis interferencial, se procede a la comparación de la mejoría clínica entre T0 y T3, aplicando contrastes estadísticos en función de la distribución de los datos.

Es importante, también, constar la *ausencia de diferencias estadísticamente significativas* entre el grupo control y el grupo intervención en todas las variables principales ($p > 0,05$).

En la escala *ARAT,* se identifican rangos promedio superiores en el grupo intervención, sugiriendo una tendencia hacia una mayor recuperación funcional, sin significación estadística ($p = 0,479$). (Anexo 7.1)

En la escala *HDRS*, se observan reducciones más pronunciadas en el grupo intervención, con un tamaño del efecto moderado ($d = 0,677$), sin alcanzar significación ($p = 0,234$). (Anexo 7.2)

En la escala *FSS*, se evidencia una evolución similar entre grupos (*p = 0,846*), al igual que en la variable *TAP*, donde ambos grupos muestran mejoras comparables (*p = 0,869*). (Anexo 7.3 - 4)

En la escala EQ-5D-5L, hay hallazgos de mejoría similar en ambos grupos destacable sobre todo en las actividades cotidianas, con resultados significativos del grupo intervención respecto al grupo control en la variable dolor/malestar sobre todo en la evaluación final (T3), y en la variable ansiedad/depresión mejoría del grupo control respecto al grupo intervención. (Anexo 7.5)

Dando pie a interpretar estos resultados como indicativos de una *eficacia comparable entre ambas intervenciones*, con tendencias favorables al tratamiento combinado en determinadas dimensiones clínicas. (Tabla 4)

Tabla 4. Resultados de las escalas clínicas ARAT, HDRS, FSS, TAP y EQ-5D-5L.

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_TAP	Media		33,8462	5,19349
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	22,5305	
		Límite superior	45,1618	
	Media recortada al 5%		35,1068	
	Mediana		40,0000	
	Varianza		350,641	
	Desv. estándar		18,72541	
	Mínimo		-10,00	
	Máximo		55,00	
	Rango		65,00	
	Rango intercuartil		22,50	
	Asimetría		-1,204	,616
	Curtosis		1,255	1,191

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_TAP	,244	13	,033	,869	13	,051

a. Corrección de significación de Lilliefors

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_ARAT	Media		11,3750	1,56225
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,0451	
		Límite superior	14,7049	
	Media recortada al 5%		10,9722	
	Mediana		9,5000	
	Varianza		39,050	
	Desv. estándar		6,24900	
	Mínimo		4,00	
	Máximo		26,00	
	Rango		22,00	
	Rango intercuartil		5,75	
	Asimetría		1,510	,564
	Curtosis		1,902	1,091

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_ARAT	,212	16	,053	,826	16	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_HDRS	Media		-4,0000	1,05872
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-6,2872	
		Límite superior	-1,7128	
	Media recortada al 5%		-3,8333	
	Mediana		-3,5000	
	Varianza		15,692	
	Desv. estándar		3,96135	
	Mínimo		-13,00	
	Máximo		2,00	
	Rango		15,00	
	Rango intercuartil		5,75	
	Asimetría		-,745	,597
	Curtosis		,638	1,154

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_HDRS	,143	14	,200*	,953	14	,600

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_FSS	Media		-7,2857	1,54219
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-10,6174	
		Límite superior	-3,9540	
	Media recortada al 5%		-6,7619	
	Mediana		-6,5000	
	Varianza		33,297	
	Desv. estándar		5,77033	
	Mínimo		-23,00	
	Máximo		-1,00	
	Rango		22,00	
	Rango intercuartil		7,25	
	Asimetría		-1,580	,597
	Curtosis		3,359	1,154

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_FSS	,154	14	,200*	,852	14	,024

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Rangos

	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MOBILITAT_T3	GRUP CONTROL	5	7,40	37,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	4,83	29,00
	Total	11		
ASEO_PERS_T3	GRUP CONTROL	5	5,10	25,50
	GRUP INTERVENCIÓ	6	6,75	40,50
	Total	11		
AVD_T3	GRUP CONTROL	5	5,80	29,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	6,17	37,00
	Total	11		
DOLOR_T3	GRUP CONTROL	5	6,90	34,50
	GRUP INTERVENCIÓ	6	5,25	31,50
	Total	11		
ANSIETAT_T3	GRUP CONTROL	5	4,60	23,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	7,17	43,00
	Total	11		

Estadísticos de prueba[a]

	MOBILITAT_T3	ASEO_PERS_T3	AVD_T3	DOLOR_T3	ANSIETAT_T3
U de Mann-Whitney	8,000	10,500	14,000	10,500	8,000
W de Wilcoxon	29,000	25,500	29,000	31,500	23,000
Z	-1,631	-,982	-,218	-,982	-1,476
Sig. asin. (bilateral)	,103	,326	,827	,326	,140
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,247[b]	,429[b]	,931[b]	,429[b]	,247[b]

4.3 Análisis longitudinal de la evolución clínica.

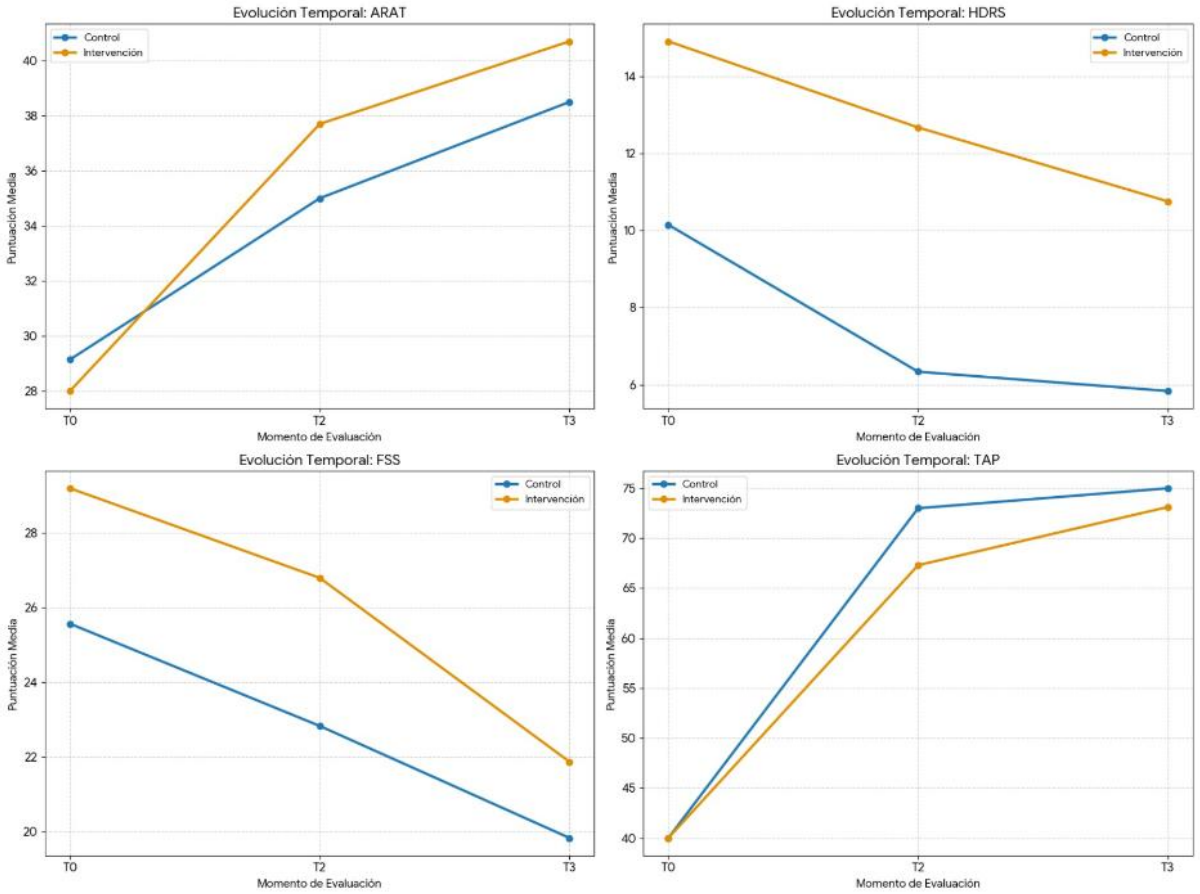
En el análisis longitudinal, se analiza la evolución temporal de las variables clínicas (T0–T3) con el objetivo de identificar patrones de recuperación.

Hay que tener en cuenta la *mejora progresiva en todas las variables evaluadas* en ambos grupos.

En la escala *ARAT*, se identifica una progresión ascendente en ambos grupos, con una tendencia de mayor incremento en el grupo intervención durante fases intermedias y valores finales ligeramente superiores. En la escala *HDRS*, observar una reducción sostenida de la sintomatología depresiva en ambos grupos, con una evolución más progresiva en el grupo intervención. En la escala *FSS*, evidenciar un descenso lineal de la fatiga sin diferencias relevantes entre grupos. En la variable *TAP,* identificar la mayor magnitud de cambio, con incrementos marcados en ambos grupos desde fases intermedias. (Figura 5) (Anexo 7.5)

Finalmente, estos hallazgos se interpretan como indicativos de un *efecto positivo global del proceso rehabilitador*, independientemente del tipo de intervención aplicada.

Figura 5. Gráficos de los resultados de las escalas ARAT, HDRS, FSS y TAP



En la escala EQ-5D-L, se identifica una mejora global en ambos grupos en todos los aspectos con mejora significativa por parte del grupo intervención en la sensación de dolor/ malestar sobre todo en fase intermedia/ final y una mejora significativa por parte del grupo intervención en la posibilidad de tener ansiedad/depresión por parte del grupo control en fase intermedia.

4.4 Análisis de variables experimentales. (RGSapp)

Al analizar las variables experimentales hay q tener en cuenta el rendimiento en tareas digitales, evaluando la mejoría entre grupos.

Se constata la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las variables ($p > 0,05$). Identificar diferencias relevantes a nivel descriptivo, destacando la tarea de *constelaciones*, donde el grupo intervención presenta una mejora notablemente superior, sugiriendo mayor sensibilidad en tareas visoespaciales complejas *(Anexo 7.6)*. En las tareas *pinball y círculo horizontal*, observar mejoras similares entre grupos. (Anexo 7.7)

En *control de calidad y círculo vertical*, evidenciar una evolución prácticamente equivalente. Interpretar estos resultados como indicativos de una *mejora generalizada del rendimiento motor-cognitivo*, con mayor capacidad discriminativa en tareas de mayor complejidad. (Anexo 7.8)

4.5 Influencia de la edad en la respuesta al tratamiento.

Se analiza la mejoría en función del factor edad (< 60 vs ≥ 60 años). Para ello se constata la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas ($p > 0,05$). (Anexo 7.9)

La identificación de tendencias clínicas diferenciadas se da mediante:

- Mayor recuperación funcional y motora en pacientes más jóvenes
- Mayor mejora en tareas cognitivas complejas en pacientes de mayor edad
- Tendencia hacia mejor desempeño motor específico en el grupo joven

Se interpretan estos hallazgos como indicativos de una *respuesta terapéutica globalmente independiente de la edad*, con posibles matices según el dominio funcional. (Tabla 6)

Tabla 6. Resultados de las escalas clínicas según influencia de edad.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP_EDAT	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_ARAT	1,00	10	9,15	91,50
	2,00	6	7,42	44,50
	Total	16		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_ARAT
U de Mann-Whitney	23,500
W de Wilcoxon	44,500
Z	-,708
Sig. asin. (bilateral)	,479
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,492[b]

a. Variable de agrupación: GRUP_EDAT

b. No corregido para empates.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	Se asumen varianzas iguales	-,135	12	,447	,895	-,31111	2,29800	-5,31803	4,69581
	No se asumen varianzas iguales	-,168	11,588	,435	,870	-,31111	1,85356	-4,36563	3,74341

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	d de Cohen	4,11996	-,076	-1,168	1,020
	corrección de Hedges	4,40194	-,071	-1,093	,954
	delta de Glass	2,04939	-,152	-1,241	,955

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP_EDAT	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_FSS	1,00	9	7,17	64,50
	2,00	5	8,10	40,50
	Total	14		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_FSS
U de Mann-Whitney	19,500
W de Wilcoxon	64,500
Z	-,402
Sig. asin. (bilateral)	,688
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,699[b]

a. Variable de agrupación: GRUP_EDAT

b. No corregido para empates.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_TAP	Se asumen varianzas iguales	,638	11	,268	,537	7,36111	11,54146	-18,04147	32,76370
	No se asumen varianzas iguales	,499	3,775	,323	,645	7,36111	14,74383	-34,55625	49,27847

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_TAP	d de Cohen	19,20615	,383	-,814	1,563
	corrección de Hedges	20,65267	,356	-,757	1,454
	delta de Glass	27,80138	,265	-,950	1,440

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

4.6 Influencia de la lateralidad de la hemiplejia.

También se realiza un análisis de la mejoría clínica en función de la lateralidad de la afectación (izquierda vs derecha).

Escalas clínicas

En la escala *ARAT*, identificar una diferencia estadísticamente significativa a favor de la hemiplejia izquierda (rango promedio: 10,27 vs 4,60; $p = 0,027$), indicando una mayor recuperación funcional. (Anexo 7.10)

En las escalas *HDRS, TAP* y *FSS*, observar diferencias mínimas a favor de la hemiplejia izquierda, sin alcanzar significación estadística ($p > 0,05$), evidenciando una evolución globalmente homogénea. (Anexo 7.11)

Variables experimentales

En este caso, se identifica una tendencia consistente de mayor mejoría en la hemiplejia izquierda en la mayoría de las tareas.

Hay que destacar la tarea de *constelaciones*, con la mayor diferencia observada (13,14 puntos), sin significación estadística ($p = 0,174$), pero con relevancia clínica potencial. (Anexo 7.12)

En el resto de las tareas (*círculo horizontal, control de calidad, pinball y círculo vertical*), observar diferencias no significativas, con evolución comparable entre subgrupos. (Anexo 7.13)

Interpretación global

Globalmente, se interpretan los resultados como indicativos de una *posible influencia de la lateralidad en la recuperación funcional,* con mayor beneficio en pacientes con hemiplejia izquierda, especialmente en tareas motoras complejas.

Se considera, en este caso, el tamaño muestral como factor limitante para la detección de diferencias significativas en el resto de las variables.

4.7 Síntesis global de resultados.

Los resultados muestran que los dos grupos presentan unas características similares, cosa que garantiza la comparabilidad del estudio. Una vez realizada la intervención, se observa una *mejoría global* de todas las variables que se analizan, sin encontrar diferencias significativas a nivel estadístico.

Aun así, el grupo intervención muestra una tendencia a una mayor recuperación funcional con mejor evolución en tareas motoras. La edad, no es un factor que se ve influido relevantemente en la respuesta al tratamiento. En cambio, los pacientes con hemiplejia izquierda presentan una recuperación ligeramente superior a nivel funcional.

En resumen, aunque el tratamiento combinado se muestra una mayor evolución en las escalas clínicas, ambas intervenciones resultan beneficiosas en el proceso rehabilitador. Aun así, el favorecimiento del tratamiento conservador podría confirmarse con estudios de un tamaño muestral superior.

4.8 Adherencia y calidad del tratamiento.

En relación con la *adherencia*, constatar la ausencia de empeoramiento en todas las variables evaluadas (ARAT, HDRS, FSS, TAP y EQ-5D-5L), junto con una mejora consistente entre T0 y T3, lo que sugiere la continuidad en la participación y la correcta finalización del programa terapéutico. Analizar la escala de fatiga (FSS), manteniéndose en valores inferiores al umbral clínico, permitiendo descartar sobrecarga asociada al tratamiento. En el grupo intervención, identificar además una progresión en las tareas de la RGSapp, indicativa de participación activa. Derivar de estos hallazgos una *adherencia global moderada-alta,* sin diferencias relevantes entre grupos.

En cuanto a la *calidad del tratamiento*, identificar una mejora generalizada en todas las dimensiones clínicas, sin alcanzar significación estadística en la comparación entre grupos, lo que sugiere una limitación en la potencia del estudio. Complementar este análisis con la presencia de tamaños del efecto de magnitud moderada (HDRS) y tendencias favorables al grupo intervención, especialmente en tareas específicas como *Constelaciones*, apuntando a beneficios clínicamente relevantes.

La evaluación de la consistencia del tratamiento se da mediante la evolución paralela en variables como TAP y FSS, junto con la ausencia de efectos adversos, confirmando la estabilidad y seguridad del protocolo. En relación con la intervención basada en realidad virtual, identificar una mayor mejora en tareas visoespaciales y de amplitud de movimiento, sin incremento de la fatiga, sugiriendo una adecuada tolerabilidad y estimulación funcional.

Se observa la mejoría en cuanto a calidad de vida se refiere en la variable EQ-5D-5L, unido a una disminución de la carga de morbilidad en el individuo, confirmando una mejora de la autonomía y calidad de vida del paciente. Correspondiente a el grupo intervención, observar un descenso del nivel de dolor y malestar traducido en una reducción de la intensidad de los síntomas.

En conjunto, se determina una *adherencia adecuada y una alta calidad del tratamiento*, reflejada en la mejora global de los pacientes y en la consistencia de los resultados, si bien condicionada por el tamaño muestral reducido.

5. DISCUSIÓN

5.1 Comparación de resultados con la evidencia científica.

Inicialmente, se realiza una comparación crítica de los hallazgos obtenidos en el presente estudio con la evidencia disponible en la literatura reciente, con el objetivo de contextualizar los resultados dentro del marco actual de la neurorrehabilitación post-ictus.

En primer lugar, se describe la tendencia general de mejora clínica sin alcanzar significación estadística entre grupos y resulta coherente con lo descrito en la revisión *et. Al. "Virtual and Augmented Reality in Post-stroke Rehabilitation: A Narrative Review",* donde se indican que

las intervenciones basadas en realidad virtual y aumentada pueden complementar la terapia convencional, aunque sin evidencia concluyente de superioridad. En este sentido, la ausencia de diferencias significativas observada en el presente estudio refuerza la hipótesis de equivalencia terapéutica más que de superioridad del tratamiento experimental.

En relación con la recuperación funcional del miembro superior, establecer paralelismo con el metaanálisis *et. Al. "Examining the effectiveness of virtual, augmented, and mixed reality (VAMR) therapy for upper limb recovery…",* en el cual se describen mejoras significativas en determinadas escalas funcionales. No obstante, contrastar estos hallazgos con los resultados del presente estudio, donde no alcanzaron significación estadística, pudiendo atribuir dicha discrepancia a factores como el tamaño muestral reducido, la heterogeneidad clínica o la menor duración de la intervención, limitaciones también señaladas en dicho metaanálisis.

Respecto al uso de tecnologías de eSalud, los resultados obtenidos coinciden con lo descrito en *et. Al. "Poststroke eHealth Technologies-Based Rehabilitation for Upper Limb Recovery: Systematic Review",* donde se destaca el potencial de estas herramientas para mejorar la accesibilidad, la adherencia y la continuidad terapéutica, aunque sin evidencia sólida sobre su superioridad como intervención aislada. En este contexto, la evolución clínica homogénea entre grupos observada en el presente estudio apoya esta línea de evidencia.

En el ámbito cognitivo y emocional, se establecen similitudes con la revisión *et. Al. "Virtual Reality for the Rehabilitation of Acquired Cognitive Disorders: A Narrative Review"*, donde se describe la capacidad de la realidad virtual para favorecer la implicación del paciente y estimular funciones cognitivas mediante entornos inmersivos. No obstante, coinciden con la literatura en señalar la dificultad para objetivar estos beneficios debido a la heterogeneidad metodológica y la falta de herramientas de evaluación estandarizadas.

Por otro lado, la tendencia de mejora observada en tareas específicas del entorno virtual los resultados de este estudio son equiparables con lo expuesto en *et. Al. "Extended Reality in Revolutionizing Neurological Disease: A New Era for Chronic Condition Treatment"*, donde se destaca el papel de la retroalimentación en tiempo real, la personalización y la gamificación como elementos facilitadores de la neuroplasticidad. Sin embargo, la ausencia de significación estadística en el presente estudio vuelve a evidenciar la necesidad de aumentar la potencia estadística y estandarizar los protocolos de intervención.

Asimismo, los resultados coinciden con lo descrito en *et. Al. "Transforming Healthcare: A Comprehensive Review of Augmented and Virtual Reality Interventions"*, donde se señala resultados clínicos generalmente positivos pero acompañados de limitaciones relacionadas con la adherencia, la usabilidad y la calidad metodológica de los estudios incluidos.

Finalmente, comparar estos hallazgos con lo expuesto en *et. Al. "Extended reality in clinical neurology: From interdisciplinary innovations to clinical practice"*, donde se posiciona la realidad extendida como una herramienta prometedora dentro de modelos de rehabilitación multimodal. En este sentido, interpretan los resultados del presente estudio como alineados con la evidencia actual, caracterizada por mostrar beneficios clínicos potenciales sin alcanzar un consenso definitivo sobre su superioridad frente a la terapia convencional.

En conjunto, el estudio confirma y apoya la necesidad de desarrollar investigaciones futuras con mayor rigor metodológico, tamaños muestrales más amplios y protocolos estandarizados

que permitan clarificar el impacto real de estas tecnologías en la neurorrehabilitación post-ictus.

5.2 Limitaciones.

Una de las limitaciones más importantes es considerar el tamaño muestral como una limitación relevante, que puede reducir la potencia estadística y dificultar la detección de diferencias significativas en variables secundarias. Junto con el reconocimiento de la heterogeneidad clínica inherente a la población post-ictus, incluyendo variabilidad en localización de la lesión, tiempo de evolución y nivel funcional, lo que puede influir en la respuesta al tratamiento.

La identificación de la duración limitada de la intervención como un factor restrictivo para evaluar procesos de recuperación a largo plazo y la consolidación de los cambios neuroplásticos también es considerado como una limitación importante dentro del estudio.

Hay que tener en cuenta la posible variabilidad en la adherencia al tratamiento domiciliario, condicionada por factores individuales como la motivación, el apoyo del entorno o la fatiga. Se considera como posible sesgo el uso de tecnologías digitales. Especialmente, en pacientes con menor familiaridad con dispositivos móviles, lo que puede influir en el rendimiento independientemente del estado clínico.

Finalmente, los fallos de la aplicación RGSapp se tienen en cuenta en este estudio. La falta de fluidez en los ejercicios y el no guardado de los datos se recibieron como feedback negativo.

5.3 Líneas futuras.

Las primeras líneas para seguir en el futuro empiezan por la exploración de la aplicación, del sistema en fases más precoces del accidente cerebrovascular, especialmente en periodo subagudo, con el fin de analizar su influencia sobre los procesos iniciales de reorganización cortical y maximizar la ventana de plasticidad.

Seguidamente, la incorporación de protocolos combinados con técnicas de neuro modulación no invasiva, como estimulación eléctrica o magnética, orientados a potenciar los efectos del entrenamiento motor-cognitivo y favorecer la excitabilidad cortical del hemisferio afectado. También, el desarrollo de modelos predictivos basados en los datos recogidos por el sistema MIMS, orientados a identificar patrones de recuperación y permitir la personalización avanzada del tratamiento mediante algoritmos adaptativos.

Finalmente, la evaluación del coste-efectividad del uso de sistemas de tele rehabilitación en comparación con modelos convencionales, con el objetivo de determinar su viabilidad dentro de sistemas sanitarios públicos.

5.4 Aplicabilidad real del estudio.

La demostración de la viabilidad de implementar programas de neurorrehabilitación intensiva en el entorno domiciliario, garantizando la continuidad terapéutica tras el alta hospitalaria y reduciendo el riesgo de desuso funcional asociado a la interrupción del tratamiento. A ello se le une la facilidad para transaccionar hacia modelos asistenciales híbridos, integrando la

intervención presencial con estrategias de tele rehabilitación, con el objetivo de optimizar los recursos sanitarios disponibles y mejorar la accesibilidad al tratamiento por parte del paciente.

Se permite una monitorización objetiva, continua y cuantificable del rendimiento del paciente mediante el uso de métricas digitales, favoreciendo la toma de decisiones clínicas basadas en datos y posibilitando el ajuste individualizado y dinámico del tratamiento.

El incremento de la intensidad y la repetición del entrenamiento, siendo factores determinantes en los procesos de recuperación post-ictus, a través de herramientas tecnológicas accesibles que permitan un uso autónomo y continuado fuera del entorno clínico.

Se favorece la adherencia terapéutica mediante entornos gamificados y personalizados, capaces de aumentar la motivación, la implicación activa y el compromiso del paciente con su proceso de recuperación.

La oferta de un modelo de intervención escalable, reproducible y transferible, aplicable a diferentes contextos clínicos y sistemas sanitarios, especialmente en escenarios caracterizados por limitaciones de recursos o elevada demanda asistencial. Además, una buena contribución con el desarrollo de estrategias de medicina personalizada, mediante la integración de datos clínicos y digitales en la planificación y seguimiento del tratamiento rehabilitador, permitiendo una adaptación más precisa a las necesidades individuales del paciente.

6. CONCLUSIÓN

En relación con el *objetivo principal*, no se confirma la superioridad estadísticamente significativa del tratamiento combinado con RGS frente al tratamiento convencional en la recuperación de las capacidades motoras y cognitivas en pacientes post-ictus. Sin embargo, si se identifica una tendencia de mayor mejoría clínica en el grupo intervención.

Respecto a los objetivos secundarios, se confirma:

- Mejoría de la funcionalidad del miembro superior en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas en la escala ARAT, aunque con tendencia favorable al grupo intervención.
- Mantenimiento de la fuerza muscular en ambos grupos según la escala MRC, sin observar cambios diferenciales atribuibles al tratamiento.
- Mejoría en la velocidad de procesamiento y atención evaluadas mediante la batería TAP, sin diferencias significativas entre grupos.
- La ausencia de cambios relevantes en el estado cognitivo global medido mediante la escala MoCA, manteniéndose valores dentro de la normalidad.
- Mejoría del estado anímico en ambos grupos según la escala HDRS, con mayor magnitud de cambio en el grupo intervención, aunque sin significación estadística.
- Una disminución de la fatiga percibida en ambos grupos según la escala FSS, sin diferencias significativas entre intervenciones.
- Mejora en la calidad de vida según escala EQ-5D-5L sobre todo a lo que sensación de dolor y mejora en las AVD, aunque con ausencia de cambios significativos

- Se demuestra la validez clínica del sistema PHRASE en el entorno domiciliario, evidenciando su correcta implementación, uso seguro y capacidad para integrarse en programas de rehabilitación.
- Se verifica una alta adherencia al tratamiento, junto con una adecuada tolerancia y participación por parte de los pacientes, reflejando una buena aceptación de la intervención basada en realidad virtual.

A pesar de no disponer de los resultados del otro centro que también realiza el estudio, estos también serán obtenidos cuando finalicen las pruebas de avaluación, y aunque no se pueden demostrar aun valores significativos. Se concluye que, el tratamiento con realidad virtual muestra una tendencia favorable en la recuperación funcional y emocional, constituyendo una intervención viable y potencialmente beneficiosa como complemento a la terapia convencional.

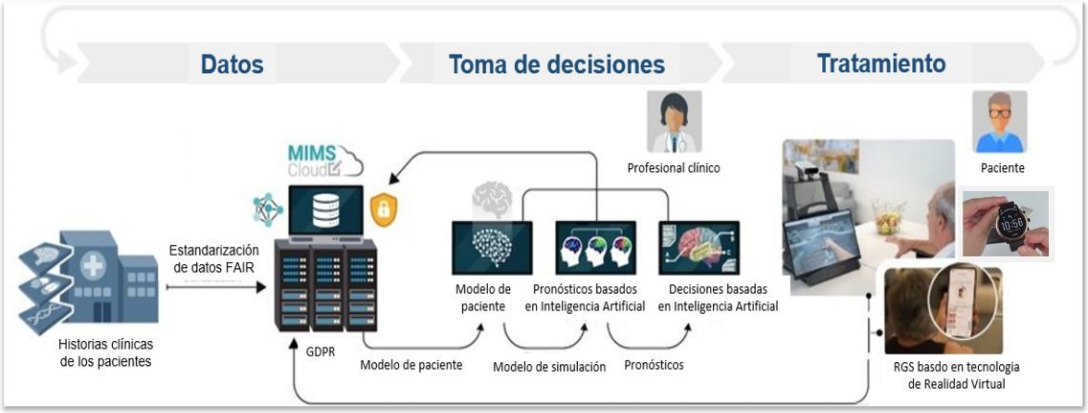
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins SO, Pandian J, Lindsay P, F Grupper M, Rautalin I. World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025. Int J Stroke. 2025 Feb;20(2):132-144. doi: 10.1177/17474930241308142. Epub 2025 Jan 3. PMID: 39635884; PMCID: PMC11786524.
2. Parry-Jones AR, Krishnamurthi R, Ziai WC, Shoamanesh A, Wu S, Martins SO, Anderson CS. World Stroke Organization (WSO): Global Intracerebral Hemorrhage Factsheet 2025. Int J Stroke. 2025 Feb;20(2):145-150. doi: 10.1177/17474930241307876. Epub 2025 Jan 6. PMID: 39629687; PMCID: PMC11786522.
3. Lyle, R. C. (1981). A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. International journal of rehabilitation research, 4(4), 483-492.
4. Zimmermann, P., & Fimm, B. (2004). A test battery for attentional performance. In Applied neuropsychology of attention (pp. 124-165). Psychology Press.
5. Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). Montreal Cognitive Assessment (MoCA) [Database record]. APA PsycTests. https://doi.org/10.1037/t27279-000
6. Kleyweg et al., 1991. Medical Research Council proximal and distal upper limb (MRC).
7. Herdman, M., Gudex, C., Lloyd, A. et al. Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). Qual Life Res 20, 1727–1736 (2011).
8. Krupp LB et al, 1988. Fatigue Severity Scale (FSS)
9. Hamilton M. A rating scale for depression. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1960 Feb;23(1):56-62. doi: 10.1136/jnnp.23.1.56. PMID: 14399272; PMCID: PMC495331
10. Khokale R, Mathew GS, Ahmed S, et al. Virtual and augmented reality in post-stroke rehabilitation: a narrative review. *Cureus*. 2023;15(4):e37559
11. Taghian A, Abo-Zahhad M, Sayed MS, Abd El-Malek AH. Virtual and augmented reality in biomedical engineering. *Biomed Eng Online*. 2023;22(1):76. doi:10.1186/s12938-023-01138-3.
12. Petrakis A, et al. Transforming healthcare: a comprehensive review of augmented and virtual reality applications. *Sensors (Basel)*. 2025;25(12):3748. doi:10.3390/s25123748.

13. Albani-Rocchetti M, et al. Integrating art therapy and technology in neurorehabilitation: a scoping review. *J Neuroeng Rehabil*. 2026;23:—. PMID: 41704891.
14. Zhang S, Gu J, Yang Y, Li J, Ni L. Evolution trend of brain science research: an integrated bibliometric and mapping approach. *Brain Behav*. 2025 May;15(5):e70451. doi:10.1002/brb3.70451. PMID: 40395088.
15. Robotic rehabilitation combined with virtual reality and neuromodulation enhances neuroplasticity and motor recovery in neurological disorders: systematic review. 2025. PMID: 41213447.
16. Liu Y, Wang J, Zhang X, et al. Advances in brain–computer interface and neuroengineering: a comprehensive review. *Front Neurosci*. 2025; 19:1456789. doi:10.3389/fnins.2025.1456789. PMID: 40896275.

8. ANEXOS

Anexo 1. Proyecto PHRASE.



Anexo 2. Imágenes de dispositivos para realización de evaluaciones y juegos, MIMS, smart phone y ordenador.

Anexo 3. Escalas clínicas

Anexo 3.1 Test Action Research Arm Test (ARAT)

Action Research Arm Test

Patient Name: _____ **Date:** _____

Rater's Name: _____

Score Legend:

3	Finished the task quickly with the appropriate body position and normal hand/arm movements
2	Can finish the task but takes abnormally long, has great difficulty, or has improper body posture/hand/arm movements
1	Can finish the task partially regardless of position/movements
0	Unable to finish the task

Grasp

		Left	Right
1	Block (wood), 10 cm. cube		
2	Block (wood), 2.5 cm. cube		
3	Block (wood), 5 cm. cube		
4	Block (wood), 7.5 cm. cube		
5	Cricket ball		
6	Sharpening stone		
	Subtotal		

Grip

		Left	Right
1	Pour water from one glass to another		
2	Transfer a 2.25 cm tube from one side to the other		
3	Transfer a 1 cm. Tube from one side to the other		
4	Place the washer over the bolt		
	Subtotal		

Pinch

		Left	Right
1	Ball Bearing between thumb and ring finger (3rd finger)		
2	Marble between thumb and index finger (1st finger)		
3	Ball bearing between thumb and middle finger (2nd finger)		
4	Ball bearing between thumb and index finger (1st finger)		
5	Marble between the thumb and ring finger (3rd finger)		
6	Marble between the thumb and middle finger (2nd finger)		
	Subtotal		

Gross Movement

		Left	Right
1	Hand behind the head		
2	Hand on top of the head		
3	Hand to mouth		
	Subtotal		

Total		

Notes:

Anexo 3.2. Test Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

- Cribado del deterioro cognitivo leve (**DCL**) /
- Tiempo estimado: **10 min**

Puntuación total: 30 puntos (corrección de 1 punto menores de 12 años)[1].
- ≥ 26: sin alteración de las funciones cognitivas
- 20-23: Deterioro cognitivo leve
- < 10: Deterioro cognitivo

HABILIDADES QUE EXAMINA

Visuoespaciel / Ejecutiva: (máximo 5 puntos)

- Alternancia conceptual (secuencia): El paciente debe dibujar una línea alternando entre cifras y letras, respetando el orden numérico y el orden alfabético. Comenzando en el 1, y terminando en la E.
  – 1 punto si realiza bien secuencia (1 – A – 2 – B – 3 – C – 4 – D – 5 – E)
- Capacidades visuoconstructivas (Cubo): Tridimensional / Todas las líneas presentes, relativamente paralelas y de la misma longitud (aprox.).
  – 1 punto: si se realiza el dibujo correctamente.
- Capacidades visuoconstructivas (Reloj): que maque las 11:10h
  – 1 punto: por cada uno de los siguientes criterios: Contorno: poca deformación / Números: todos y en orden correcto / Agujas: con la hora correcta; la de las horas más pequeña que la de los minutos. El punto de unión cerca del centro del reloj.

Identificación:

Nombrar cada uno de los animales, de izquierda a derecha.
– 1 punto por cada animal que identifique.

Memoria: Esta sección no se coteja (no recibe puntos)

Marcas (√) las palabras que repita; hacerlo 2 veces. Al final se informa al paciente que las recuerde hasta el final de la prueba (recuerdo diferido).

Atención:

- Secuencia numérica: 1 punto: si se repiten los 5 números /Secuencia numérica inversa: 1 punto: si la secuencia es correcta (2-4-7).
- Concentración: 1 punto: si comete ≤ 2 errores
- Substracción en secuencia de 7: restar 100 - 7, y continuar restando 7 a la cifra anterior; se puede repetir las instrucciones una vez. Si comete un error en la resta y da una cifra errónea por equivocación, pero está restando 7 correctamente, se asignan puntos, por ejemplo, 100 - 7 = 92 - 85 - 78 -71 –64. El "92" es incorrecto, pero todos los números siguientes son correctos. 1 punto por 1 resta correcta/2 puntos por 2 o 3 restas correctas/ 3 puntos: todas correctas

Lenguaje:

- Repetición de frases: 1 punto por cada frase repetida exacta.
- Fluidez verbal: cualquier palabra, excepto nombres propios, números, conjugaciones verbales (p. ej. 'meto', 'metes', 'mete') y palabras de la misma familia (p.ej. 'manzana', 'manzano'); 1 punto si dice ≥ 11 palabras en un minuto.

Abstracción:

Se da un ejemplo: "¿qué tienen en común dos objetos (naranja y manzana)?". Si el paciente no da la respuesta adecuada, diga: "Sí, y también en que las dos son frutas". No se dan mas instrucciones. Después de este ensayo, se pregunta las siguientes:"tren y bicicleta" y luego "reloj y regla"
– 1 punto por cada uno de los dos últimos pares contestados correctamente.

Recuerdo diferido:

Debe decir ahora todas las palabras de las que se acuerde del apartado de memoria; se marca las palabras que el paciente recuerde sin necesidad de pistas, por medio de una cruz (√). 1 punto por cada una de las palabras recordadas espontáneamente, sin pistas.

Optativo: pista de categoría: ROSTRO: parte del cuerpo elección múltiple: nariz, rostro, mano; SEDA: pista de categoría: tela; elección múltiple: lana, algodón, seda; IGLESIA: pista de categoría: edificio elección múltiple: iglesia, escuela, hospital; CLAVEL: pista de categoría: flor elección múltiple: rosa, clavel, tulipán; ROJO: pista de categoría: color elección múltiple: rojo, azul, verde

El proporcionar pistas ofrece información clínica sobre la naturaleza de las dificultades mnésicas. Cuando se trata de dificultades de recuperación de la información, el desempeño puede mejorarse gracias a las pistas. En el caso de dificultades de codificación, las pistas no mejoran el desempeño.

Orientación:

Preguntar fecha de ese día de la prueba; se le puede orientar preguntando el año, el mes, el día del mes y el día de la semana". A continuación, el examinador pregunta por el lugar donde están en ese momento y en qué localidad nos encontramos". 1 punto por cada una de las respuestas correctas.

TOTAL:

Sume todos los puntos obtenidos en el margen derecho de la hoja, con un máximo de 30 puntos.
Añada un punto si el sujeto tiene ≤ 12 años (si el MoCA es inferior a 30). Un puntaje igual o superior a 26 se considera normal.

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)

(EVALUACIÓN COGNITIVA MONTREAL)

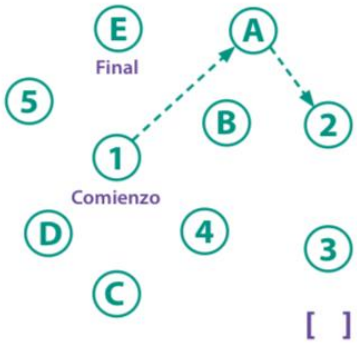
NOMBRE: _____

Fecha de nacimiento: _____ Sexo: _____

Nivel de estudios: _____ FECHA: _____

VISUOESPACIAL / EJECUTIVA

Puntos



[ ]

Copiar el cubo

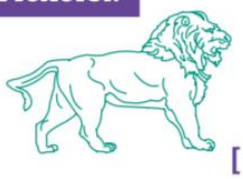
[ ]

Dibuja un reloj (Once y diez)
3 puntos

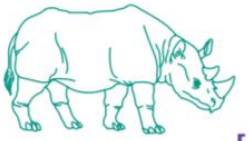
[ ] Contorno [ ] Números [ ] Agujas

____/5

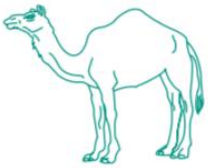
IDENTIFICACIÓN



[ ]



[ ]



[ ]

____/3

MEMORIA

Lea la lista de palabras, el paciente debe repetirlas.
Haga dos intentos. Recuérdeselas 5 minutos más tarde.

	ROSTRO	SEDA	IGLESIA	CLAVEL	ROJO
1er intento					
2º intento					

Sin puntos

ATENCIÓN

Lea la serie de números (1 número/seg.)

El paciente debe repetirla. [ ] 2 1 8 5 4

El paciente debe repetirla a la inversa. [ ] 7 4 2

____/2

Lea la serie de letras. El paciente debe dar un golpecito con la mano cada vez que se diga la letra A. No se asignan puntos si ≥ 2 errores.

[ ]
FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOFAAB

____/1

Restar de 7 en 7 empezando desde 100. [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65

4 o 5 sustracciones correctas: **3 puntos**, 2 o 3 correctas: **2 puntos**, 1 correcta: **1 punto**, 0 correctas: **0 puntos**.

____/3

LENGUAJE

Repetir: el gato se esconde bajo el sofá cuando los perros entran en la sala. [ ]

Espero que él le entregue el mensaje una vez que ella se lo pida. [ ]

____/2

Fluidez del lenguaje. Decir el mayor número posible de palabras que comiencen por la letra "P" en 1 min.

[ ] _____ (N ≥ 11 palabras)

____/1

ABSTRACCIÓN

Similitud entre p. ej. manzana-naranja = fruta [ ] tren-bicicleta [ ] reloj-regla

____/2

RECUERDO DIFERIDO

		ROSTRO	SEDA	IGLESIA	CLAVEL	ROJO	
	Debe acordarse de las palabras SIN PISTAS	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	Puntos por recuerdos SIN PISTAS únicamente
Optativo	Pista de categoría						
	Pista elección múltiple						

____/5

ORIENTACIÓN

[ ] Día del mes (fecha) [ ] Mes [ ] Año [ ] Día de la semana [ ] Lugar [ ] Localidad

____/6

Normal ≥ 26 / 30

TOTAL ____/30

Añadir 1 punto si tiene ≤ 12 años de estudios

Anexo 3.3. Test Medical Research Council (MRC)

Escala del Medical Research Council

Grado de fuerza	Definición
5	Fuerza normal
4	Movimiento activo contra gravedad y resistencia
3	Movimiento activo contra gravedad, no contra resistencia
2	Movimiento activo sin influencia de la gravedad
1	Trazas de movimiento
0	Ausencia de movimiento

Anexo 3.4. Test de Atención (TAP)

https://drive.google.com/file/d/16aYtWmnmjQmQONCrM-J2wlH5dUeUkpWX/view?usp=drive_link

Anexo 3.5. Test 5Q-5D-5L.

EQ-5D-5L

Cuestionario de Salud.

Versión en español para España

(Spanish version for Spain)

Debajo de cada enunciado, marque UNA casilla, la que mejor describe su salud HOY.

MOVILIDAD

- No tengo problemas para caminar ❑
- Tengo problemas leves para caminar ❑
- Tengo problemas moderados para caminar ❑
- Tengo problemas graves para caminar ❑
- No puedo caminar ❑

AUTO-CUIDADO

- No tengo problemas para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme ❑
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme ❑
- No puedo lavarme o vestirme ❑

ACTIVIDADES COTIDIANAS *(Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre)*

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas ❑
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas ❑
- No puedo realizar mis actividades cotidianas ❑

DOLOR / MALESTAR

- No tengo dolor ni malestar ❑
- Tengo dolor o malestar leve ❑
- Tengo dolor o malestar moderado ❑
- Tengo dolor o malestar fuerte ❑
- Tengo dolor o malestar extremo ❑

ANSIEDAD / DEPRESIÓN

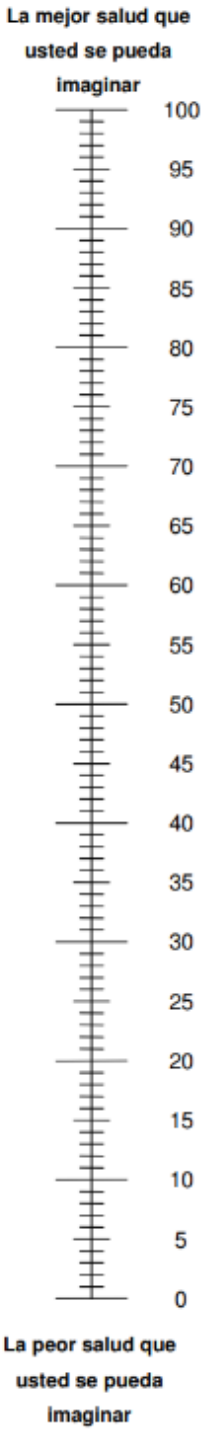
- No estoy ansioso ni deprimido ❑
- Estoy levemente ansioso o deprimido ❑
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido ❑
- Estoy muy ansioso o deprimido ❑
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido ❑

Spanish (Spain) v.2 © 2009 EuroQol Group. EQ-5D™ is a trade mark of the EuroQol Group

- Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY.
- La escala está numerada del 0 al 100.
- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.

  0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.
- Marque con una X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY.
- Ahora, en la casilla que encontrará a continuación escriba el número que ha marcado en la escala.

SU SALUD HOY = ☐



Spanish (Spain) v.2 © 2009 EuroQol Group. EQ-5D™ is a trade mark of the EuroQol Group

Anexo 3.6. Test Fatigue Severity Scale (FSS)

Escala ajustada de Severidad de la Fatiga (FSS)

La Escala de Severidad de la Fatiga (FSS) es un método que evalúa el impacto que la fatiga tiene sobre usted. Es un cuestionario corto que permite evaluar el nivel de fatiga.

A continuación se muestran nueve afirmaciones. Lea cada una y tache la opción que más se ajuste con lo que ha sentido durante la última semana.

Durante la semana pasada, he sentido que:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1. Mi interés es menor cuando estoy cansado	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
2. El ejercicio hace que me canse más de lo normal.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
3. Me canso fácilmente	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
4 El cansancio interfiere con mi rendimiento físico.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
5 El cansancio me causa problemas.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
6 El cansancio me impide mantener actividad física por largos periodos de tiempo.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
7 Mi cansancio interfiere con la realización de ciertos deberes y responsabilidades.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
8 El cansancio es una de las tres molestias que más me limitan en mis actividades	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
9. El cansancio interfiere con mi trabajo, la familia o mi vida social.	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo pasa	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
Puntuación final:							

Resultado final: suma cada uno de los números que encerraste para cada afirmación para obtener la puntuación total.
Una puntuación total de menos de 36 sugiere que no sufre de fatiga severa.
Una puntuación total de 36 o más indica que usted posiblemente sufre de fatiga severa y necesitar una evaluación más exhaustiva por un médico.

Anexo 3.7. Test Hamilton Depression Rating Scale (HDRS)

ESCALA DE HAMILTON PARA LA DEPRESIÓN

Versión de JA Ramos-Brieva y A Cordero-Villafáfila

1- ESTADO DE ÁNIMO DEPRIMIDO_____[ ]

0 *Ausente*
1 *Ligero*: actitud melancólica; el paciente no verbaliza necesariamente el descenso del ánimo
2 *Moderado*: llanto ocasional, apatía, pesimismo, desmotivación....
3 *Intenso*: llanto frecuente (o ganas); introversión; rumiaciones depresivas; pérdida del gusto por las cosas
4 *Extremo*: llanto frecuente (o ganas); frecuente tendencia al aislamiento; contenidos depresivos exclusivos en el pensamiento o la comunicación verbal; pérdida de la capacidad de reacción a estímulos placenteros

2- SENTIMIENTOS DE CULPA_____[ ]

0 *Ausente*
1 *Ligero*: autorreproches, teme haber decepcionado a la gente
2 *Moderado*: ideas de culpabilidad; sentimiento de ser una mala persona, de no merecer atención
3 *Intenso*: la enfermedad actual es un castigo; meditación sobre errores, malas acciones o pecados del pasado; merece lo que padece
4 *Extremo*: ideas delirantes de culpa con o sin alucinaciones acusatorias

3- SUICIDIO_____[ ]

0 *Ausente*
1 *Ligero*: la vida no vale la pena vivirla
2 *Moderado*: desearía estar muerto o piensa en la posibilidad de morirse
3 *Intenso*: ideas o amenazas suicidas
4 *Extremo*: serio intento de suicidio

4- INSOMNIO INICIAL (si toma hipnóticos y no puede evaluar, puntúe 1)_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ocasional*: tarda en dormir entre media y una hora (<3 noches/semana)
2 *Frecuente*: tarda en dormir más de una hora (3 ó más noches /semana)

5- INSOMNIO MEDIO (si toma hipnóticos y no puede evaluar, puntúe 1)_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ocasional*: está inquieto durante la noche; si se despierta tarda casi una hora en dormirse de nuevo (<3 noches/semana)
2 *Frecuente*: está despierto durante la noche, con dificultades para volver a conciliar el sueño; cualquier ocasión de levantarse de la cama (excepto para evacuar), o necesidad de fumar o leer tras despertarse debe puntuar 2 (3 ó más noches seguidas por semana)

6- INSOMNIO TARDÍO (si toma hipnóticos y no puede evaluar, puntúe 1)_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ocasional*: se despierta antes de lo habitual (<2 horas antes; <3 días por semana)
2 *Frecuente*: se despierta dos o más horas antes de lo habitual 3 ó más días por semana)

7- TRABAJO Y ACTIVIDADES_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ligero*: ideas o sentimientos de incapacidad o desinterés. Distíngalo de la fatiga o pérdida de energía que se puntúan en otra parte.
2 *Moderado*: falta de impulso para desarrollar las actividades habituales, las aficiones o el trabajo (si el paciente no lo manifiesta directamente, puede deducirse por su desatención, indecisión o vacilación ante el trabajo y otras actividades).
3 *Intenso*: evidente descenso del tiempo dedicado a sus actividades; descenso de su eficacia y/o productividad. En el hospital se puntúa 3 si el paciente no se compromete al menos durante tres horas/día a actividades (Trabajo hospitalario o distracciones) ajenas a las propias de la sala. Notable desatención del aseo personal.
4 *Extremo*: dejó de trabajar por la presente enfermedad. No se asea o precisa de gran estímulo para ello. En el hospital se puntúa 4 si el paciente no se compromete en otras actividades más que a las pequeñas tareas de la sala o si precisa de gran estímulo para que las realice.

8- INHIBICIÓN_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ligera*: ligera inhibición durante la entrevista; sentimientos ligeramente embotados; facies inexpresiva.
2 *Moderada*: evidente inhibición durante la entrevista (voz monótona, tarda en contestar las preguntas).
3 *Intensa*: entrevista difícil y prolongada; lentitud de movimientos al caminar.
4 *Extrema*: estupor depresivo completo; entrevista imposible.

9- AGITACIÓN_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ligera*: mueve los pies; juega con las manos o con los cabellos
2 *Moderada*: se mueve durante la entrevista, se agarra a la silla; se retuerce las manos; se muerde los labios; se tira de los cabellos; mueve ampliamente los brazos, se muerde las uñas, las manos...
3 *Intensa*: no puede estarse quieto durante la entrevista; se levanta de la silla.
4 *Extrema*: la entrevista se desarrolla "corriendo", con el paciente de un lado para otro, o quitándose la ropa, o arrancándose los cabellos; el paciente parece desconcertado y "desatado".

10- ANSIEDAD PSÍQUICA_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ligera*: tensión subjetiva e irritabilidad.
2 *Moderada*: tensión objetiva, evidente; preocupación por trivialidades.
3 *Intensa*: actitud aprensiva evidente en la cara y el lenguaje.
4 *Extrema*: crisis de ansiedad observadas, la ansiedad forma la mayor parte del contenido de su comunicación espontánea, verbal o no verbal.

11- ANSIEDAD SOMÁTICA_____ [ ]

0 *Ausente*
1 *Ligera*: un solo síntoma o síntoma dudoso o varios síntomas de un mismo sistema.
2 *Moderada*: varios síntomas de distintos sistemas.
3 *Intensa*: múltiples síntomas de varios sistemas simultáneamente.
4 *Extrema*: numerosos síntomas persistentes e incapacitantes la mayor parte de las veces.

12- SÍNTOMAS SOMÁTICOS GASTROINTESTINALES_____ [ ]

0 *Ausentes*:
1 *Ligeros*: pérdida de apetito, pero come sin necesidad de estímulo; sensación de pesadez en el abdomen.
2 *Intensos*: pérdida de apetito, no come aunque se le estimule, o precisa de gran estímulo para comer; precisa o solicita laxantes o medicación para sus síntomas gastrointestinales.

13- SÍNTOMAS SOMÁTICOS GENERALES_____ [ ]

0 *Ausentes*:
1 *Ligeros*: fatigabilidad, pérdida de energía, pesadez en extremidades, espalda, cabeza; algias en el dorso, cabeza, músculos.
2 *Intensos*: fatigabilidad y pérdida de energía la mayor parte del tiempo; cualquier síntoma somático bien definido o expresado espontáneamente.

14- SÍNTOMAS GENITALES (preguntar siempre)_____ [ ]

0 *Ausentes*: o información inadecuada o sin información (emplear lo menos posible estas dos últimas).
1 *Ligeros*: descenso de la libido; actividad sexual alterada (inconstante, poco intensa).
2 *Intensos*: pérdida completa de apetito sexual; impotencia o frigidez funcionales.

15- HIPOCONDRÍA_____ [ ]

0 *Ausente*:
1 *Ligera*: preocupado de sí mismo (corporalmente).
2 *Moderada*: preocupado por su salud.
3 *Intensa*: se lamenta constantemente. Solicita ayuda, etc.
4 *Extrema*: ideas hipocondríacas delirantes.

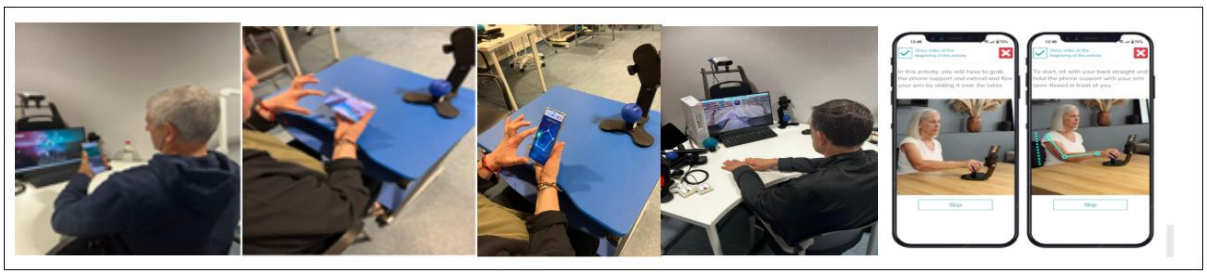
Anexo 3.8. Escala de Usabilidad del Sistema.

ESCALA DE USABILIDAD DE SISTEMA

EJEMPLO

ID Participante:	App:			Fecha: ____/____/____
ESCALA DE USABILIDAD DEL SISTEMA				
Instrucciones: marca la casilla que mejor describa tu reacción para esta aplicación móvil.				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Creo que usaría este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] frecuentemente.					
2. Encuentro este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] innecesariamente complejo.					
3. Creo que el [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] fue fácil de usar.					
4. Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación].					
5. Las funciones de este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] están bien integradas.					
6. Creo que el [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] es muy inconsistente.					
7. Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] en forma muy rápida.					
8. Encuentro que el [sistema, objeto, dispositivo, aplicación] es muy difícil de usar.					
9. Me siento confiado al usar este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación].					
10. Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este [sistema, objeto, dispositivo, aplicación].					

Anexo 4. Evaluación RGSapp: Dibujo de círculos, control calidad, constelaciones y pinball.



Anexo 5. Tabla de rasgos de los pacientes.

PACIENTES	EDAD	SEXO	HEMIPLEGIA	ALTURA (cm)	EXPERIENCIA CON VIDEOJUEGOS	EXP. CON ORDENADORES	PATOLOGIA	FUNCIÓN COGNITIVA	GRUPO
PHESA00001	52	Hombre	Izquierda	190	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	INTERVENCIÓN
PHESA00002	56	Hombre	Izquierda	178	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	CONTROL
PHESA00003	65	Hombre	Izquierda	165	NO	SI	ICTUS	MEDIA	INTERVENCIÓN
PHESA00004	70	Hombre	Izquierda	167	NO	NO	ICTUS	MEDIA	CONTROL
PHESA00005	50	Hombre	Izquierda	166	NO	NO	ICTUS	MEDIA	CONTROL
PHESA00006	67	Hombre	Derecha	168	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	CONTROL
PHESA00007	55	Hombre	Izquierda	175	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	INTERVENCIÓN
PHESA00008	56	Hombre	Izquierda	178	NO	NO	ICTUS	MEDIA	INTERVENCIÓN
PHESA00009	64	Mujer	Derecha	155	NO	NO	ICTUS	MEDIA	INTERVENCIÓN
PHESA00010	59	Hombre	Izquierda	175	NO	NO	ICTUS	BAJA	INTERVENCIÓN
PHESA00011	54	Hombre	Izquierda	165	NO	SI	ICTUS	MEDIA	CONTROL
PHESA00012	59	Hombre	Derecha	185	SI	NO	ICTUS	MEDIA	CONTROL
PHESA00013	62	Hombre	Izquierda	175	NO	SI	ICTUS	MEDIA	INTERVENCIÓN
PHESA00014	59	Hombre	Izquierda	187	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	CONTROL
PHESA00015	58	Hombre	Izquierda	175	NO	SI	ICTUS	MEDIA-ALTA	INTERVENCIÓN
PHESA00016	48	Hombre	Derecha	175	NO	NO	ICTUS	BAJA-MEDIA	INTERVENCIÓN
PHESA00017	65	Mujer	Derecha	165	NO	NO	ICTUS	MEDIA	INTERVENCIÓN

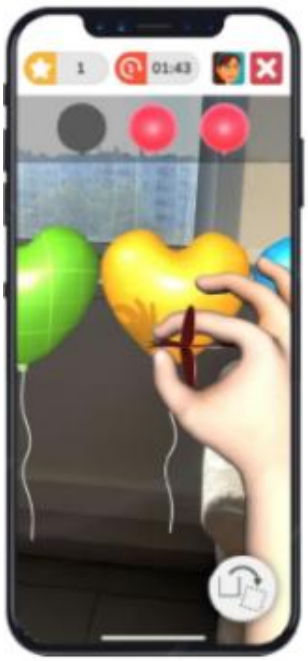
Anexo 6. Descripción de los ejercicios RGSapp.

- **Anexo 6.1.** Juegos motores.

<table>
<tr><td rowspan="2">PATOS (AR)
 </td><td colspan="2">Descripción: Este ejercicio consiste en atrapar patitos de goma de colores en un estanque virtual que se muestra en la pantalla del móvil. El usuario debe mover el móvil con una o ambas manos para localizar y acercarse a los patitos del color especificado, "pescándolos" con una caña virtual. Una vez atrapados, los patitos se colocan en cubos junto al estanque. La dificultad se ajusta dinámicamente mediante el algoritmo de RGS, aumentando el número de patitos objetivos e introduciendo patitos distractores a medida que el usuario progresa.</td></tr>
<tr><td>Componentes motores:
<u>Movimientos de agarre y liberación:</u>
Sostener y manipular el móvil imita las acciones necesarias para el agarre y liberación funcionales.
<u>Propiocepción:</u> Mover el móvil en el espacio para apuntar a los patos ayuda a los pacientes a ser más conscientes de la posición de sus brazos y manos.
<u>Actividad bimanual (opcional):</u> Si se utilizan ambas manos, se trabajan las habilidades motoras bilaterales.</td><td>Componentes Cognitivos:
<u>Atención Selectiva:</u> Concentrarse en patos de un color específico, ignorando las distracciones.
<u>Control Ejecutivo:</u> Elaborar estrategias y resolver problemas para encontrar la manera más rápida de atrapar y depositar los patos.
<u>Cambio de Tareas:</u> Alternar entre atrapar y depositar patos.
<u>Memoria de Trabajo:</u> Retener el color de los patos para atraparlos mientras se interactúa con el juego.
<u>Habilidades Visuoespaciales:</u>
<u>Percepción de Profundidad:</u> Acercar el móvil al objetivo.
<u>Conciencia Espacial:</u> Localizar y rastrear a los patos en el espacio virtual.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">HOCKEY</td><td colspan="2">Descripción: Este ejercicio consiste en un juego de hockey aéreo donde el usuario debe apuntar y golpear el disco para marcar un gol. A medida que el usuario progresa, el desafío aumenta mediante ajustes adaptativos: el tamaño de los postes disminuye, el número de defensores aumenta y la velocidad de los defensores y la ubicación del disco varían.
- El algoritmo de adaptación de dificultad de RGS ajusta dinámicamente estos factores, incluida la distancia entre el usuario y el disco, lo que garantiza que la tarea siga siendo atractiva y lo suficientemente desafiante.</td></tr>
<tr><td>Componentes motores:
<u>Coordinación mano-ojo:</u> Apuntar y golpear el disco</td><td>Componentes cognitivos:
<u>Atención sostenida:</u> Concentrarse en el disco y los</td></tr>
</table>

	mejora la sincronización entre la visión y los movimientos de la mano. Fuerza y control de las extremidades superiores: Moverse, apuntar y golpear involucra los músculos del hombro, el brazo y la muñeca. Precisión y exactitud: El usuario perfecciona el control de sus movimientos para golpear el disco con eficacia. Tiempo de reacción: Responder a los defensores en movimiento requiere reacciones rápidas y precisas. Alcance y rango de movimiento: Mover la mano por el campo de juego ayuda a mejorar el alcance y la movilidad.	defensores entrena la atención. Toma de decisiones: Decidir cómo apuntar y golpear requiere una respuesta rápida y capacidad de resolución de problemas. Habilidades visoespaciales: Conciencia espacial y de profundidad: Comprender la ubicación del disco, la portería y los defensores en un plano 2D mejora el razonamiento espacial. Planificación de trayectorias: Estimar cómo y dónde golpear el disco ayuda a desarrollar las habilidades de planificación y predicción. Pensamiento estratégico: El usuario debe analizar las posiciones de los defensores y planificar sus acciones para marcar.

GLOBOS (AR) 	**Descripción:** En este ejercicio, aparecen globos en el mundo virtual, visibles a través de la pantalla del móvil, con una referencia que muestra de uno a tres globos objetivo de un color y forma específicos en la parte superior. El usuario debe mover el móvil para reventar todos los globos que coincidan con la referencia. - El algoritmo RGS ajusta el número de objetivos y distractores, la velocidad, la altura, el tiempo de desaparición y la frecuencia de aparición de los globos para adaptarse al progreso del usuario.	
	Componentes motores: Coordinación mano-ojo: Alinear el móvil con los globos objetivo mejora la sincronización entre la visión y los movimientos de la mano. Movilidad y control de las extremidades superiores: Mover el móvil para alcanzar los globos mejora la amplitud de movimiento, la precisión y el control de los movimientos del brazo y la muñeca. Propiocepción: Fomenta la conciencia de la posición y el movimiento de la mano en el	**Componentes cognitivos:** Atención Selectiva: Concentrarse en globos del color especificado, ignorando los distractores. Memoria de Trabajo: Retener las características del globo objetivo (color y forma) durante la tarea. Toma de Decisiones: Identificar y priorizar qué globos reventar en medio de distractores. Velocidad de Procesamiento: Responder rápidamente a globos que se mueven rápidamente o desaparecen. Habilidades Visuoespaciales:

	espacio. Fuerza y resistencia: La sujeción y el movimiento sostenidos del móvil fortalecen los músculos de las extremidades superiores.	Percepción de Profundidad: Calcular la distancia para acercar el móvil y reventar los globos. Conciencia Espacial: Localizar y rastrear globos en el espacio virtual.

DIA DE PESCA 	**Descripción:** El ejercicio se lleva a cabo en una zona de pesca helada donde aparecen animales, similar a un juego de golpear topos. La tarea consiste en tocar o pulsar los animales que aparecen según las instrucciones. Modos de juego: Categorías: Toca los animales que aparecen que coincidan con la categoría indicada. Categorías inversas: Toca los animales que aparecen en el lado opuesto de la categoría indicada. Secuencia de orden: Sigue una secuencia específica. A medida que el usuario progresa, aumenta el número de animales, agujeros y niveles de desafío. - El algoritmo RGS adapta la distancia de los agujeros, el número de categorías de objetivos, la frecuencia de aparición, el tiempo de visibilidad y la probabilidad de elementos distractores para mantener la dificultad.	
	Componentes motores: Control motor fino: Dar golpecitos precisos a animales específicos agudiza la destreza de los dedos y las manos. Velocidad de reacción: Responder rápidamente a los animales que aparecen de repente mejora la velocidad motora y la sincronización. Alcance y rango de movimiento: Moverse para interactuar con animales en diferentes posiciones ayuda a mejorar la movilidad de las extremidades superiores.	**Componentes cognitivos:** Atención sostenida: El juego requiere atención y concentración para identificar a los animales objetivo, ignorando las distracciones. Flexibilidad cognitiva y pensamiento lógico: Adaptarse a diferentes modos (categorías, categorías inversas o secuencias) mejora la categorización y la flexibilidad. Memoria de trabajo: Recordar instrucciones o una secuencia desafía la retención de la memoria durante el juego. Toma de decisiones: Elegir rápidamente los animales correctos en un tiempo limitado promueve una toma de decisiones rápida y precisa. Habilidades visoespaciales: Conciencia espacial: Identificar e interactuar con animales que aparecen en diferentes ubicaciones mejora la percepción espacial. Evaluación de profundidad y distancia

<table>
<tr>
<td rowspan="2">TUBOS (AR)

</td>
<td colspan="2">Descripción: Se muestran tubos llenos de bolas de colores y se le pide al usuario que los clasifique haciendo coincidir las bolas con el color de la base. Los usuarios deben rotar la muñeca para alinear las manos correctamente al insertar o extraer las bolas.
<u>Los elementos clave de la actividad incluyen:</u>
<u>Bola Joker:</u> Una bola flexible que puede usarse de cualquier color para completar un tubo.
<u>Bola Distractora:</u> Una bola gris que añade dificultad al distraer al usuario.
- A medida que el usuario progresa, la tarea se vuelve más compleja al añadir más tubos y nuevos desafíos, lo que fomenta una mejor atención, la toma de decisiones y las habilidades motoras.</td>
</tr>
<tr>
<td>Componentes motores:
<u>Motricidad fina:</u> Mejora la destreza, la fuerza de agarre y el control, especialmente con objetos pequeños.
<u>Rotación de muñeca:</u> Activa la pronación y la supinación para una mejor movilidad y coordinación de la muñeca.
<u>Coordinación de extremidades superiores:</u> Fomenta la coordinación de manos, muñecas y brazos durante movimientos complejos.</td>
<td>Componentes cognitivos:
<u>Atención y concentración:</u> Fortalece la capacidad de concentración, especialmente con distractores en la tarea.
<u>Resolución de problemas y estrategia:</u> Fomenta la planificación y adaptación de estrategias para clasificar las pelotas eficientemente.
<u>Memoria:</u> Favorece la memoria de trabajo a medida que los usuarios siguen las pelotas y los tubos clasificados.
<u>Flexibilidad cognitiva:</u> Mejora la capacidad de ajustar estrategias y cambiar de tarea a medida que aumenta la dificultad.</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td rowspan="2">CONDUCIR</td>
<td colspan="2">Descripción: En este ejercicio, el usuario controlará un coche en una simulación de conducción, con el objetivo de recoger estrellas mientras evita obstáculos como rocas. La tarea consiste en sujetar el dispositivo móvil con ambas manos e inclinarlo como si fuera un volante para dirigir el coche. El juego se vuelve progresivamente desafiante a medida que aumenta la velocidad del coche. Si el coche choca con un obstáculo, su velocidad disminuye temporalmente.
- El algoritmo de adaptación de dificultad de RGS ajusta dinámicamente la velocidad del coche y el número de obstáculos en función del rendimiento del usuario, garantizando una experiencia atractiva y personalizada.</td>
</tr>
<tr>
<td>Componentes motores:
<u>Coordinación bilateral:</u> Sostener el dispositivo con ambas manos promueve la</td>
<td>Componentes cognitivos:
<u>Atención sostenida y selectiva:</u> Los usuarios deben mantenerse atentos para monitorear el auto,</td>
</tr>
</table>

	coordinación con ambos brazos, mejorando la simetría y el control en usuarios con hemiparesia. Motricidad fina: Agarrar y estabilizar el dispositivo entrena la fuerza y la precisión de las manos. Movimientos de muñeca y brazo: Inclinar el dispositivo como un volante activa la rotación de la muñeca, el control del antebrazo y la estabilidad del hombro, lo que promueve un mayor rango de movimiento y la recuperación motora. Equilibrio: Mantener una postura erguida al interactuar con el juego ayuda a mejorar el control del tronco y la fuerza del core. Tiempo de reacción: Conducir rápidamente para evitar obstáculos o recoger estrellas mejora la velocidad y la eficiencia de las respuestas motoras.	los obstáculos y las estrellas, lo que entrena la atención y la concentración. Habilidades visoespaciales: Conducir el auto en un espacio tridimensional mejora la conciencia espacial, la percepción de profundidad y la capacidad de calcular distancias. Toma de decisiones: La necesidad de elegir entre recoger estrellas y evitar obstáculos fortalece las habilidades de planificación y priorización. Flexibilidad cognitiva: Adaptar estrategias a medida que aumenta la velocidad o aparecen obstáculos entrena la flexibilidad en el pensamiento y las respuestas motoras. Monitoreo de errores: Los usuarios aprenden a ajustar su comportamiento tras cometer errores (por ejemplo, chocar con un obstáculo), lo que mejora la autorregulación y la resolución adaptativa de problemas. Velocidad de procesamiento: Aumentar la velocidad del auto desafía la capacidad del usuario para procesar información rápidamente y tomar decisiones rápidas.

- **Anexo 6.2.** Juegos cognitivos.

MEMORIA	**Descripción:** El usuario verá un conjunto de cartas colocadas boca abajo. La tarea consiste en darles la vuelta y emparejarlas por parejas. El número de cartas aumenta a medida que el usuario avanza, lo que hace que la tarea sea más desafiante. - El algoritmo de adaptación de la dificultad RGS ajusta dinámicamente el número de cartas en función del rendimiento del usuario, lo que garantiza una experiencia atractiva y personalizada.	
	Componentes motores: Alcance y puntería: mover la mano por la pantalla para tocar diferentes tarjetas favorece los movimientos	**Componentes cognitivos:** Memoria: Los usuarios deben recordar las posiciones y los pares de cartas, lo que mejora la memoria a corto plazo y la

	controlados de alcance y la precisión en la puntería. Participación bilateral (opcional): si se anima a los usuarios a utilizar la mano afectada, esto puede ayudar a mejorar la recuperación motora y la fuerza en la mano más débil, fomentar el uso de la mano afectada y mejorar la simetría.	memoria de trabajo. Atención sostenida y selectiva: Mantener la concentración en la ubicación de las cartas y las tareas de emparejamiento entrena la atención y la concentración. Exploración visual: Buscar en la pantalla cartas específicas fortalece la exploración visual y la conciencia espacial. Velocidad de procesamiento: Identificar y seleccionar rápidamente las cartas ayuda a mejorar el tiempo de respuesta cognitiva y motora. Resolución de problemas: Elaborar estrategias para la selección de cartas fomenta el pensamiento lógico y la toma de decisiones. Control de errores: Reconocer las cartas que no coinciden y ajustar las estrategias mejora la autorregulación y el pensamiento adaptativo.

¿ADIVINA QUE? 	**Descripción:** En este ejercicio, se le presentan al usuario siluetas de objetos o palabras con líneas discontinuas y debe adivinar la respuesta correcta seleccionando la opción adecuada. La actividad se adapta dinámicamente, aumentando el número de distractores, rotando los elementos y ajustando la velocidad a la que aparecen las siluetas o las palabras a medida que el usuario avanza. - El algoritmo de dificultad RGS ajusta el número de distractores, el grado de rotación de los elementos y la velocidad de las siluetas o la finalización de las palabras para mantener un desafío atractivo y personalizado.	
	Componentes motores: Alcance y puntería: Mover la mano por la pantalla para tocar diferentes tarjetas favorece los movimientos controlados de alcance y la precisión en la puntería. Coordinación mano-ojo: Alinear la información visual (siluetas o palabras) con la acción motora de tocar refuerza la coordinación entre la visión y el movimiento.	**Componentes cognitivos:** Reconocimiento visual: Identificar siluetas y palabras entre líneas fortalece las habilidades de reconocimiento de objetos y palabras. Atención y concentración: Se requiere una concentración sostenida para analizar siluetas, leer texto y elegir la opción correcta, lo que entrena la atención selectiva y dividida. Velocidad de procesamiento: el

	Precisión en la puntería: Seleccionar repetidamente opciones específicas ayuda a mejorar el control y la puntería en los movimientos, lo que mejora los tiempos de reacción.	aumento gradual de la velocidad pone a prueba la capacidad del usuario para procesar la información rápidamente y responder con precisión. Memoria: recordar las funciones de los objetos o el significado de las palabras mejora tanto la memoria a corto plazo como la memoria a largo plazo. Toma de decisiones: seleccionar la opción correcta requiere analizar y seleccionar la respuesta más adecuada, lo que fomenta el pensamiento lógico. Flexibilidad cognitiva: Adaptarse a los cambios en la dificultad, la velocidad y los distractores entrena la capacidad del usuario para cambiar de estrategia. Resolución de problemas: Inferir relaciones entre objetos, acciones y palabras implica habilidades de razonamiento de orden superior.

PUPURRI 	**Descripción:** En este ejercicio, se muestran al usuario palabras o números y debe seleccionar la opción correcta según las instrucciones. A medida que avanza, el número de objetos objetivo y distractores aumenta. La actividad cuenta con varios modos de juego que cambian después de un número determinado de rondas, cada uno con un objetivo único que se presenta antes de comenzar. - El algoritmo de adaptación de la dificultad RGS adapta el número de objetos objetivo y distractores.	
	Componentes motores: Alcance y puntería: Mover la mano por la pantalla para tocar diferentes tarjetas favorece los movimientos controlados de alcance y la precisión en la puntería. Coordinación mano-ojo: Alinear la información visual (siluetas o palabras) con la acción motora de tocar refuerza la coordinación entre la visión y el movimiento. Amplitud de movimiento: A medida que el juego avanza y requiere más	**Componentes cognitivos:** Atención y concentración: El usuario debe mantener la atención para diferenciar entre objetivos y distractores, mejorando así la concentración. Memoria: En modos como «Responder a la pregunta», los usuarios deben recordar las selecciones correctas anteriores, estimulando así la memoria de trabajo. Velocidad de procesamiento: Responder rápidamente a las instrucciones o cambios en los modos de juego ayuda a mejorar la velocidad de procesamiento

	interacción, es posible que el usuario tenga que alcanzar diferentes partes de la pantalla, lo que puede fomentar el movimiento de las extremidades superiores.	cognitivo. Función ejecutiva: Los modos de juego como «Elige la cantidad correcta» requieren la toma de decisiones y la resolución de problemas, lo que fomenta las habilidades de planificación y razonamiento. Reconocimiento del lenguaje y los símbolos: En el modo «Deletrea la palabra», los usuarios interactúan con el lenguaje, mejorando el reconocimiento de palabras, la comprensión, y la secuencia.

PIANOSEC 	**Descripción:** Al usuario se le presenta una secuencia musical de notas y debe reproducirla pulsando las teclas correspondientes del piano. Con cada repetición correcta, la melodía se alarga. Un contador de vidas situado en la parte superior muestra hasta tres «vidas». Cada vez que el usuario pulsa una nota incorrecta, se pierde una vida. Si se pierden las tres vidas, aparece una nueva melodía con menos notas.	
	Componentes motores: Coordinación mano-ojo: El usuario debe hacer coincidir la secuencia visual con los movimientos motores, mejorando así la coordinación entre lo que ve y cómo responde. Independencia de los dedos: como el juego implica el uso de varias teclas, fomenta la capacidad de controlar cada dedo de forma independiente, algo que a menudo se ve afectado en los supervivientes de un ictus. Tiempo de reacción: pulsar las teclas correctas al ritmo de la melodía fomenta las respuestas rápidas, lo que ayuda a mejorar los reflejos y la velocidad motora.	**Componentes cognitivos:** Memoria: El usuario debe recordar la secuencia musical, mejorando la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo. Atención y concentración: El usuario debe concentrarse en la secuencia, diferenciando cada nota y manteniendo la concentración durante todo el juego. Secuenciación y planificación: El juego desafía al usuario a recordar y replicar una serie de notas en el orden correcto, entrenando las habilidades cognitivas relacionadas con la secuenciación y la planificación. Procesamiento auditivo: El usuario escucha la secuencia e interpreta las notas musicales, fortaleciendo la percepción auditiva y el procesamiento. Flexibilidad cognitiva: Adaptarse a los cambios en la duración de la melodía y responder al contador de vidas fomenta la flexibilidad en el pensamiento y la adaptabilidad.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">MEMOSEC
 </td>
<td colspan="2">Descripción: Al usuario se le presentan secuencias basadas en el tamaño, el orden o la categoría de los objetos. La tarea consiste en seguir las instrucciones tocando los objetos en la secuencia correcta con un dedo. A medida que el usuario avanza, la actividad aumenta el número de objetos, los distractores, las rotaciones de los objetos y la velocidad de presentación de las secuencias. Esta actividad incluye nueve modos centrados en las habilidades cognitivas y de pulsación, como la categorización, la repetición de secuencias y el ordenamiento basado en el tamaño. Cada modo presenta un objetivo único que cambia periódicamente para mantener el interés.
- El algoritmo de adaptación de la dificultad RGS ajusta dinámicamente estos factores para garantizar una experiencia desafiante y personalizada.</td>
</tr>
<tr>
<td>Componentes motores:
<u>Alcance controlado:</u> desplazarse por la pantalla para interactuar con múltiples objetos favorece los movimientos suaves e intencionados de brazos y manos.
<u>Tiempo de reacción:</u> el aumento de la velocidad de presentación de secuencias entrena las respuestas motoras rápidas.</td>
<td>Componentes cognitivos:
<u>Memoria:</u> Recordar secuencias, categorías o características de objetos fortalece la memoria de trabajo y la memoria a corto plazo.
<u>Atención:</u> Concentrarse en secuencias, ignorar distracciones, atención sostenida y selectiva.
<u>Percepción visual:</u> Reconocer el tamaño, la forma y la rotación de los objetos mejora la discriminación visual y la conciencia espacial.
<u>Categorización:</u> Agrupar objetos por categorías o distinguir diferencias agudiza el procesamiento semántico y el razonamiento lógico.
<u>Velocidad de procesamiento:</u> procesamiento cognitivo y toma de decisiones bajo restricciones de tiempo.
<u>Resolución de problemas:</u> elaborar estrategias para el orden correcto de pulsación (por ejemplo, de mayor a menor) implica un pensamiento de orden superior.
<u>Flexibilidad cognitiva:</u> cambiar entre modos de juego y objetivos entrena la adaptabilidad y la flexibilidad mental.</td>
</tr>
</table>

- **Anexo 6.3.** Juegos mixtos motores/cognitivos.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">BLOB

</td>
<td colspan="2">Descripción: Se muestran al usuario objetos con diversas formas geométricas y colores. La tarea consiste en combinar o dividir elementos para que coincidan con el número de referencia y el color. A medida que el usuario progresa, el número de objetos aumenta.
<u>Hay dos modos de juego:</u>
<u>Mezcla de colores:</u> El usuario relaciona el color y el número con la referencia que se muestra en la parte superior de la pantalla.
<u>Estándar:</u> El usuario suma los números y colores correctos para que coincidan con las formas geométricas de la referencia.</td>
</tr>
<tr>
<td>Componentes motores:
<u>Motricidad fina:</u> Combinar o dividir objetos requiere precisión en los movimientos de los dedos y coordinación manual, lo que ayuda a mejorar la destreza y el control.
<u>Agarre y manipulación:</u> Seleccionar y manipular objetos, especialmente en modos como "Mezcla de colores" y "Estándar", ayuda a mejorar la fuerza de la mano y la motricidad fina.
<u>Tiempo de reacción:</u> Responder rápidamente a los objetivos visuales y adaptarse a la dificultad creciente ayuda a mejorar los reflejos y la velocidad de respuesta.
<u>Coordinación mano-ojo:</u> Interactuar con los objetos basándose en señales visuales fortalece la conexión entre lo que el usuario ve y sus respuestas motoras.</td>
<td>Componentes cognitivos:
<u>Atención:</u> El usuario debe concentrarse en la referencia y manipular cuidadosamente los objetos para que coincidan con los valores y colores requeridos.
<u>Memoria:</u> Recordar los valores de referencia (color y número) y aplicarlos a medida que avanza el juego fortalece la memoria de trabajo.
<u>Resolución de problemas y planificación:</u> El usuario debe planificar y ejecutar cómo combinar o dividir objetos para alcanzar el objetivo, lo que fomenta el pensamiento lógico y la estrategia.
<u>Percepción visual:</u> Identificar y combinar colores ayuda a mejorar la percepción visual y la discriminación cromática.
<u>Secuenciación</u>: Completar tareas en el orden correcto (combinando o separando elementos) entrena las habilidades de secuenciación cognitiva.</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>TWISTER</td>
<td>Descripción: Se muestran al usuario círculos de diferentes colores y sus siluetas correspondientes. La tarea consiste en tocar la pantalla con los dedos indicados para arrastrar los círculos hasta las siluetas correctas. Para mover los círculos, el usuario debe tocarlos todos simultáneamente. El número y el tamaño de los círculos se ajustan a medida que el usuario progresa.
- El algoritmo de adaptación de dificultad de RGS modifica</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2"> </td><td colspan="2">el número de objetivos, la distancia entre el objetivo y la silueta, y el tamaño de los círculos.</td></tr>
<tr><td>Componentes motores:
<u>Movimientos finos de los dedos:</u> El usuario debe tocar y arrastrar varios círculos simultáneamente, lo que mejora la coordinación, la destreza y el control de los dedos.
<u>Coordinación multidedo:</u> La tarea requiere usar varios dedos simultáneamente para mover los círculos, lo que entrena la independencia y la coordinación de los dedos.
<u>Fuerza y precisión de agarre:</u> Sostener y manipular varios círculos fortalece el agarre y mejora la precisión de los movimientos de la mano.
<u>Control del movimiento:</u> Arrastrar los círculos a la posición correcta entrena la capacidad del usuario para controlar los movimientos de motricidad fina.</td><td>Componentes cognitivos:
<u>Atención:</u> El usuario debe relacionar los colores y las siluetas, lo que fortalece la concentración y la atención sostenida.
<u>Memoria:</u> El usuario debe recordar qué círculos corresponden a qué siluetas, lo que activa la memoria de trabajo.
<u>Conciencia espacial:</u> La tarea requiere comprender dónde colocar los círculos en relación con las siluetas, lo que mejora el procesamiento visoespacial.
<u>Resolución de problemas:</u> El usuario debe determinar cómo mover los círculos y qué dedos usar, lo que requiere flexibilidad cognitiva y capacidad de toma de decisiones.
<u>Secuenciación:</u> El usuario debe realizar la tarea en un orden específico, lo que mejora la secuenciación cognitiva y la planificación.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">SHELVES
 </td><td colspan="2">Descripción: Al usuario se le muestra una estantería virtual a través de la pantalla de su móvil, con objetos de diferentes categorías. La tarea consiste en encontrar y acercar objetos de la categoría especificada usando una o ambas manos. A medida que el usuario avanza, aumenta el número de objetos con los que interactuar. Al principio, aparece una estantería con el nombre de una categoría (por ejemplo, utensilios de cocina) en la parte superior, y el usuario debe encontrar todos los artículos que coincidan con esa categoría.
- El algoritmo de adaptación de dificultad de RGS ajusta el número de objetos y distractores que se deben buscar.</td></tr>
<tr><td>Componentes motores:
<u>Movimiento de las extremidades superiores:</u> Alcanzar y mover el móvil, ya sea con una o ambas manos, ayuda a mejorar la fuerza, la coordinación y la amplitud de movimiento de los brazos.
<u>Motricidad fina:</u> La tarea</td><td>Componentes cognitivos:
<u>Atención:</u> El usuario debe concentrarse en la tarea y diferenciar los objetos de la categoría especificada, lo que mejora la atención sostenida.
<u>Memoria:</u> Recordar la categoría e identificar los objetos coincidentes mejora la memoria</td></tr>
</table>

	requiere un control preciso de los movimientos de las manos, especialmente al seleccionar y mover el móvil para apuntar a objetos específicos. Coordinación mano-ojo: El usuario debe interactuar con la pantalla del móvil mientras busca objetos visualmente, lo que mejora la coordinación entre los movimientos de las manos y la información visual. Fuerza de agarre: Sostener el móvil firmemente mientras se manipula fortalece el agarre y la estabilidad.	de trabajo y la evocación. Categorización: El usuario debe reconocer y agrupar objetos según su categoría, lo que fortalece la clasificación y la memoria semántica. Conciencia espacial: La tarea requiere comprender la relación espacial entre los objetos del estante y navegar para seleccionarlos, lo que mejora el procesamiento visoespacial. Resolución de problemas: El usuario debe aprender a interactuar con el dispositivo móvil mientras busca los objetos correctos, lo que fomenta la flexibilidad cognitiva y la estrategia.

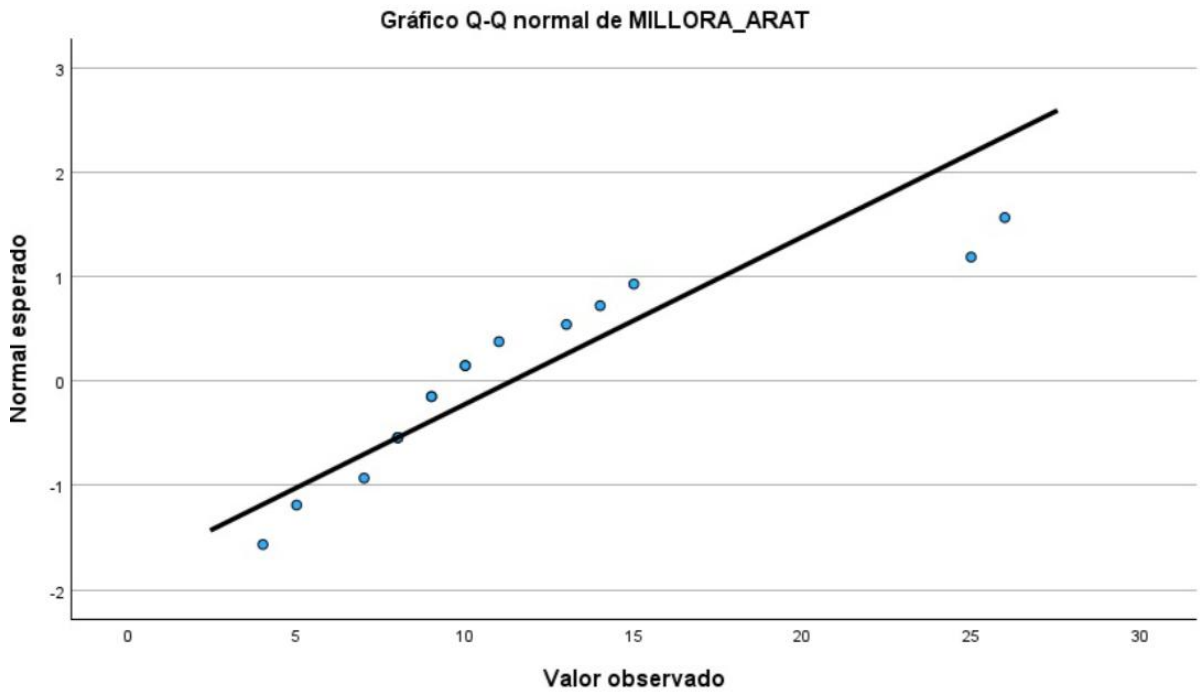
PLACE IT 	**Descripción:** Se muestran al usuario objetos y sus siluetas correspondientes. La tarea consiste en arrastrar y ajustar los objetos en las formas correctas con los dedos. A medida que el usuario progresa, la actividad ajusta la cantidad de objetos y distractores para optimizar la experiencia.	
	Componentes motores: Motricidad fina: Arrastrar objetos para encajarlos en sus formas correspondientes mejora la destreza y precisión de los dedos. Coordinación ojo-mano: Coordinación entre la información visual y los movimientos de las manos. Agarre y manipulación: Sostener y arrastrar objetos ayuda a fortalecer el agarre y a mejorar la manipulación de objetos con las manos.	**Componentes cognitivos:** Atención: El usuario debe relacionar los objetos con sus siluetas, lo que promueve la concentración y el enfoque sostenidos. Memoria: Recordar las parejas de formas y objetos mejora la memoria de trabajo y el reconocimiento visual. Conciencia visoespacial: La tarea requiere comprender las relaciones espaciales entre objetos y siluetas, lo que mejora el procesamiento visoespacial. Resolución de problemas: Identificar el objeto correcto para cada silueta requiere flexibilidad cognitiva y planificación. Categorización: El usuario debe reconocer qué objeto pertenece a cada forma, lo que fortalece las habilidades cognitivas de categorización y clasificación.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">ALPHABET

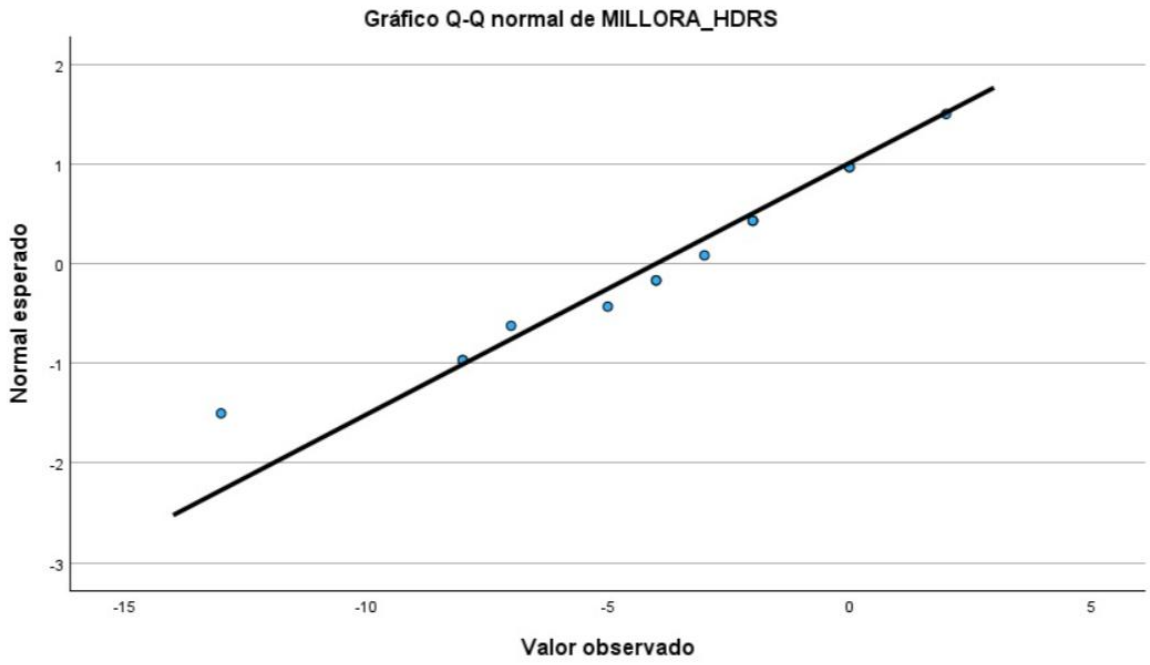
</td>
<td colspan="2">Descripción: Se muestra al usuario una matriz de cubos que forman las letras del alfabeto. La mayoría de los cubos son blancos, pero algunos cubos azules forman las letras. La tarea consiste en romper los cubos azules extendiendo el brazo y usando el puntero para destruirlos. Al comenzar, aparecerá una matriz de cubos en el mundo virtual sobre la mesa, visible a través de la pantalla del móvil. El usuario debe coger el móvil y señalar los cubos azules con el brazo extendido, usando el lanzador de bolas para romperlos.
- Esta actividad actualmente no tiene un algoritmo de adaptación de dificultad.</td>
</tr>
<tr>
<td>Componentes motores:
<u>Movimiento de las extremidades superiores:</u> El usuario debe extender el brazo para señalar los cubos, lo que mejora la movilidad de hombros, brazos y manos.
<u>Coordinación brazo-mano:</u> Alcanzar y señalar cubos específicos fortalece la coordinación entre el brazo y la mano.
<u>Motricidad fina:</u> La precisión necesaria para apuntar y romper los cubos azules mejora el control de las manos y los dedos.
<u>Agarre y estabilidad:</u> Sostener el móvil y mantener una posición firme del brazo mejora la fuerza y el control del agarre.
<u>Tiempo de reacción:</u> Responder rápidamente para apuntar y romper los cubos azules ayuda a mejorar los reflejos y la velocidad de las respuestas motoras.</td>
<td>Componentes cognitivos:
<u>Atención y concentración:</u> El usuario debe concentrarse en la matriz y diferenciar entre los cubos azules y blancos, lo que mejora la concentración.
<u>Conciencia visual-espacial:</u> Identificar la posición de los cubos azules y apuntar con precisión requiere conciencia espacial.
<u>Memoria:</u> El usuario debe recordar la ubicación de los cubos azules y recordarla mientras mueve el brazo a la posición correcta.
<u>Resolución de problemas:</u> El usuario debe planificar y ejecutar los movimientos correctos para romper los cubos azules, lo que fortalece la flexibilidad cognitiva y la toma de decisiones.
<u>Velocidad de procesamiento:</u> Apuntar y romper los cubos rápidamente desafía la velocidad de procesamiento cognitivo del usuario.</td>
</tr>
</table>

Anexo 7. Gráficos asociados a los resultados de las escalas clínicas.

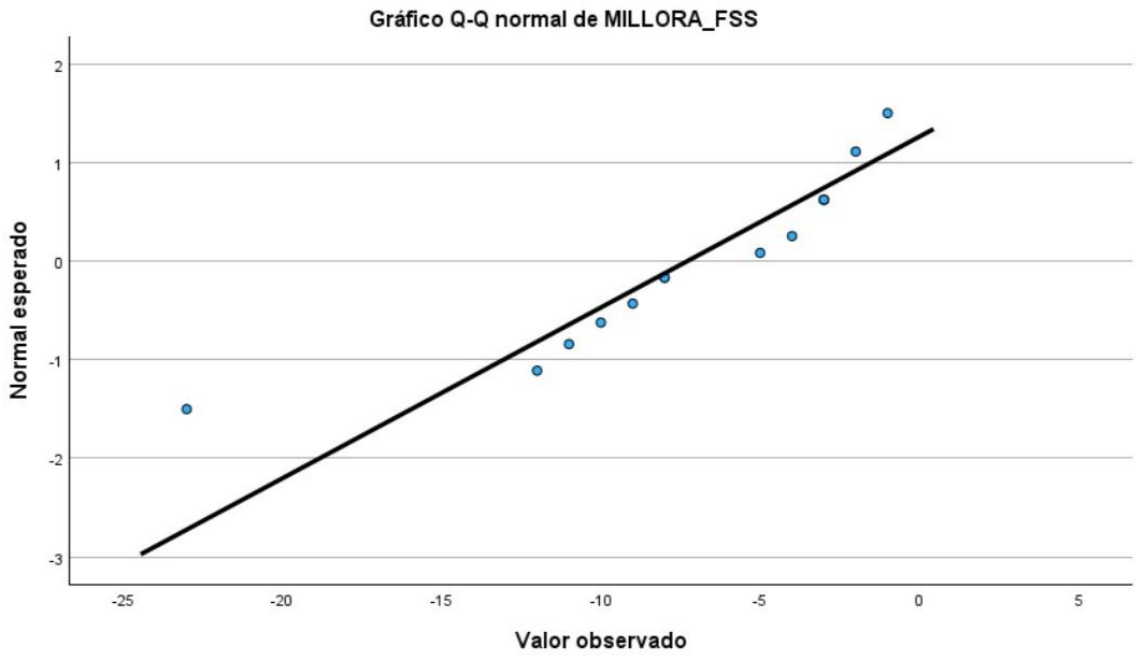
Anexo 7.1 Gráfico escala ARAT, en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.



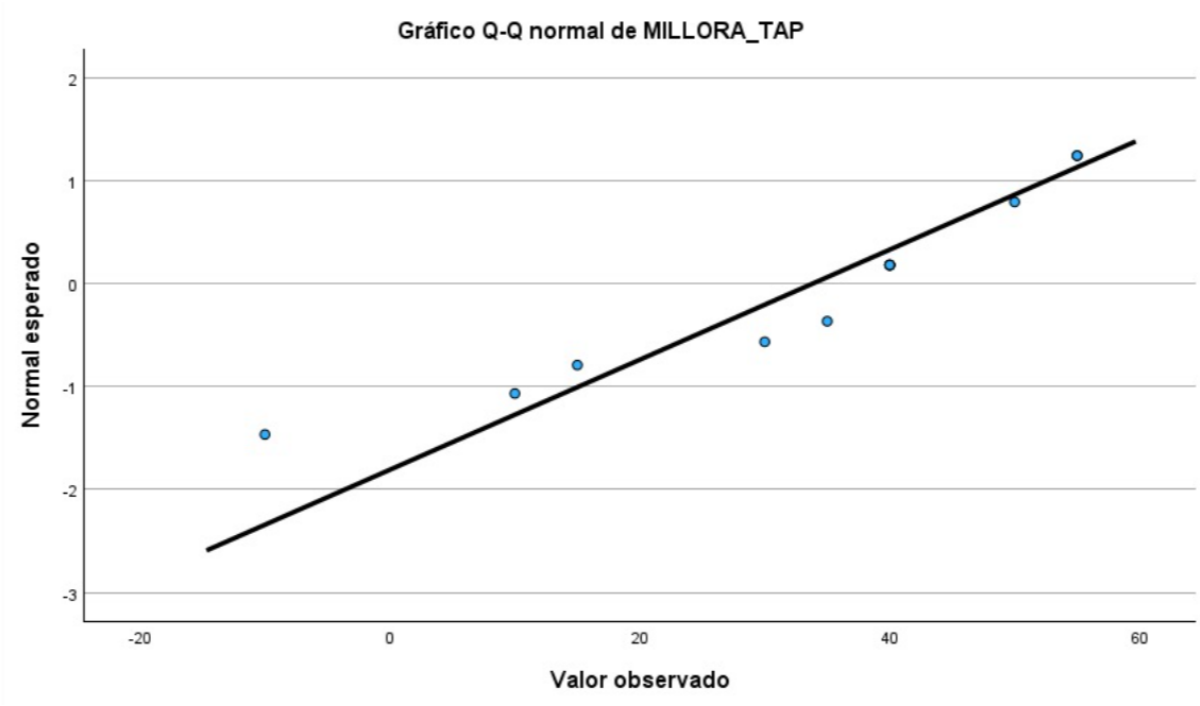
Anexo 7.2 Grafico escala HDRS en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.



Anexo 7.3 Gráfico escala FSS en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.



Anexo 7.4 Grafico escala velocidad motora TAP en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.



Anexo 7.5. Resultados estadísticos y gráficos escalas evaluación para medir longitudinalmente la evolución clínica.

- Estadística escala ARAT en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_ARAT	GRUPO CONTROL	6	7,42	44,50
	GRUPO INTERVENCIÓN	10	9,15	91,50
	Total	16		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_ARAT
U de Mann-Whitney	23,500
W de Wilcoxon	44,500
Z	-,708
Sig. asin. (bilateral)	,479
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,492[b]

a. Variable de agrupación: GRUP

b. No corregido para empates.

- - -

- Estadística de escala HDRS en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.

Estadísticas de grupo

	GRUP	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
MILLORA_HDRS	GRUPO CONTROL	6	-2,5000	3,44964	1,40831
	GRUPO INTERVENCIÓN	8	-5,1250	4,15546	1,46918

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	Se asumen varianzas iguales	1,254	12	,117	,234	2,62500	2,09383	-1,93706	7,18706
	No se asumen varianzas iguales	1,290	11,812	,111	,222	2,62500	2,03515	-1,81704	7,06704

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	d de Cohen	3,87702	,677	-,428	1,756
	corrección de Hedges	4,14237	,634	-,401	1,643
	delta de Glass	4,15546	,632	-,496	1,719

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el

-

- Estadística de la escala FSS en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_FSS	GRUPO CONTROL	6	7,75	46,50
	GRUPO INTERVENCIÓN	8	7,31	58,50
	Total	14		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_FSS
U de Mann-Whitney	22,500
W de Wilcoxon	58,500
Z	-,195
Sig. asin. (bilateral)	,846
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,852[b]

a. Variable de agrupación: GRUP

b. No corregido para empates.

- Estadística de la escala TAP en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.

Estadísticas de grupo

	GRUP	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
MILLORA_TAP	GRUPO CONTROL	5	35,0000	25,98076	11,61895
	GRUPO INTERVENCIÓN	8	33,1250	14,62324	5,17010

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_TAP	Se asumen varianzas iguales	,168	11	,435	,869	1,87500	11,13546	-22,63399	26,38399
	No se asumen varianzas iguales	,147	5,615	,444	,888	1,87500	12,71731	-29,76770	33,51770

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_TAP	d de Cohen	19,53290	,096	-1,024	1,212
	corrección de Hedges	21,00402	,089	-,952	1,127
	delta de Glass	14,62324	,128	-,996	1,243

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo)

- Estadística de la escala EQ-5D-5L en grupo control y grupo intervención en T0, T2 y T3.

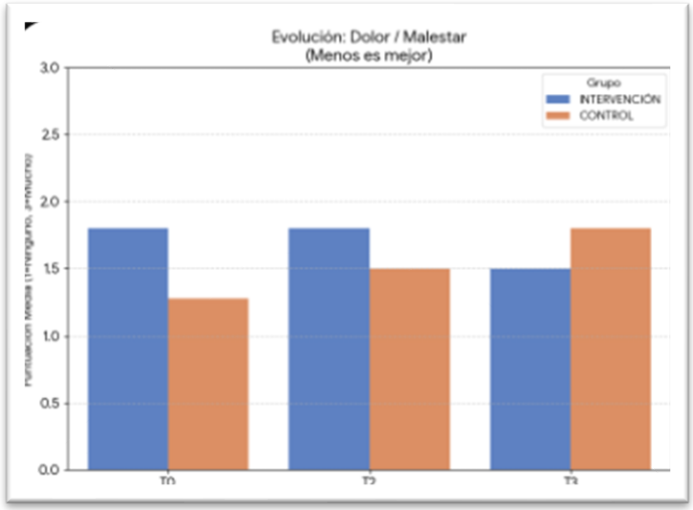
Rangos

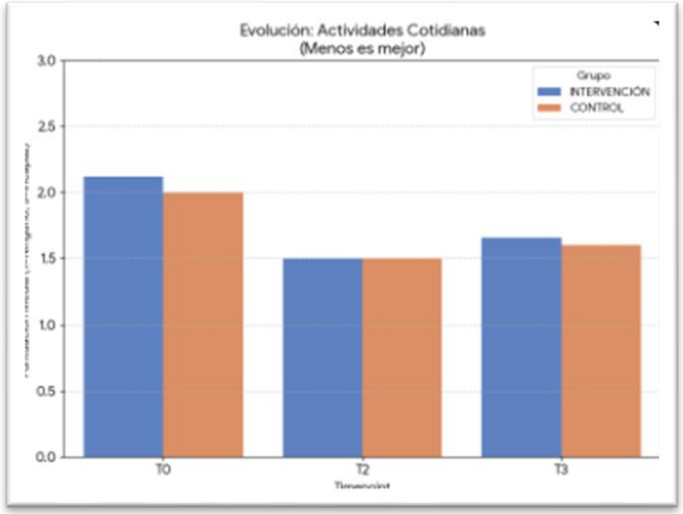
	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MOBILITAT_T3	GRUP CONTROL	5	7,40	37,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	4,83	29,00
	Total	11		
ASEO_PERS_T3	GRUP CONTROL	5	5,10	25,50
	GRUP INTERVENCIÓ	6	6,75	40,50
	Total	11		
AVD_T3	GRUP CONTROL	5	5,80	29,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	6,17	37,00
	Total	11		
DOLOR_T3	GRUP CONTROL	5	6,90	34,50
	GRUP INTERVENCIÓ	6	5,25	31,50
	Total	11		
ANSIETAT_T3	GRUP CONTROL	5	4,60	23,00
	GRUP INTERVENCIÓ	6	7,17	43,00
	Total	11		

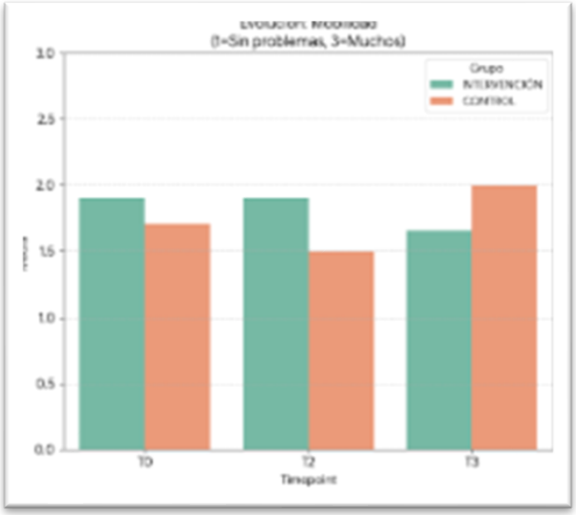
Estadísticos de prueba[a]

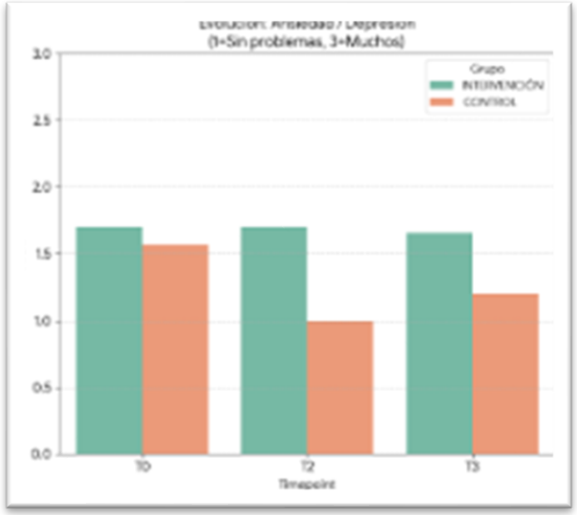
	MOBILITAT_T3	ASEO_PERS_T3	AVD_T3	DOLOR_T3	ANSIETAT_T3
U de Mann-Whitney	8,000	10,500	14,000	10,500	8,000
W de Wilcoxon	29,000	25,500	29,000	31,500	23,000
Z	-1,631	-,982	-,218	-,982	-1,476
Sig. asin. (bilateral)	,103	,326	,827	,326	,140
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,247[b]	,429[b]	,931[b]	,429[b]	,247[b]

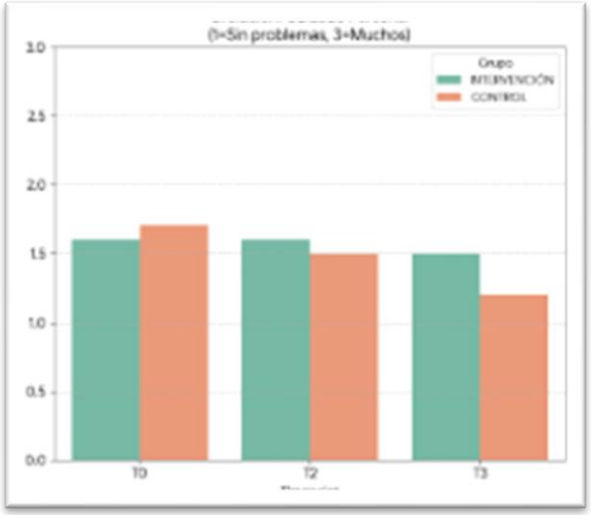
- Gráficos de los resultados de la escala EQ-5D-5L.











Resultados según variables experimentales

Anexo 7.6 Resultado en tablas del juego Constelaciones en grupo intervención en T0, T1 T2 y T3.

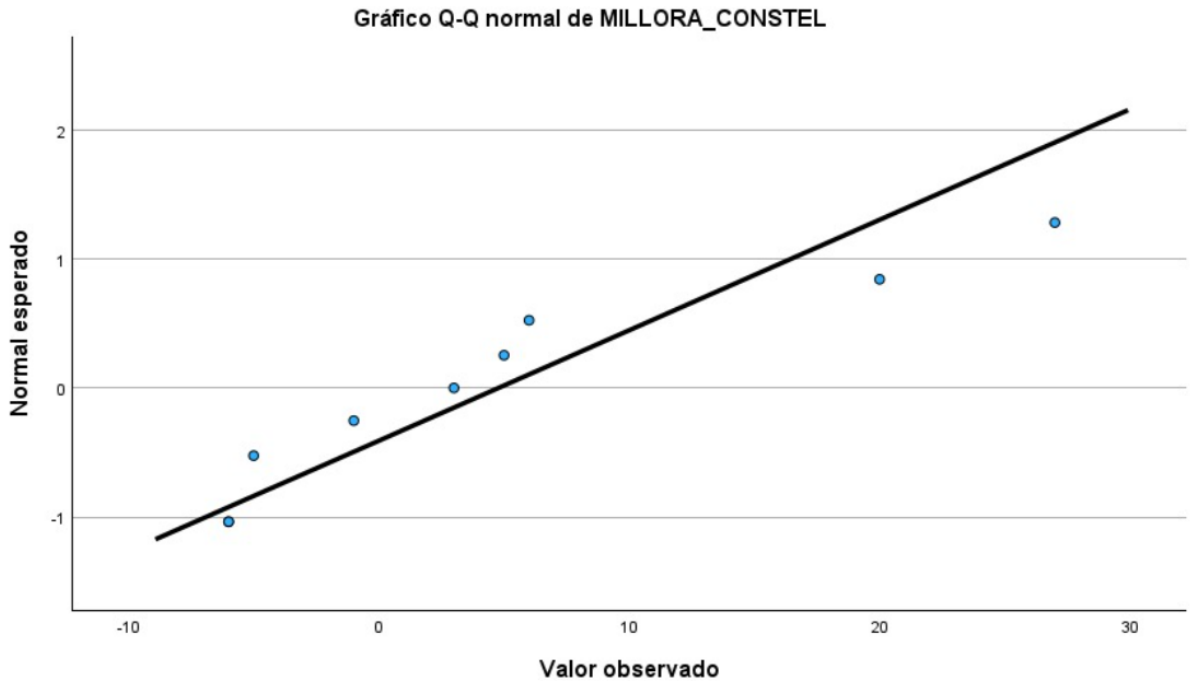
Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_CONSTEL	Media		4,7778	3,89365
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-4,2010	
		Límite superior	13,7565	
	Media recortada al 5%		4,1420	
	Mediana		3,0000	
	Varianza		136,444	
	Desv. estándar		11,68094	
	Mínimo		-6,00	
	Máximo		27,00	
	Rango		33,00	
	Rango intercuartil		18,50	
	Asimetría		1,096	,717
	Curtosis		,246	1,400

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_CONSTEL	,236	9	,159	,858	9	,092

a. Corrección de significación de Lilliefors



Estadísticas de grupo

	GRUP	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
MILLORA_CONSTEL	GRUPO CONTROL	4	,7500	4,78714	2,39357
	GRUPO INTERVENCIÓN	5	8,0000	15,04992	6,73053

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	Se asumen varianzas iguales	-,916	7	,195	,390	-7,25000	7,91596	-25,96828	11,46828
	No se asumen varianzas iguales	-1,015	4,970	,178	,357	-7,25000	7,14347	-25,64653	11,14653

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	d de Cohen	11,80042	-,614	-1,946	,758
	corrección de Hedges	13,28573	-,546	-1,729	,673
	delta de Glass	15,04992	-,482	-1,808	,899

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

Anexo 7.7 Resultado en tablas de juegos Pinball y Circulo horizontal en grupo intervención en T0, T1 T2 y T3.

Descriptivos

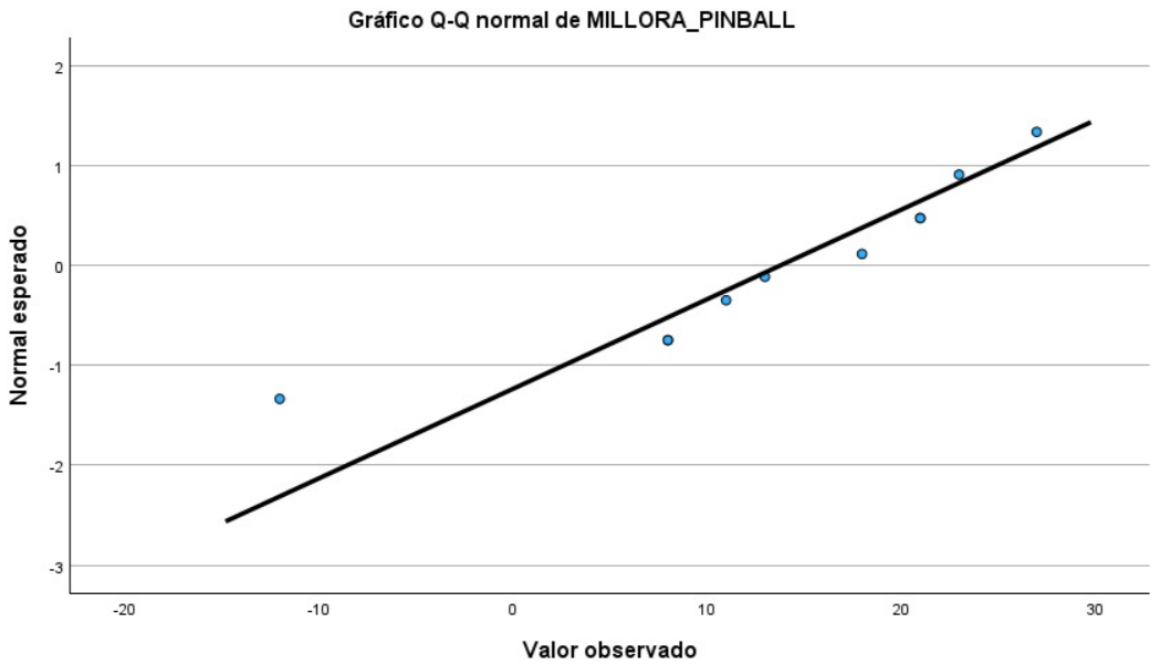
			Estadístico	Error estándar
MILLORA_PINBALL	Media		13,8000	3,53019
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,8142	
		Límite superior	21,7858	
	Media recortada al 5%		14,5000	
	Mediana		15,5000	
	Varianza		124,622	
	Desv. estándar		11,16343	
	Mínimo		-12,00	
	Máximo		27,00	
	Rango		39,00	
	Rango intercuartil		13,50	
	Asimetría		-1,366	,687
	Curtosis		2,527	1,334

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_PINBALL	,202	10	,200*	,886	10	,153

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors



Estadísticas de grupo

	GRUP	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
MILLORA_PINBALL	GRUPO CONTROL	3	16,6667	7,50555	4,33333
	GRUPO INTERVENCIÓN	7	12,5714	12,73914	4,81494

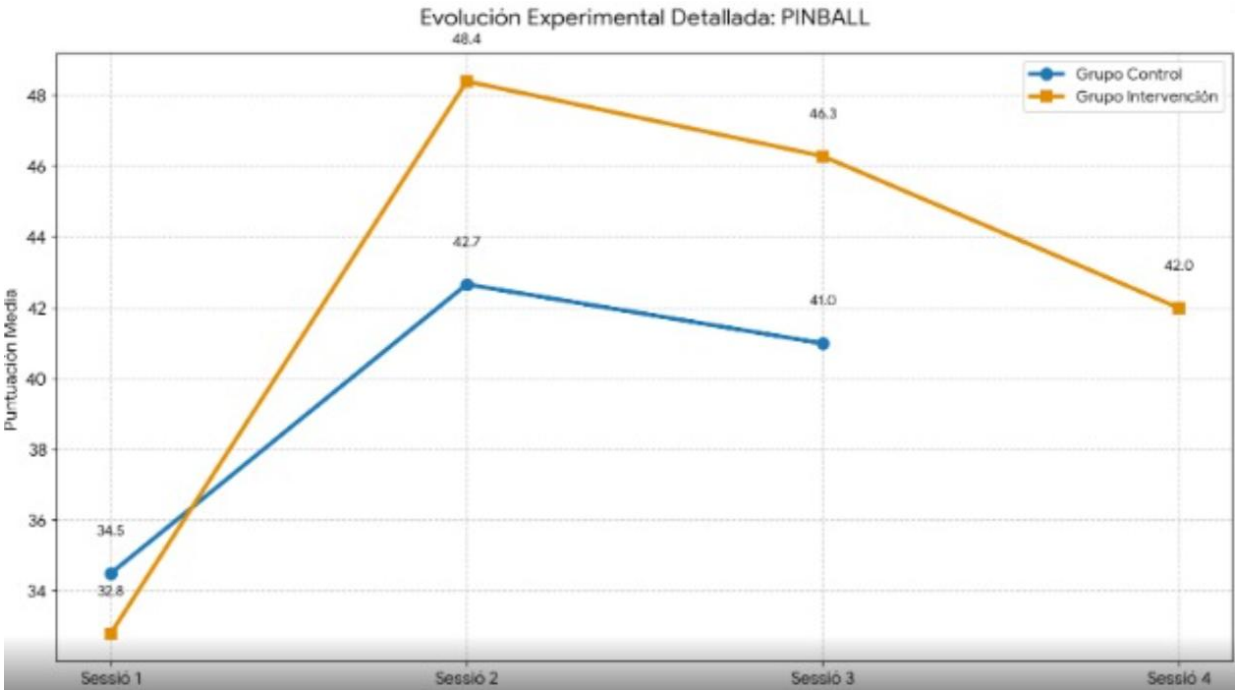
Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	Se asumen varianzas iguales	,509	8	,312	,624	4,09524	8,04149	-14,44847	22,63894
	No se asumen varianzas iguales	,632	6,622	,274	,548	4,09524	6,47777	-11,40112	19,59160

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	d de Cohen	11,65322	,351	-1,022	1,704
	corrección de Hedges	12,90925	,317	-,923	1,538
	delta de Glass	12,73914	,321	-1,055	1,673

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).



Descriptivos

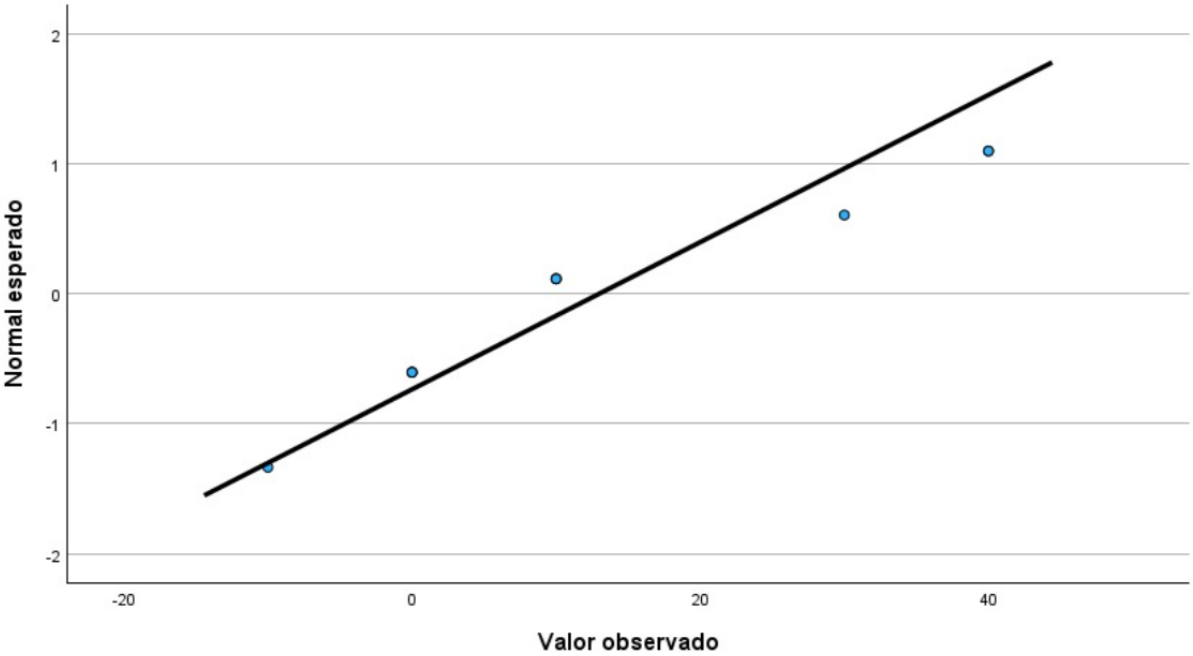
			Estadístico	Error estándar
MILLORA_CERCLE_HORI	Media		13,0000	5,58768
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3598	
		Límite superior	25,6402	
	Media recortada al 5%		12,7778	
	Mediana		10,0000	
	Varianza		312,222	
	Desv. estándar		17,66981	
	Mínimo		-10,00	
	Máximo		40,00	
	Rango		50,00	
	Rango intercuartil		32,50	
	Asimetría		,640	,687
	Curtosis		-,954	1,334

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_CERCLE_HORI	,267	10	,041	,872	10	,106

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico Q-Q normal de MILLORA_CERCLE_HORI



Estadísticas de grupo

	GRUP	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
MILLORA_CERCLE_HORI	GRUPO CONTROL	4	12,5000	18,92969	9,46485
	GRUPO INTERVENCIÓN	6	13,3333	18,61899	7,60117

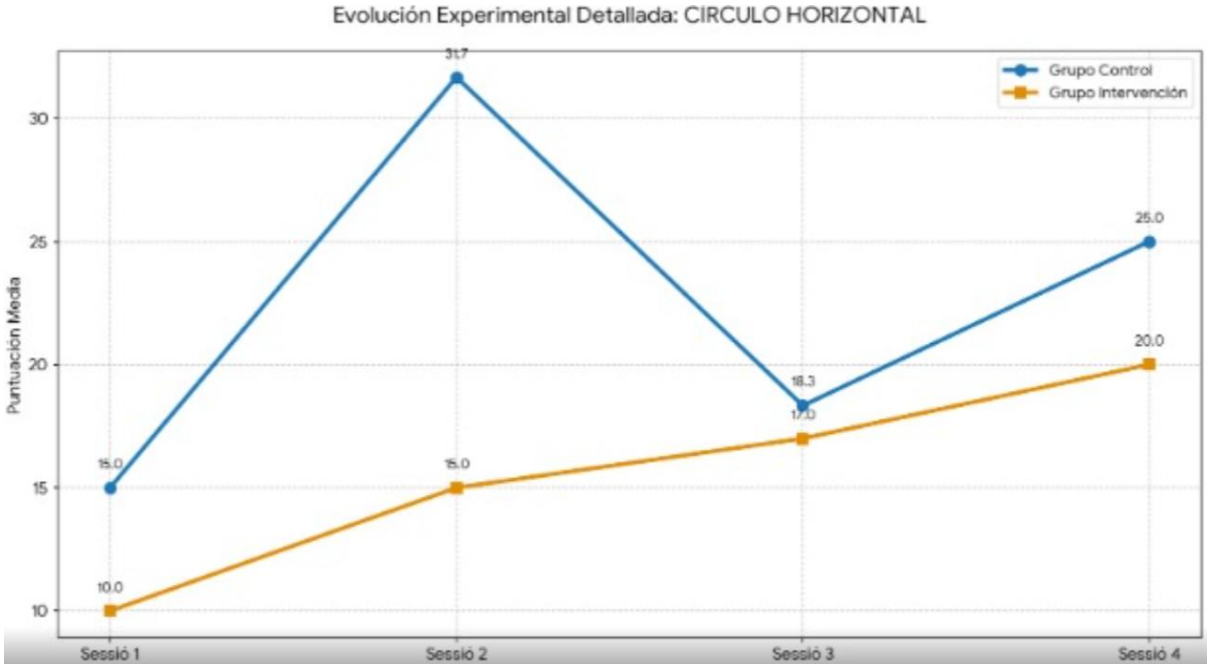
Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	Se asumen varianzas iguales	-,069	8	,473	,947	-,83333	12,09410	-28,72239	27,05572
	No se asumen varianzas iguales	-,069	6,496	,474	,947	-,83333	12,13924	-29,99547	28,32880

Tamaños de efecto de muestras independientes

			Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Standardizer[a]		Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	d de Cohen	18,73611	-,044	-1,308	1,222
	corrección de Hedges	20,75555	-,040	-1,181	1,103
	delta de Glass	18,61899	-,045	-1,308	1,223

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).



Anexo 7.8 Resultado en tablas de Control calidad y Circulo vertical en grupo intervención en T0, T1 T2 y T3.

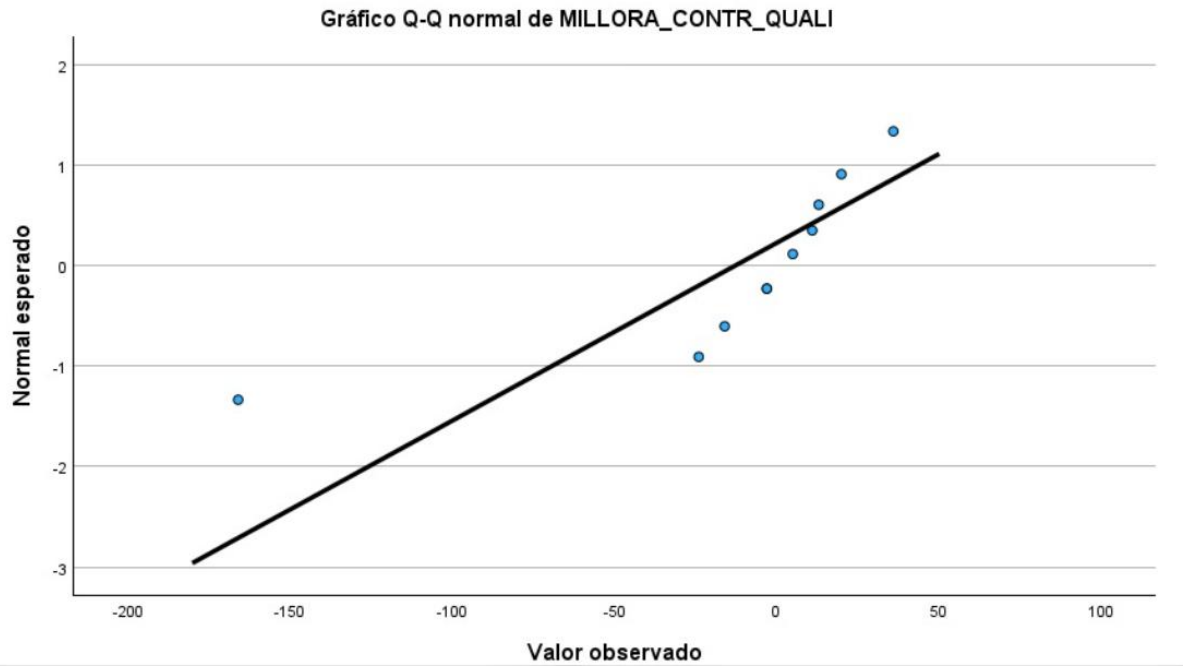
Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_CONTR_QUALI	Media		-12,7000	17,88982
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-53,1696	
		Límite superior	27,7696	
	Media recortada al 5%		-6,8889	
	Mediana		1,0000	
	Varianza		3200,456	
	Desv. estándar		56,57257	
	Mínimo		-166,00	
	Máximo		36,00	
	Rango		202,00	
	Rango intercuartil		32,75	
	Asimetría		-2,620	,687
	Curtosis		7,592	1,334

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_CONTR_QUALI	,321	10	,004	,667	10	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de Mann-Whitney

Rangos

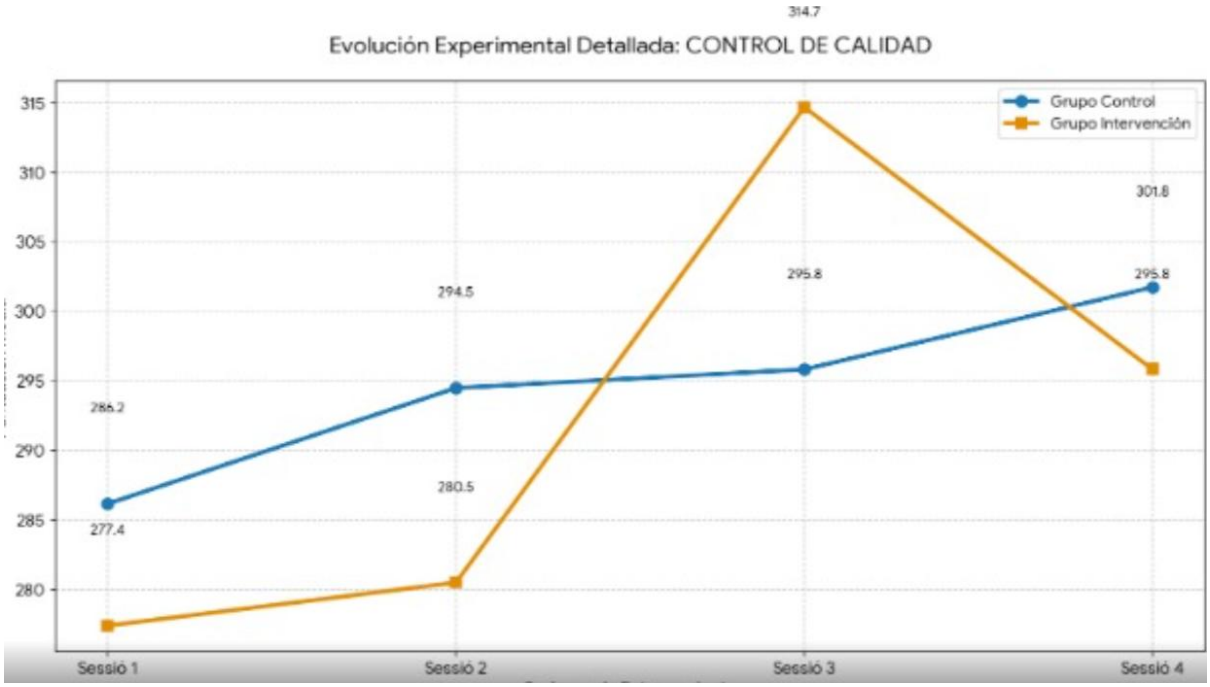
	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CONTR_QUALI	GRUPO CONTROL	4	6,38	25,50
	GRUPO INTERVENCIÓN	6	4,92	29,50
	Total	10		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CONTR_QUALI
U de Mann-Whitney	8,500
W de Wilcoxon	29,500
Z	-,748
Sig. asin. (bilateral)	,454
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,476[b]

a. Variable de agrupación: GRUP

b. No corregido para empates.



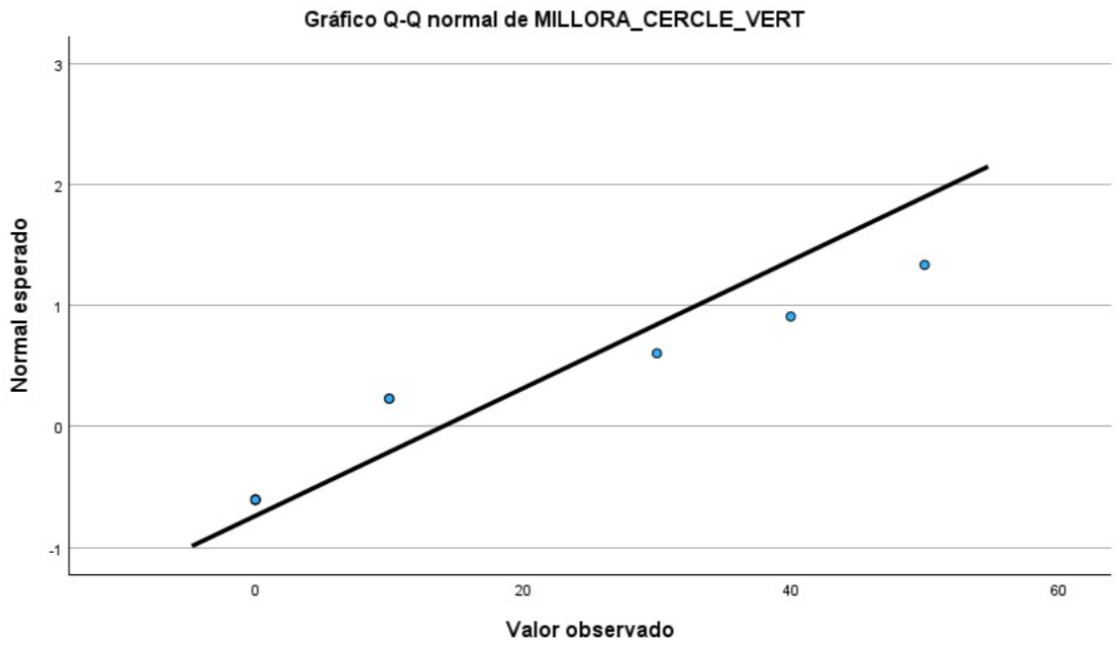
Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
MILLORA_CERCLE_VERT	Media		14,0000	6,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,4271	
		Límite superior	27,5729	
	Media recortada al 5%		12,7778	
	Mediana		5,0000	
	Varianza		360,000	
	Desv. estándar		18,97367	
	Mínimo		,00	
	Máximo		50,00	
	Rango		50,00	
	Rango intercuartil		32,50	
	Asimetría		1,108	,687
	Curtosis		-,306	1,334

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MILLORA_CERCLE_VERT	,283	10	,022	,769	10	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CERCLE_VERT	GRUPO CONTROL	4	5,38	21,50
	GRUPO INTERVENCIÓN	6	5,58	33,50
	Total	10		

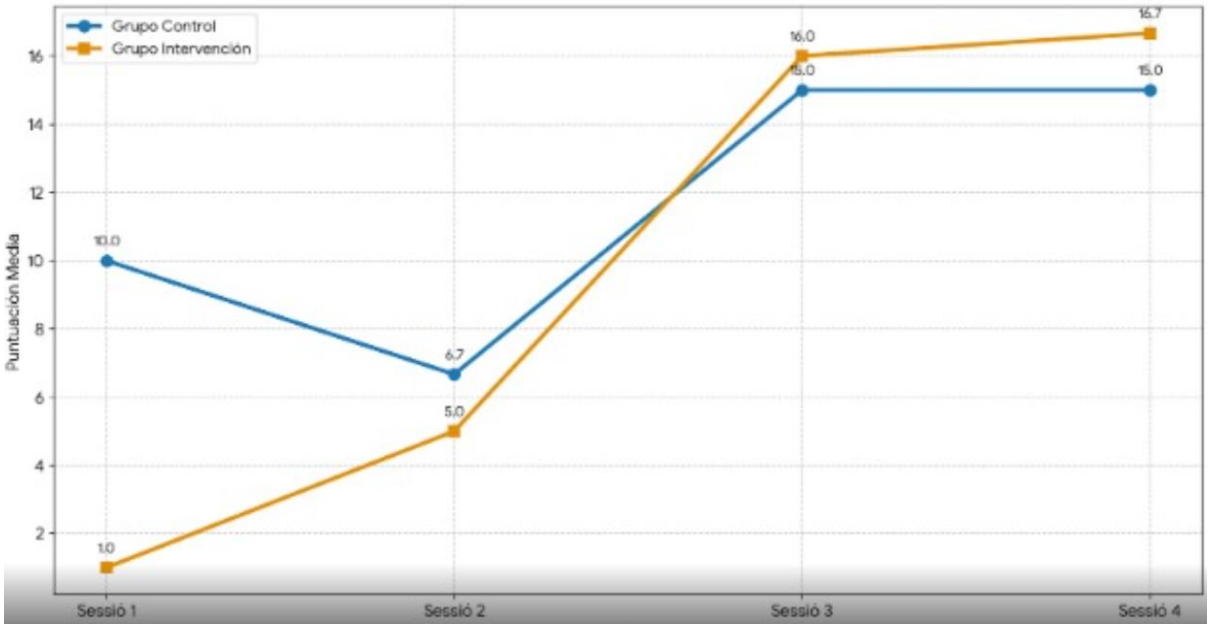
Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CERCLE_VERT
U de Mann-Whitney	11,500
W de Wilcoxon	21,500
Z	-,114
Sig. asin. (bilateral)	,909
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,914[b]

a. Variable de agrupación: GRUP

b. No corregido para empates.

Evolución Experimental Detallada: CÍRCULO VERTICAL



Anexo 7.9 Resultados de juegos MIMS para comparar pacientes menores 60 años vs mayores o igual a 60.

- Resultados estadísticos juego pinball.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	Se asumen varianzas iguales	,257	8	,402	,803	2,09524	8,13715	-16,66906	20,85953
	No se asumen varianzas iguales	,359	7,997	,364	,729	2,09524	5,83173	-11,35357	15,54405

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	d de Cohen	11,79185	,178	-1,183	1,527
	corrección de Hedges	13,06281	,160	-1,068	1,379
	delta de Glass	5,13160	,408	-1,037	1,768

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

- Resultados estadísticos juego constelaciones.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	Se asumen varianzas iguales	-1,554	7	,082	,164	-11,83333	7,61343	-29,83623	6,16956
	No se asumen varianzas iguales	-1,433	3,372	,119	,238	-11,83333	8,25867	-36,54828	12,88161

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	d de Cohen	10,76701	-1,099	-2,563	,430
	corrección de Hedges	12,12224	-,976	-2,276	,382
	delta de Glass	12,42310	-,953	-2,516	,752

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

- Resultados estadísticos juego circulo horizontal.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	Se asumen varianzas iguales	,334	8	,374	,747	4,28571	12,84391	-25,33239	33,90382
	No se asumen varianzas iguales	,348	4,226	,372	,745	4,28571	12,31668	-29,20134	37,77277

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	d de Cohen	18,61259	,230	-1,134	1,580
	corrección de Hedges	20,61872	,208	-1,023	1,427
	delta de Glass	17,32051	,247	-1,151	1,591

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

- Resultados estadísticos escala control calidad en pacientes menores 60 años y mayores o igual a 60.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP_EDAT	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CONTR_QUALI	1,00	7	5,57	39,00
	2,00	3	5,33	16,00
	Total	10		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CONTR_QUALI
U de Mann-Whitney	10,000
W de Wilcoxon	16,000
Z	-,114
Sig. asin. (bilateral)	,909
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	1,000[b]

a. Variable de agrupación: GRUP_EDAT

b. No corregido para empates.

- Resultados estadísticos circulo vertical.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	GRUP_EDAT	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CERCLE_VERT	1,00	7	6,57	46,00
	2,00	3	3,00	9,00
	Total	10		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CERCLE_VERT
U de Mann-Whitney	3,000
W de Wilcoxon	9,000
Z	-1,830
Sig. asin. (bilateral)	,067
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,117[b]

a. Variable de agrupación: GRUP_EDAT

b. No corregido para empates.

Anexo 7. 10. Resultados de la lateralidad de la hemiplejia.

Anexo 7.10. Resultados estadísticos de la escala ARAT en pacientes con hemiplejia izquierda.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	HEMIPLEGIA	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_ARAT	IZQUIERDA	11	10,27	113,00
	DERECHA	5	4,60	23,00
	Total	16		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_ARAT
U de Mann-Whitney	8,000
W de Wilcoxon	23,000
Z	-2,219
Sig. asin. (bilateral)	,026
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,027[b]

a. Variable de agrupación: HEMIPLEGIA

b. No corregido para empates.

Anexo 7.11 Resultados estadísticos de escalas en pacientes con hemiplejia izquierda.

- Escala HDRS.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	Se asumen varianzas iguales	-,478	12	,320	,641	-1,27273	2,66029	-7,06900	4,52354
	No se asumen varianzas iguales	-,871	11,990	,200	,401	-1,27273	1,46116	-4,45660	1,91115

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_HDRS	d de Cohen	4,08434	-,312	-1,588	,977
	corrección de Hedges	4,36388	-,292	-1,486	,915
	delta de Glass	1,00000	-1,273	-2,930	,511

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

- Escala TAP.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_TAP	Se asumen varianzas iguales	-,091	11	,465	,929	-1,36364	15,02877	-34,44174	31,71447
	No se asumen varianzas iguales	-,172	5,132	,435	,870	-1,36364	7,92266	-21,57244	18,84517

Tamaños de efecto de muestras independientes

			Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Standardizer[a]		Inferior	Superior
MILLORA_TAP	d de Cohen	19,55074	-,070	-1,575	1,439
	corrección de Hedges	21,02321	-,065	-1,465	1,338
	delta de Glass	7,07107	-,193	-1,679	1,369

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

- Escala FSS.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	HEMIPLEGIA	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_FSS	IZQUIERDA	11	8,00	88,00
	DERECHA	3	5,67	17,00
	Total	14		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_FSS
U de Mann-Whitney	11,000
W de Wilcoxon	17,000
Z	-,861
Sig. asin. (bilateral)	,389
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,456[b]

a. Variable de agrupación: HEMIPLEGIA

b. No corregido para empates.

Anexo 7.12 Estadística juego Constelaciones en pacientes con hemiplejia izquierda.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	Se asumen varianzas iguales	-1,512	7	,087	,174	-13,14286	8,69302	-33,69857	7,41286
	No se asumen varianzas iguales	-1,050	1,183	,231	,462	-13,14286	12,51937	-124,35467	98,06896

Tamaños de efecto de muestras independientes

			Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Standardizer[a]		Inferior	Superior
MILLORA_CONSTEL	d de Cohen	10,84209	-1,212	-2,866	,515
	corrección de Hedges	12,20678	-1,077	-2,546	,457
	delta de Glass	16,97056	-,774	-2,495	1,147

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

Anexo 7.13 Estadística de juegos círculo horizontal, control de calidad, pinball y círculo vertical en pacientes con hemiplejia izquierda.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	Se asumen varianzas iguales	,695	8	,253	,507	10,00000	14,38858	-23,18013	43,18013
	No se asumen varianzas iguales	1,183	5,469	,143	,286	10,00000	8,45154	-11,17705	31,17705

Tamaños de efecto de muestras independientes

			Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Standardizer[a]		Inferior	Superior
MILLORA_CERCLE_HORI	d de Cohen	18,20027	,549	-1,039	2,105
	corrección de Hedges	20,16197	,496	-,938	1,900
	delta de Glass	7,07107	1,414	-,931	3,631

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	HEMIPLEGIA	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CONTR_QUALI	IZQUIERDA	8	6,06	48,50
	DERECHA	2	3,25	6,50
	Total	10		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CONTR_QUALI
U de Mann-Whitney	3,500
W de Wilcoxon	6,500
Z	-1,179
Sig. asin. (bilateral)	,239
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,267[b]

a. Variable de agrupación: HEMIPLEGIA

b. No corregido para empates.

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias							
				Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	Se asumen varianzas iguales	-,377	8	,358	,716	-4,66667	12,37156	-33,19554	23,86221
	No se asumen varianzas iguales	.	.	.	.	-4,66667	.	.	.

Tamaños de efecto de muestras independientes

		Standardizer[a]	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
MILLORA_PINBALL	d de Cohen	11,73669	-,398	-2,460	1,689
	corrección de Hedges	13,00172	-,359	-2,221	1,525
	delta de Glass	.	.	.	.

a. El denominador utilizado en la estimación de tamanos del efecto.
d de Cohen utiliza la desviación estándar combinada.
La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar combinada, más un factor de corrección.
Delta de Glass utiliza la desviación estándar de la muestra del grupo de control (es decir, el segundo).

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	HEMIPLEGIA	N	Rango promedio	Suma de rangos
MILLORA_CERCLE_VERT	IZQUIERDA	8	5,69	45,50
	DERECHA	2	4,75	9,50
	Total	10		

Estadísticos de prueba[a]

	MILLORA_CERCLE_VERT
U de Mann-Whitney	6,500
W de Wilcoxon	9,500
Z	-,419
Sig. asin. (bilateral)	,675
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,711[b]

a. Variable de agrupación: HEMIPLEGIA

b. No corregido para empates.