

# Desarrollo y validación de una aplicación para entrenamiento cognitivo para personas mayores

*Universidad Politécnica de Valencia  
Departamento de Sistemas Informáticos y  
Computación*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Trabajo fin de Máster Universitario en  
Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Formas e Imagen Digital

*Autor:*

***Francisco Pedro Romero Martín***

*Supervisoras:*

***Dra. M. Carmen Juan Lizandra***

***Dra. Magdalena Méndez López***

Valencia, Septiembre 2015



---

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Terminar este trabajo ha sido un gran reto para mí. Quiero agradecer a todas esas personas que de una forma o de otra han hecho que este viaje sea mucho más fácil. Sois muchos, por lo que no podré mencionarlos a todos en este trabajo. Espero poder hacerlo algún día.

Para empezar me gustaría agradecer la oportunidad y el apoyo de Magdalena Méndez López y M. Carmen Juan Lizandra, tutoras de este trabajo final de máster. Muchas gracias por vuestra paciencia.

También darles las gracias al resto de miembros del grupo de investigación, las psicólogas Silvia e Izarbe, y la diseñadora Minerva, siempre dispuestos a ayudar.

Por supuesto me gustaría agradecer a mi familia la ayuda que me han brindado, por su paciencia y por haberme dado ese impulso constante que me ha hecho conseguir todas las metas que me he propuesto.

Pero sobre todo a los voluntarios de la Asociación de Parkinson. Gracias por el tiempo que os he robado. Esta tesis está dedicada a todos vosotros.

---

## RESUMEN

---

En la presente tesina se muestra el diseño, desarrollo y validación de una aplicación para entrenamiento cognitivo para personas mayores. Concretamente, se ha pretendido que la aplicación permita el entrenamiento cognitivo en personas mayores con la enfermedad de Parkinson.

Las tareas cognitivas van destinadas fundamentalmente a trabajar habilidades de atención y memoria a corto plazo.

Para el desarrollo de la aplicación se ha utilizado Unity, que es un motor para crear videojuegos y contenido 3D multiplataforma. Éste ha permitido crear una interfaz agradable donde el usuario responde a diversos ejercicios de tipo test, con alternativa de respuesta múltiple y cerrada, además de recopilar información de las respuestas ante los estímulos de la aplicación.

Tras el desarrollo de la citada aplicación, se ha realizado una validación con personas mayores de 60 años que padecen la enfermedad y personas mayores que no la padecen.

Los datos se han analizado estadísticamente para identificar si los usuarios muestran diferencias en sus ejecuciones con la aplicación en función de la enfermedad y otras variables personales, entre las que se encuentra el nivel cognitivo y el grado de dependencia.

Además, se ha comprobado la usabilidad de la aplicación y grado de satisfacción de los usuarios con la misma.

---

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

---

- **Enfermedad de Parkinson (EP):** Condición neurodegenerativa que se caracteriza clínicamente por la presencia de síntomas motores, como rigidez, temblor de reposo, bradicinesia e inestabilidad postural, así como por la existencia de síntomas no motores, como los cognitivos.
- **Bradicinesia o bradiquinesia:** Lentitud de los movimientos voluntarios asociada a disminución de los movimientos automáticos (como el braceo al caminar).
- **Bradifrenia:** Lentitud de los procesos mentales en pacientes con enfermedad de Parkinson y otros trastornos de los núcleos basales. La bradifrenia es un rasgo central de la enfermedad de Parkinson y se caracteriza por falta de interés, iniciativa, atención y concentración, fatiga y reacciones lentas. Por todo ello, la bradifrenia posee características similares a la apatía.
- **Memoria o función mnésica:** Capacidad que tenemos todos para hacer actual algo que ha acontecido en el pasado. Nos permite retener aquellos acontecimientos vividos anteriormente que hemos almacenado y posteriormente evocarlos. La función mnésica consiste en: 1) Fijar unos acontecimientos. 2) Almacenar los acontecimientos en nuestra memoria. 3) Evocar o recordar los acontecimientos. 4) Localizar y reconocer los recuerdos, en el espacio y en el tiempo. Por tanto en la neurobiología de la memoria se diferencian estas 4 fases (Baddley, 1999).
- **Deterioro Cognitivo Leve (DCL):** Entidad nosológica que pretende describir la sintomatología previa a la demencia. Los individuos afectados presentan daños más allá de lo esperado para su edad y educación, pero sin llegar a interferir de forma significativa con sus actividades de la vida diaria. Está considerado como el límite entre el envejecimiento normal y la demencia.
- **Memoria declarativa:** Es uno de los dos tipos de memoria a largo plazo existente en el ser humano (en ocasiones, y de una forma más general, conocida como memoria explícita). Hace referencia a todos aquellos recuerdos que pueden ser evocados de forma consciente, como hechos o eventos específicos (Squire, 2004).
- **Memoria no declarativa o procedimental:** Es la parte de la memoria que participa en el recuerdo de las habilidades motoras y ejecutivas necesarias para realizar una tarea. Es un sistema ejecutivo que guía la actividad y suele funcionar a un nivel inconsciente, como determinadas habilidades o destrezas (por ejemplo, la habilidad necesaria para montar en bicicleta) que se adquieren con la práctica o entrenamiento. La memoria procedimental es un tipo de memoria a largo plazo, y se considera una forma de memoria implícita (Squire, 2004).

- **Realidad aumentada (AR, del inglés Augmented Reality):** Es un tipo específico de la Realidad Mixta, donde la mayoría de la información es real y los objetos virtuales están, coherentemente, en la escena real.
- **Realidad virtual (VR, del inglés Virtual Reality):** Es un entorno de escenas u objetos de apariencia real, generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él.
- **Realidad Mixta (MR, del inglés Mixed Reality):** Se refiere a la síntesis de la imaginación virtual y lo real que crea una escena combinando información virtual y real en cualquier tipo de proporción.
- **Interfaces naturales de usuario (NUI, del inglés Natural User Interfaces):** Es la definición común utilizada por los diseñadores y desarrolladores de interfaces hombre-máquina para referirse a una interfaz de usuario que es eficazmente invisible, o se vuelve invisible conforme se ha aprendido a utilizar, puesto que se basa en la forma natural de actuar.
- **RAW:** Es un formato de archivo digital de imágenes que contiene la totalidad de los datos de la imagen tal y como ha sido captada por el sensor digital de la cámara fotográfica.
- **JPEG (del inglés Joint Photographic Experts Group):** Es un formato de archivo digital de imágenes que utiliza un algoritmo de compresión con pérdida para reducir el tamaño de los archivos de imágenes, esto significa que al descomprimir o visualizar la imagen no se obtiene exactamente la misma imagen de la que se partía antes de la compresión.

---

## CONTENIDO

---

1.	Introducción.....	11
1.1.	Motivación.....	11
1.2.	Hipótesis y objetivos.....	12
1.3.	Estructura de la memoria.....	13
2.	Estado del arte.....	15
2.1.	Introducción.....	15
2.2.	Parkinson.....	16
2.3.	Aprendizaje con dispositivos táctiles.....	17
3.	Contribuciones/Desarrollos.....	20
3.1.	Arquitectura del sistema.....	20
3.2.	Hardware.....	23
3.3.	Software.....	24
3.4.	Detalles de implementación.....	24
3.5.	Problemas encontrados.....	27
4.	Validaciones.....	29
4.1.	Introducción.....	29
4.2.	Diseño.....	30
4.2.1.	Participantes.....	30
4.2.2.	Cuestionarios.....	32
4.3.	Procedimiento.....	35
4.4.	Resultados.....	35
4.4.1.	Usabilidad.....	35
4.4.2.	Aprendizaje.....	38
5.	Conclusión y trabajos futuros.....	46
5.1.	Conclusión.....	46
5.2.	Trabajos futuros.....	47

6.	Bibliografía .....	48
7.	Anexo: Cuestionarios .....	53
7.1.	Cuestionario PDQ-39 Calidad de vida en EP .....	53
7.2.	Escala de Barthel.....	58
7.3.	MoCA.....	61
7.4.	Test de Usabilidad .....	62

---

## LISTA DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1: Estadística de publicaciones según el NCBI .....	15
Ilustración 2: Ejemplo de NUI para neurorrehabilitación en niños (Calderita, 2014). 18	
Ilustración 3: Proyecto CHILDMNEMOS (Juan et al., 2014).....	18
Ilustración 4: Sistema de rehabilitación virtual para EP (Albiol-Pérez 2012) .....	19
Ilustración 5: Ejemplos de juegos .....	20
Ilustración 6: Funcionamiento de la aplicación .....	22
Ilustración 7: Arquitectura del sistema .....	22
Ilustración 8: Rehabilitación con y sin atril .....	23
Ilustración 9: Menús de la aplicación .....	25
Ilustración 10: Ciclo por ejercicio .....	26
Ilustración 11: Rendimiento CPU y Memoria .....	26
Ilustración 12: Distribución proporcional de pantalla.....	27
Ilustración 13: Distribución proporcional de pantalla.....	27
Ilustración 14: Histograma de usabilidad .....	36
Ilustración 15: Histograma de aceptación .....	37
Ilustración 16: Comparación de aciertos según grupo y sesión.....	38
Ilustración 17: Comparación del tiempo medio (segundos) según grupo y sesión ...	39
Ilustración 18: Tiempo medio (segundos) por grupo según el tipo de tarea .....	39
Ilustración 19: Comparativa global de la evolución de aciertos/fallos y tiempo según participante .....	40
Ilustración 20: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P1 .....	41
Ilustración 21: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P2 .....	42
Ilustración 22: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P3 .....	43
Ilustración 23: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante C1 .....	44
Ilustración 24: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante C2 .....	45

---

## LISTA DE TABLAS

---

Tabla 1: Distribución de ejercicios .....	21
Tabla 2: Características sociodemográficas de la población .....	31
Tabla 3: Resultados cuestionario PDQ-39 .....	33
Tabla 4: Resultados cuestionarios Barthel.....	34
Tabla 5: Resultados cuestionarios MoCA .....	34
Tabla 6: Resultados test de usabilidad (US) y satisfacción (SA) .....	36

---

# 1. Introducción

---

1.1. Motivación.....	11
1.2. Hipótesis y objetivos .....	12
1.3. Estructura de la memoria.....	13

## 1.1. Motivación

Dentro de los trastornos del movimiento, una de las enfermedades que presenta una mayor prevalencia e impacto desde los puntos de vista médico, familiar, social, económico y político es la Enfermedad de Parkinson (EP). Con una prevalencia del 2% en personas mayores de 65 años, es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente después de la enfermedad de Alzheimer (Pan et al., 2015). Más de 50.000 personas la padecen en España, 1,2 millones en Europa, 6,3 millones en el mundo, lo que justifica su estudio y tratamiento (Méndez-López, 2013; Pérez-Menéndez, 2012).

En EE.UU., se estima la enfermedad en cuatro millones de individuos, con 100.000 muertes al año. Los costes de tratamiento y asistencia social de estos enfermos suponen anualmente unos 60.000 millones de dólares, estimándose que un tratamiento que pudiera retrasar el comienzo de la enfermedad en cinco años supondría un ahorro del 50% de esa cantidad anualmente (Segovia-De-Arana, 2002).

La EP es una condición neurodegenerativa que se caracteriza clínicamente por la presencia de síntomas motores, como rigidez, temblor de reposo, bradicinesia e inestabilidad postural, pero también por la existencia de síntomas no motores, como la aparición de alteraciones cognitivas que afectan a regiones corticales posteriores, como la memoria, la fluidez verbal, las alteraciones visuoespaciales y visuoperceptuales. (Tolosa, Wenning, & Poewe, 2006; Jankovic, 2008; Zesiewicz, Sullivan, & Hauser, 2006; Svenningsson et al., 2012).

Clásicamente, las alteraciones cognitivas en la EP se han asociado a la presencia de demencia en etapas tardías de la enfermedad; sin embargo, estudios recientes consideran que el deterioro cognitivo puede aparecer desde etapas tempranas. Conocer el perfil cognitivo de la EP contribuye a la comprensión del fenotipo clínico, facilita el diagnóstico oportuno y favorece la intervención de los síntomas desde estadios iniciales (Bocanegra, Trujillo-Orrego, & Pineda, 2014).

El objetivo general del estudio es entrenar la memoria en personas que padecen Parkinson con el propósito de mejorar su funcionamiento. Esto se pretende conseguir ya que hay estudios que muestran que haciendo determinados ejercicios cognitivos, se puede obtener un mejor rendimiento y/o evitar el deterioro cognitivo.

Asimismo, los conocimientos y resultados obtenidos en este estudio se podrán aplicar a otros pacientes que tienen la enfermedad de Parkinson y favorecerán nuevas investigaciones y mejoras en la calidad de vida y la comprensión de las funciones cerebrales afectadas.

Por otra parte, son muchos y muy diversos los proyectos que investigan los beneficios de las nuevas tecnologías en el desarrollo de sistemas de aprendizaje, como por ejemplo: el proyecto APRENDRA (Furió et al., 2013a; Furió et al., 2013b); o en el proyecto CHILDMNEMOS que se ha utilizado la realidad aumentada (AR, del inglés *Augmented Reality*) para evaluar la memoria espacial a corto plazo (Juan et al., 2014); o en sistemas de rehabilitación (Albiol-Pérez et al., 2014; Albiol-Pérez et al., 2012; Calderita et al., 2014). Utilizando dispositivos táctiles, realidad virtual (VR, del inglés *Virtual Reality*), AR, entre otros, para captar la atención del usuario y hacer más agradable la terapia. De aquí la motivación de adecuar las nuevas tecnologías a personas mayores, desarrollando aplicaciones específicas, adaptadas a sus discapacidades.

Por último, comentar que este trabajo final de master viene motivado por un estudio de mayor envergadura denominado “Evaluación de los sistemas de memoria implícita en pacientes con la enfermedad de Parkinson”. Y éste, a su vez, es un sub-proyecto que se enmarca dentro de los objetivos de investigación del proyecto: “Evaluación de los sistemas de memoria declarativa y no-declarativa en pacientes con enfermedad de Parkinson mediante pruebas novedosas” (Referencia 2014/B009) financiado por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo y la Obra Social de Ibercaja (2014). El equipo investigador es multidisciplinar y en él participan tanto ingenieros como psicólogos, siendo la Universidad de Zaragoza la coordinadora del mismo. Además, cuenta con la participación de la Universidad Autónoma de Madrid y, tras este trabajo, con la Universidad Politécnica de Valencia.

## 1.2. Hipótesis y objetivos

Entre los principales problemas cognitivos que presentan los enfermos de Parkinson podemos destacar por su importancia para la vida diaria los problemas en la memoria de trabajo y en la atención. La *memoria de trabajo* es aquella que permite manipular la información de forma activa a nivel mental; es necesaria por ejemplo para hacer operaciones como sumas o restas. Mientras que la *atención* permite determinar aquellos aspectos del mundo a los que vamos a atender, afectando también a lo que memorizamos. Son muchas las actividades en las que interviene la atención y la memoria de trabajo: leer un libro, mantener una conversación, ver una película, cocinar, etc.

Como se ha visto, tanto la *memoria de trabajo* como la *atención* tienen un gran papel en muchas tareas cotidianas, por ello es importante realizar un entrenamiento de estas áreas. De aquí que, el objetivo principal de este estudio sea desarrollar y validar una

aplicación para entrenamiento cognitivo procurando maximizar la atención en personas mayores con EP.

Para hacerlo posible, se plantean los siguientes sub-objetivos:

- Diseñar y validar la prueba de entrenamiento mediante un sistema de Tablet.
- Entrenar la memoria en personas con EP.
- Comparar los resultados con personas SIN EP.
- Aplicar el conocimiento obtenido a otras personas con EP.
- Favorecer nuevas investigaciones.
- Favorecer una mejor comprensión de las funciones cerebrales.

Con una variada selección de ejercicios, el entrenamiento ayudará a prevenir o reducir el deterioro mnésico. Evitar el deterioro cognitivo es necesario para mantener una independencia funcional que permita el desenvolvimiento autónomo en las actividades de la vida diaria.

### 1.3. Estructura de la memoria

La tesina se estructura de la siguiente forma:

#### 1. Introducción:

En el primer capítulo se explica brevemente cuál ha sido la motivación principal para desarrollar este trabajo. Explicando qué objetivos se quieren cumplir y cómo se ha estructurado la tesis.

#### 2. Estado del arte:

En el segundo capítulo se revisa la literatura más relevante a cerca de la EP y se analiza las novedades que existen en los sistemas de aprendizaje, prestando especial atención a dispositivos táctiles.

#### 3. Desarrollo:

En el tercer capítulo se expone el sistema de entrenamiento cognitivo desarrollado. Se explica cómo funciona, de qué partes está compuesto y cuáles son sus ventajas e inconvenientes. También se citan algunos detalles de implementación y problemas encontrados.

#### 4. Validación y análisis de los resultados:

En esta sección se muestran las pruebas que se han realizado. Especificando las fases ejecutadas en el estudio, analizando los datos obtenidos y evaluando los resultados para validar el objetivo principal.

#### 5. Conclusiones y trabajo futuro:

En el último capítulo se resume todo lo aprendido en este trabajo y se comentan las posibles mejoras que se podrían aplicar en un futuro.

## 6. Bibliografía

Referencias bibliográficas citadas en este documento.

## 7. Anexo:

El anexo contiene los diversos cuestionarios utilizados en las pruebas realizadas.

---

## 2. Estado del arte

---

2.1. Introducción .....	15
2.2. Parkinson .....	16
2.3. Aprendizaje con dispositivos táctiles .....	17

### 2.1. Introducción

En los últimos años se ha incrementado el número de publicaciones sobre investigaciones de enfermedades neurodegenerativas, aumentando las referencias a conceptos como desórdenes cognitivos, depresión, psicosis y demencia (ICDs) entre otros.

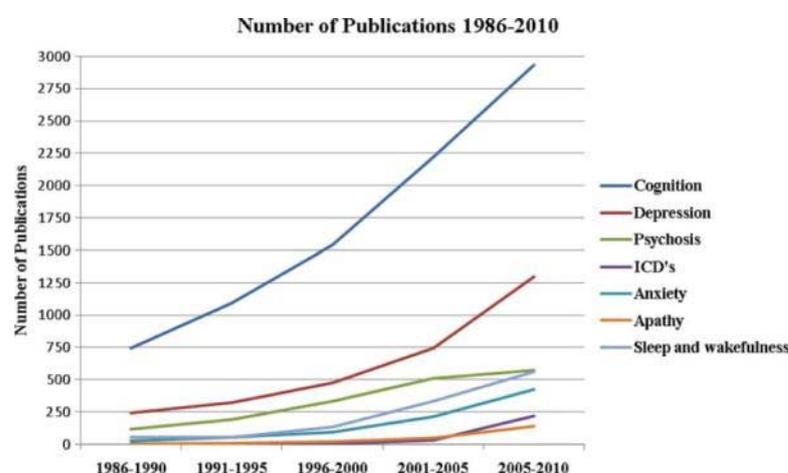


Ilustración 1: Estadística de publicaciones según el NCBI<sup>1</sup>

Este capítulo revisa la literatura más relevante a cerca de la EP y analiza las novedades que existen en los sistemas de aprendizaje, prestando especial atención a los dispositivos táctiles. Además, se revisan otros tipos de interfaces naturales y sistemas de rehabilitación, no necesariamente cognitivos, enfocados no sólo a Parkinson sino también a enfermedades neurológicas, daños adquiridos o simplemente a personas mayores.

---

<sup>1</sup> NCBI (National Center for Biothecnology Information)  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/instance/3513835/bin/nihms-424240-f0001.jpg>

## 2.2. Parkinson

La EP es un trastorno neurodegenerativo cuyas alteraciones clínicas se relacionan principalmente con la función motora (Muslimovic et al., 2007; Mazzoni, Shabboott, & Cortés, 2012). La enfermedad produce enlentecimiento de los movimientos, rigidez y temblor e inestabilidad postural. A estos síntomas clásicamente conocidos, actualmente se asocian otra serie de alteraciones que comprenden dificultades motoras más sutiles, entre las que destacan alteraciones en el rastreo visual y los tiempos de reacción (Bruna et al., 2000; Muslimovic et al., 2007). Se ha encontrado una reducción de la velocidad del rastreo ocular en el seguimiento de estímulos visuales en movimiento (Rascol et al., 1989; Anderson & MacAskill, 2013). Además, también se han descrito alteraciones en tareas en las que los movimientos de la mano han de ser corregidos con la información visual (Turner et al., 2003).

La investigación de los síntomas cognitivos en la EP data de la década de los sesenta (Pollock & Hornabrook, 1966). Los primeros estudios resaltaron que la magnitud de las alteraciones cognitivas se correlacionaba con la gravedad de los síntomas motores (Marttila & Rinne, 1976; Lieberman et al., 1979). En investigaciones más recientes, se propuso la entidad diagnóstica 'deterioro cognitivo leve' (DCL) para identificar casos preclínicos en la enfermedad de Alzheimer (Petersen, 2004; Petersen et al., 2009; Petersen, 2011), concepto que se ha venido extrapolando a otras enfermedades neurodegenerativas, como la EP (Litvan et al., 2012). Los estudios de DCL en EP han demostrado que los pacientes pueden presentar algún grado de deterioro cognitivo en las etapas iniciales de la enfermedad (Biundo et al., 2014; Marras et al., 2013; Caviness et al., 2007; Aarsland et al., 2010; Aarsland et al., 2009; Yarnall et al., 2014; Pfeiffer et al., 2014), e incluso se ha propuesto que pueden aparecer desde la fase prematura de la enfermedad (Postuma et al., 2012).

Debido a que la etiología de la enfermedad se relaciona con una lesión en regiones cerebrales con funciones complejas (Wilkinson, Khan, & Jahanshahi, 2009), los afectados poseen alteraciones cognitivas de diversa índole que influyen sobre la calidad de vida de un modo progresivo (Ostrosky-Solís, 2000). Se han encontrado alteraciones en las funciones ejecutivas, con especial deterioro en pruebas que implican un cambio en el *set* mental (Ceravolo et al., 2012; Dirnberger & Jahanshahi, 2013). Esto se traduce en una dificultad para realizar tareas en las que se requiera planificación y control de las estrategias de respuesta dirigidas a un objetivo, ya que se solicita un cambio de las mismas durante el transcurso de la evaluación. Es decir, la capacidad que tenemos para ser flexibles y cambiar reglas, por ejemplo, en una tarea de clasificación, cambiar la regla de clasificación según el número de elementos a según el tipo de elementos, etc. Una situación que ejemplifica esta dificultad se podría observar en la ordenación de secuencias de series de números y letras con alternancia de las mismas (1-A-2-B-3-C...), donde el paciente con EP tiene dificultades para realizar los cambios en la secuencia (Biundo et al., 2011). También existen déficits de tipo visuoespacial, destacando los problemas en la orientación espacial, así como alteraciones en la formación de memorias (Ostrosky-Solís, 2000).

En relación al proceso de memoria, se conocen varios componentes con bases anatomofuncionales diferenciadas (Squire, 2004). Brevemente, se describirán las divisiones

principales que se caracterizan por la diferenciación en el modo de aprender y evocar la información. Por un lado, la memoria declarativa se refiere a la adquisición de datos y hechos directamente accesibles a la conciencia. Por el contrario, la memoria no-declarativa o implícita se refiere al aprendizaje no consciente que abarca destrezas de tipo perceptivo-motor y otras de tipo semántico, en las que la presentación de un material facilita asociaciones con el material siguiente. En general, la memoria implícita es aquella que refleja cualquier situación en la que el beneficio del entrenamiento se observa porque se automatiza más el proceso, como, por ejemplo, la conducción de un vehículo o el entrenamiento musical.

La dicotomía entre la memoria declarativa y no-declarativa se fundamenta en el hallazgo de déficits que afectan solamente la memoria declarativa en pacientes amnésicos clásicos, mientras que los pacientes con demencias subcorticales poseen una alteración de la memoria implícita (Gabrieli, 1996).

### 2.3. Aprendizaje con dispositivos táctiles

Hoy en día, los niños crecen usando juegos de ordenador y otras tecnologías que han cambiado sus estilos de ocio preferidas, su interacción social, e incluso sus preferencias de aprendizaje (Bekebrede, Warmelink, & Mayer, 2011). Son muchos los campos que se ven beneficiados de la incorporación de estos nuevos avances, y por ello, son muchos los trabajos que estudian las interfaces naturales de usuario (NUI, del inglés Natural User Interfaces) para llegar a personas de todas las edades. Por ejemplo, Shen, Ong, & Nee (2011) utiliza la visión por computador para detectar la interacción de la mano en un entorno de AR.

La tendencia actual en los nuevos dispositivos, juegos y consolas es deshacerse de todos los gamepads, joysticks y otros métodos de entrada. Largillier (2011) argumenta que las tecnologías tales como las interfaces multitáctil deben evolucionar con el usuario. Aunque dentro del marco de la rehabilitación cognitiva hay investigaciones que aseguran que el empleo del ratón es capaz de mejorar la actividad motora fina (Sinforiani et al., 2004), otros investigadores, como Roman (2010), aseguran que "los días del ratón están contados".

Las NUI permiten a los usuarios ser el controlador de sí mismos mediante la detección de la posición de las distintas partes del cuerpo facilitando la aceptación de los usuarios (Fishkin, 2004). Sin embargo, las personas adultas son más reacias a aceptar los nuevos avances, y se requiere más esfuerzo para introducir estas tecnologías. Por ejemplo, en un estudio de Carvalho et al. (2012) se presenta un juego multitáctil concebido para estimular y enseñar a las personas excluidas digitalmente. A partir de sus resultados, encontraron que el uso de las NUI puede ser beneficioso para superar algunas dificultades producidas por la brecha digital.



*Ilustración 2: Ejemplo de NUI para neurorrehabilitación en niños (Calderita, 2014)*

Como se mencionó anteriormente, las NUI se están incorporando en un gran número y variedad de aplicaciones: para la rehabilitación física (Chang, Chen, & Huang, 2011b; Lange et al., 2011), para la neurorrehabilitación en niños (Calderita et al., 2014), para la formación de personas con limitaciones cognitivas (Chang, Chen, & Chuang, 2011a), o para la transformación de un proceso de gestión en papel a un proceso de NUI en un hospital de atención crónica (Anacleto, Fels, & Silvestre, 2012).

Muchos juegos de ordenador han sido diseñados con una formación académica y con fines de aprendizaje, pero sólo unos pocos de ellos han realizado un análisis profundo (Connolly, Stansfield, & Hainey, 2011; Freitas & Campos, 2008; O'Neil, Wainess, & Baker, 2005). La mayoría de los juegos educativos de ordenador se han desarrollado sin llevar a cabo una investigación o basarse en teorías de aprendizaje coherentes (Shaffer et al., 2004). Según Connolly et al. (2007), con las nuevas tecnologías, el aprendizaje basado en juegos supone un novedoso enfoque como soporte, apoyo y mejora de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Diferentes tecnologías como la AR se han utilizado para desarrollar sistemas educativos. Por ejemplo, Construct3D (Kaufmann, 2004) fue desarrollado para enseñar matemáticas y geometría. Incluso, es posible aprender química orgánica usando un sistema de AR (Fjeld et al., 2007).



*Ilustración 3: Proyecto CHILDMNEMOS (Juan et al., 2014)*

Más próximos, en el grupo de investigación de Informática Gráfica de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), se han desarrollado y probado en el proyecto APRENDRA y en el proyecto CHILDMNEMOS (véase ilustración 3) varios sistemas táctiles y de AR: un sistema para evaluar la memoria espacial a corto plazo (Juan et al., 2014); un sistema para contar historias (Juan, Canu, & Giménez, 2008b); un sistema para el aprendizaje del interior del cuerpo humano (Juan, Beatrice, & Cano, 2008a); sistemas para aprender sobre los animales en peligro de extinción (Juan et al., 2010a; Juan et al., 2011a); y aprender a deletrear (Juan et al., 2010b); un juego de teléfono para aprender a reciclar (Juan et al., 2011b); incluso juegos con un trasfondo moral inculcando solidaridad y tolerancia (Furió et al., 2013a), así como ecología, con el ciclo del agua (Furió et al., 2013b), también publicados recientemente.

Por otra parte, hay un gran espectro de estudios enfocados a la rehabilitación, no sólo de EP, sino de enfermedades neurodegenerativas en general y/o daños cerebrales adquiridos. Algunos utilizando sistemas táctiles, como es el caso de L'EHPAD Les Signolles d'Ajain (Francia), hogar de ancianos donde se evalúa la capacidad de entretenimiento y estimulación de las funciones cognitivas entre los ancianos residentes, algunos de ellos con Alzheimer o Parkinson (Mas et al., 2013).



*Ilustración 4: Sistema de rehabilitación virtual para EP (Albiol-Pérez 2012)*

Otros en cambio, como el Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial y el Instituto Interuniversitario de Investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada al Ser Humano, ambos de la UPV, utilizan dispositivos como Nintendo® Wii Balance Board® o Kinect (véase ilustración 4) para tratar pacientes con EP (Albiol-Pérez et al., 2012; Palacios-Navarro, Albiol-Pérez, & García-Magariño, 2015), con Síndrome de Guillain-Barré (Albiol-Pérez et al., 2015), o con daño cerebral adquirido (Albiol-Pérez et al., 2014). Esta terapia virtual de rehabilitación motora trata de medir y corregir el equilibrio del paciente mejorando el control postural, la movilidad y el modo de caminar.

---

## 3. Contribuciones/Desarrollos

---

3.1. Arquitectura del sistema .....	20
3.2. Hardware .....	23
3.3. Software.....	24
3.4. Detalles de implementación.....	24
3.5. Problemas encontrados.....	27

### 3.1. Arquitectura del sistema

Una vez analizado el estado del arte, las psicólogas del equipo investigador han definido los distintos juegos que conforman la aplicación. Concretamente tres grupos distintos: juegos de números (sumas, restas, series numéricas), juegos de letras (sinónimos/antónimos) y juegos de figuras (formas, colores, trazos). En total se han diseñado e implementado diez tareas distintas que aportan diversidad al entrenamiento haciéndolo más ameno.

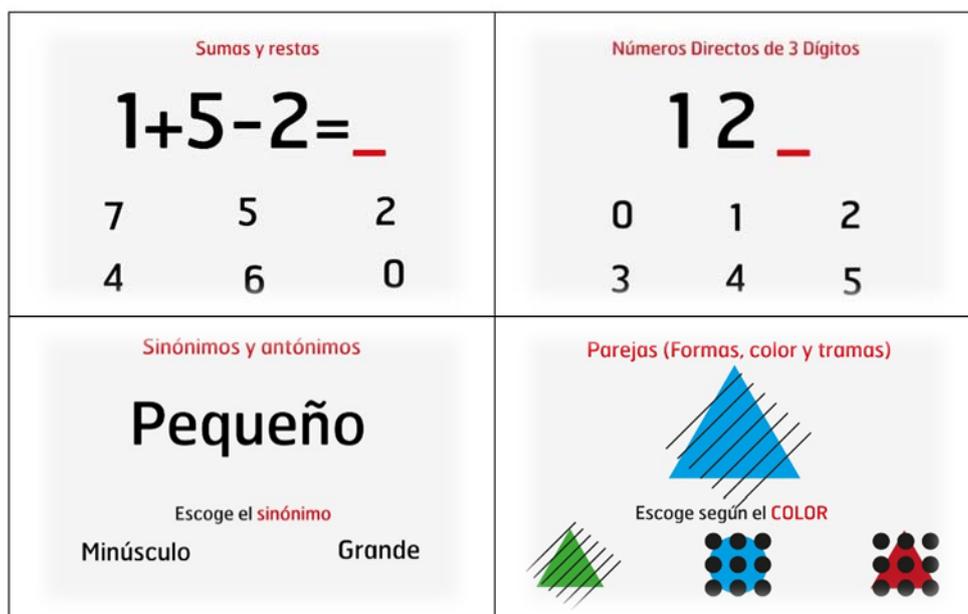


Ilustración 5: Ejemplos de juegos

Para cada juego se han definido preguntas de tipo test, con alternativa de respuesta múltiple y cerrada. A su vez, se han clasificado en varios niveles, facilitando el aumento gradual de la dificultad a lo largo de las sesiones que conforman el estudio. Concretamente 1880 ejercicios distribuidos por tarea y nivel según se muestra en la tabla 1.

GRUPO	Tarea	Nivel (Número de ejercicios)	Total
Juegos de números	01 Sumas	Sumas I (40) Sumas II (40) Sumas III (40)	120
	02 Restas	Restas I (40) Restas II (40) Restas III (40)	120
	03 Sumas y restas	Sumas y restas I (40) Sumas y restas II (40)	80
	04 Series directas 3 dígitos	Series directas 3 continua (40) Series directas 3 discontinua 1 (40) Series directas 3 discontinua 2 (40) Series directas 3 discontinua 3 (40) Series directas 3 discontinua 4 (40) Series directas 3 discontinua 5 (40)	240
	05 Series directas 4 dígitos	Series directas 4 continua (40) Series directas 4 discontinua 1 (40) Series directas 4 discontinua 2 (40) Series directas 4 discontinua 3 (40) Series directas 4 discontinua 4 (40) Series directas 4 discontinua 5 (40)	240
	06 Series inversas 3 dígitos	Series inversas 3 continua (40) Series inversas 3 discontinua 1 (40) Series inversas 3 discontinua 2 (40) Series inversas 3 discontinua 3 (40) Series inversas 3 discontinua 4 (40) Series inversas 3 discontinua 5 (40)	240
	07 Series inversas 4 dígitos	Series inversas 4 continua (40) Series inversas 4 discontinua 1 (40) Series inversas 4 discontinua 2 (40) Series inversas 4 discontinua 3 (40) Series inversas 4 discontinua 4 (40) Series inversas 4 discontinua 5 (40)	240
Juegos de letras	08 Sinónimos y antónimos	01 Sinónimos y antónimos (10) 02 Sinónimos y antónimos (10) 03 Sinónimos y antónimos (10) 04 Sinónimos y antónimos (10) 05 Sinónimos y antónimos (10) 06 Sinónimos y antónimos (10) 07 Sinónimos y antónimos (10) 08 Sinónimos y antónimos (10) 09 Sinónimos y antónimos (10) 10 Sinónimos y antónimos (10)	100
Juegos de formas	09 Colores y formas	I Colores y formas (100) II Colores y formas (100)	200
	10 Colores, formas y tramas	I Colores, formas y tramas (150) II Colores, formas y tramas (150)	300
			<b>1880</b>

Tabla 1: Distribución de ejercicios

La aplicación se ha diseñado para recopilar información sobre las respuestas del usuario. Concretamente, registrar aciertos/fallos y tiempo de respuesta que posteriormente serán analizados.

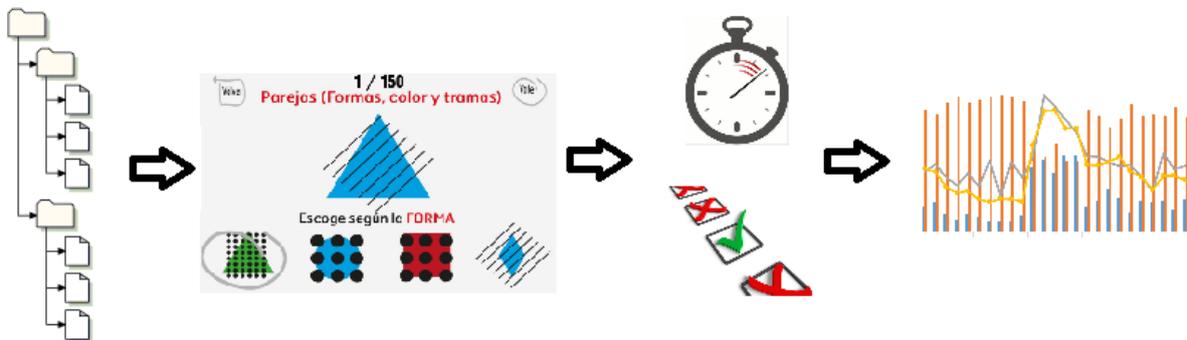


Ilustración 6: Funcionamiento de la aplicación

Dada la naturaleza de los usuarios finales, se ha optado por no aplicar retroalimentación directa sobre los resultados. Es decir, el usuario desconoce si falla la respuesta evitando posible desmotivación y desconcentración. Igualmente, el temporizador permanece oculto para que el usuario no focalice su atención en el tiempo transcurrido y, de esta manera, reducir los posibles distractores de la tarea principal.

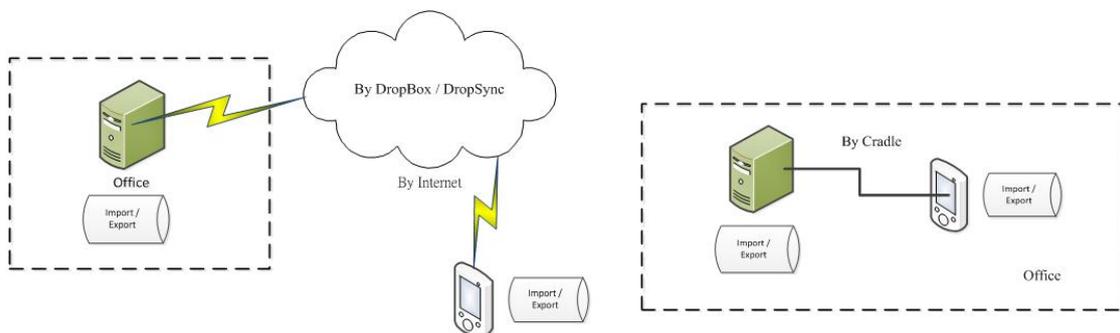


Ilustración 7: Arquitectura del sistema

En cuanto al sistema de almacenaje utilizado, se ha optado por un repositorio de ficheros. El acceso al mismo se puede llevar a cabo a través de un cable USB que comunique el ordenador con la Tablet. No obstante, una aplicación externa denominada “Dropsync (Dropbox Autosync)<sup>2</sup>” sincroniza de forma bidireccional y automática los datos (tanto juegos como usuarios) con el repositorio central alojado en Dropbox. Como cabe esperar, es imprescindible que el dispositivo encuentre conexión Wifi disponible para que se efectúe dicha sincronización.

<sup>2</sup> Dropsync (Dropbox Autosync) [Enlace a fecha 01/09/15]  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ttxapps.dropsync&hl=es>

Gracias a esta configuración, ha sido más rápido y cómodo llevar a cabo la depuración de los ejercicios que conforman el juego, manteniendo todos los dispositivos correctamente actualizados. Igualmente, las nuevas versiones de la aplicación han sido convenientemente actualizadas, manteniendo en todo momento los dispositivos listos para trabajar.

Por último, destacar la importancia del control de versiones de Dropbox. No era requisito del proyecto, pero el hecho de disponer de copia de seguridad automática tras cada sincronización, aporta seguridad a la herramienta ante posibles caídas. Además, el acceso compartido al repositorio ha permitido a todos los investigadores disponer de los datos actualizados y llevar a cabo un seguimiento más exhaustivo.

### 3.2. Hardware

En la sección anterior, estado del arte, se ha razonado el uso de tablets, móviles y PC táctiles entre otros dispositivos de última tecnología, siendo el tablet la opción elegida para este estudio. Concretamente, se han utilizado dos Samsung Galaxy Tab 2 de 10" con Android versión 4.2.2.

Entre los objetivos que se esperan de este tipo de hardware, se busca principalmente la facilidad y comodidad de uso, puesto que los usuarios son de edad avanzada. El hecho de ser táctil lo hace más lógico e intuitivo que otros dispositivos como el ratón del ordenador.

Por otra parte, resulta fácil de transportar y manipular, pudiendo sostenerlo tanto en la mano como en un atril o directamente sobre una mesa. Se debe tener en cuenta que este tipo de usuarios puede necesitar una postura determinada durante el entrenamiento, o incluso cambiar frecuentemente para evitar fatiga corporal.



*Ilustración 8: Rehabilitación con y sin atril*

Otro aspecto importante es la fiabilidad y robustez del sistema, permitiendo sesiones continuas sin sobresaltos y, lo que es más importante, sin pérdida de datos. Este aspecto de seguridad aporta confianza al usuario inexperto, adaptándose al sistema más rápidamente.

Por último, añadir que, también gracias a su bajo coste, se plantea la posibilidad de poner más unidades a disposición de los pacientes.

### 3.3. Software

El software se ha desarrollado utilizando Unity principalmente por ser rápido, fiable y multiplataforma. Además, es fácil de cambiar en el futuro.

Aunque la aplicación se ha desarrollado en 2D con intención de hacerlo más sencillo al ojo del usuario, cambiar a 3D no supondría un gran coste gracias a Unity. Incluso se podrían programar shaders si fuese necesario realizar transformaciones o crear efectos especiales.

Existen gran variedad de consolas y dispositivos, además de otros nuevos que salen al mercado cada año, tales como Kinect, Wii, Xbox, Oculus Rift entre otros, que se podrían probar y comparar fácilmente gracias a Unity.

Otra característica destacable, es la compilación para múltiples plataformas móviles como son Android, iPhone y Windows Phone, permitiendo aplicar una misma distribución en distintos dispositivos.

La potencia de su lenguaje principal, C#, es suficientemente buena para el cometido de este estudio, permitiendo una programación limpia y eficiente.

### 3.4. Detalles de implementación

Inicialmente, se habían definido dos grupos de juegos: unos de tipo test y otros que requerían de entrada numérica. Pero tras debatir las dificultades que supondría el teclado numérico en ciertos pacientes, se optó por redefinir los juegos y unificarlos todos en tipo test. De este modo, también se ha simplificado la implementación, consiguiendo un resultado más limpio, sencillo y escalable.

La navegación resulta muy sencilla para el usuario, pues siempre es lineal avanzando o retrocediendo por los cinco niveles o menús que conforman la aplicación: Bienvenida → Selección de usuario → Selección de tarea (tipo de juego) → Selección de nivel → Jugar

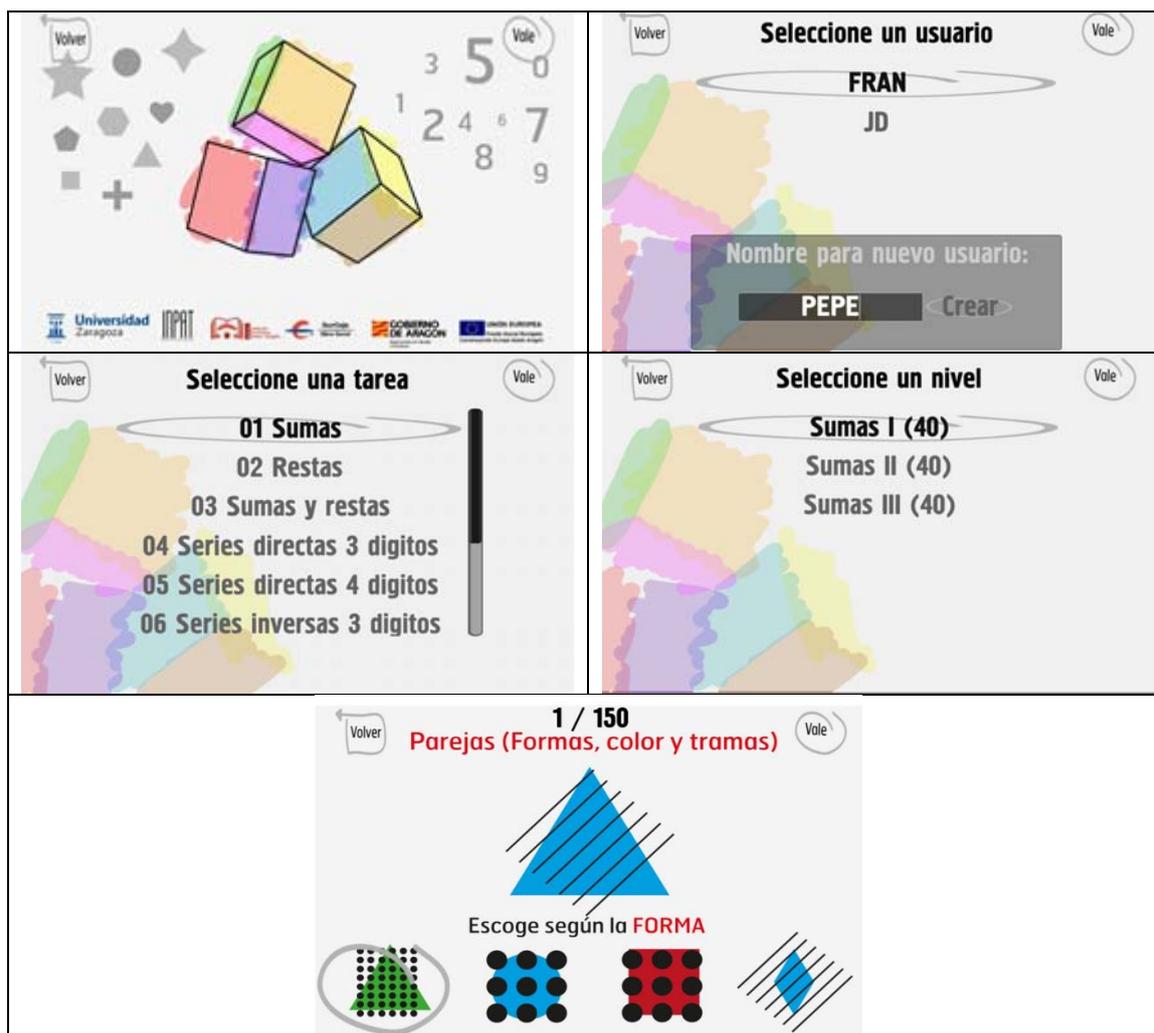


Ilustración 9: Menús de la aplicación

A partir de la propia estructura de ficheros, la aplicación carga el listado de usuarios, listado de tipos de juegos, listado de niveles y cada uno de los juegos según se va necesitando. En el nombre de cada fichero se encuentran definidos: el número de opciones que ha de mostrar la aplicación ( $\_On$ , donde  $n$  es un valor entre 2 y 9); y la respuesta correcta ( $\_Rn$ , donde  $n$  es un valor entre 1 y 9). De este modo, se consiguen mantener muy pocos datos en memoria logrando una ejecución más ligera, especialmente, en dispositivos móviles con poca capacidad.

Por otra parte, el hecho de separar los datos y la lógica del programa supone una mejora importante de cara a actualizaciones y/o ampliaciones en los juegos, puesto que no requiere volver a generar un fichero de instalación nuevo.

Dentro de la aplicación, de aproximadamente setecientas líneas de código, cabe destacar el bucle principal de juego (véase ilustración 10). Por cada ejercicio se lleva a cabo un ciclo que supone cargar la pregunta, detectar la respuesta correcta, preparar el número de respuestas, detectar la/s respuesta/s seleccionada/s, cronometrar y registrar cada respuesta.

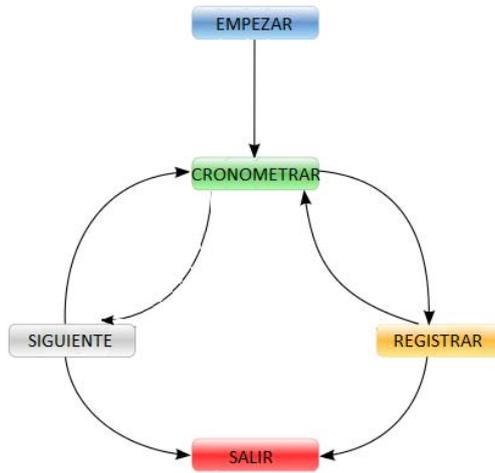


Ilustración 10: Ciclo por ejercicio

Cuando el usuario avanza a la siguiente pregunta, la aplicación descarga la imagen previa haciendo uso eficiente de la memoria. Destruyendo objetos innecesarios para liberar memoria. Pero existen objetos que no interesa destruir dada su frecuencia de uso. Reutilizándolos se evita el coste de crearlos de nuevo.

Usando un máximo de 200Mb de memoria de ejecución y apenas alcanzando un 15% de CPU, el alto rendimiento en dispositivos móviles hace más agradable la experiencia del usuario.

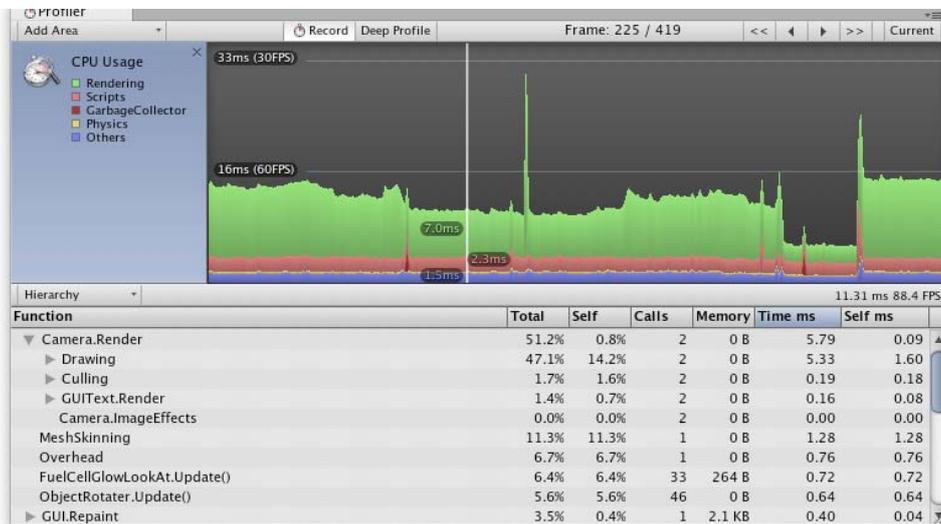


Ilustración 11: Rendimiento CPU y Memoria

Otra característica de la implementación es la robustez ante eventos no esperados del usuario y/o posibles fallos del dispositivo, asegurando en todo momento que no habrá pérdida de datos. Controlando los accesos a memoria física, especialmente para escritura. Capturando y tratando todos los errores, e incluso registrándolos para posteriores tareas de mantenimiento.

### 3.5. Problemas encontrados

Pese a la capacidad de desarrollo multiplataforma de Unity, no es automática la adaptación multi-dispositivo. La resolución de pantalla, la capacidad del procesador y la memoria entre otras, son características que varían mucho de un dispositivo a otro.

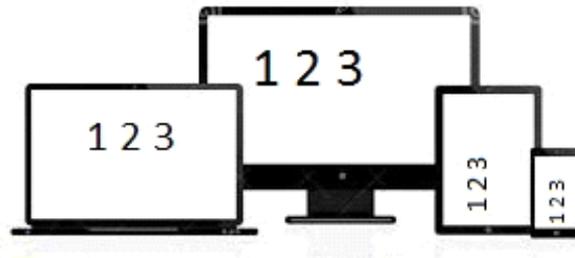


Ilustración 12: Distribución proporcional de pantalla

A continuación, se analizan los principales problemas encontrados y cómo se ha conseguido afinar el rendimiento y la sensibilidad del dispositivo final.

Por una parte, para que la aplicación se ajustara automáticamente a cualquier resolución de pantalla, se ha requerido de gran trabajo en equipo con la diseñadora especificando proporciones relativas y nomenclatura para la distribución del espacio. Independientemente del tamaño de pantalla del dispositivo, la aplicación calcula una rejilla de 6x6 que facilita la determinación de la posición y el tamaño de cada objeto de la escena. Gracias a esta labor común, futuras ampliaciones serán más sencillas.



Ilustración 13: Distribución proporcional de pantalla

Por otra parte, el formato y el tamaño en megabytes de las imágenes utilizadas han sido clave en la mejora del rendimiento de la aplicación. Quizás uno de los aspectos menos conocidos de Unity sea su delicada naturaleza para descomprimir en tiempo de ejecución imágenes de repositorios externos, y su posterior aplicación en materiales y texturas.

Inicialmente el formato utilizado era RAW con alta calidad (3000px). Tras numerosas pruebas con otros formatos y dimensiones, se optó por utilizar JPEG con media-baja calidad (1024 ancho x 512 alto), ocupando alrededor de 100Kb por imagen.

En cuanto a la sensibilidad del dispositivo, debido a problemas en la capacidad motora-refleja de los usuarios, y con la intención de mejorar su experiencia perceptual, hubo que modificar la aplicación para capturar y retroalimentar los eventos táctiles independientemente de la prolongación de la pulsación.

Para terminar, comentar que éstos y otros problemas de menor importancia han sido convenientemente documentados en el cuaderno de bitácora del proyecto, así como en el manual de usuario de la aplicación.

---

## 4. Validaciones

---

4.1. Introducción .....	29
4.2. Diseño.....	30
4.2.1. Participantes .....	30
4.2.2. Cuestionarios .....	32
4.3. Procedimiento.....	35
4.4. Resultados.....	35
4.4.1. Usabilidad .....	35
4.4.2. Aprendizaje .....	38

### 4.1. Introducción

En esta sección, se muestran las pruebas que se han realizado. Especificando las fases ejecutadas en el estudio, analizando los datos obtenidos y evaluando los resultados para validar el objetivo principal.

Antes del entrenamiento, se ha realizado una serie de preguntas a cada participante para valorar el nivel de funcionamiento en la vida cotidiana. Concretamente a través de la escala de Barthel (Mahoney & Barthel, 1965) (Cid-Ruzafa & Damián-Moreno, 1997), para valorar la capacidad física, la escala Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire PDQ-39 (Peto et al., 1995; Martínez-Martín et al., 1999) y el Montreal Cognitive Assessment MoCA (Dalrymple-Alford et al., 2010). En el apartado “4.2.2. Cuestionarios” se describe cada uno de ellos, y se analiza la muestra de participantes bien definida gracias a los resultados obtenidos de los mismos.

Para conocer si el funcionamiento de la memoria de trabajo y la atención experimenta mejoría como consecuencia del entrenamiento, se ha evaluado el nivel previo al entrenamiento de estas áreas. Para ello, se utilizó la prueba breve de exploración del funcionamiento cognitivo MoCA. En un futuro, cuando acabe el entrenamiento, se evaluarán de nuevo para contrastar resultados.

En cuanto a la rehabilitación propiamente dicha, ésta ha consistido en la realización de tareas cognitivas en un dispositivo electrónico, una Tablet con pantalla táctil, en la cual las respuestas se hacen efectivas únicamente tocando la pantalla.

Inicialmente se proponía que los participantes se llevaran la Tablet a casa y realizaran allí los ejercicios pudiendo estructurar su entrenamiento según sus propios horarios, teniendo siempre en cuenta que cada sesión de entrenamiento durase aproximadamente 50 minutos, siendo necesarias 3 sesiones a la semana durante 8 semanas.

Debido a la falta de medios y la falta de experiencia de algunos participantes con dichos dispositivos, se optó por planificar 1 sesión a la semana siempre supervisada por alguno de los miembros de la investigación.

Hasta la fecha de inicio de redacción de esta memoria, se disponen datos de 5 participantes en los que ha sido posible aplicarles 5 sesiones de entrenamiento. Estos datos de rendimiento son los que se analizan en esta tesina, dado que nos permiten tener un seguimiento del usuario en un número considerable de experiencias con el sistema desarrollado.

Se aclara a los participantes los beneficios que tiene el estudio, concretamente, los participantes que así lo deseaban podían obtener los siguientes beneficios. En primer lugar, éstos recibían información sobre el rendimiento en la realización de los ejercicios de entrenamiento. Además, se les entregaba un documento donde se describe el nivel de funcionamiento previo y posterior al entrenamiento. Cabe destacar que en ningún caso esta información se trata de una valoración clínica. Si el participante cree tener problemas cognitivos debe ser valorado por un especialista.

Por otro lado, en cuanto a los inconvenientes, no existía ningún inconveniente ni perjuicio para la salud de los participantes. Además, es importante destacar que el participante podía abandonar el proceso del estudio en cualquier momento sin tener que dar expresión de causa alguna.

## **4.2. Diseño**

### **4.2.1. Participantes**

La población de estudio se compone por pacientes con EP y controles de edades similares. Además, se ha controlado que la muestra tenga agudeza visual normal o corregida y una capacidad auditiva correcta, así como otras variables sociodemográficas en las que se incluye la dominancia manual, el nivel de estudios y el trabajo desempeñado. Para ello, antes de las pruebas, se ha solicitado a los participantes rellenar un consentimiento informado y algunas variables sociodemográficas de interés.

Concretamente, la población está formada por 5 participantes, 3 mujeres y 2 hombres, de los cuales 3 son pacientes con EP y los otros 2 forman el grupo de control. La edad comprende entre 75 y 89 años, siendo la media de edad 81,4. En cuanto a nivel de estudios todos tienen estudios primarios, salvo uno de los participantes que carece de formación. Todos los participantes son ciudadanos de Teruel y alrededores.

El perfil de la población queda definido, según los grupos G1 (EP) y G2 (Control) como se indica en la tabla 2:

	G1			G2		TOTAL (%)	
	P1	P2	P3	C1	C2	G1	G2
<b>N</b>	1	1	1	1	1	60	40
<b>Género (H/M)</b>	Mujer	Hombre	Hombre	Mujer	Mujer	66,3/ 33,4	0/10 0
<b>Edad</b>	89,08	85,33	79,16	79,91	75,41	84,3	77,8
<b>Año diagnóstico</b>	2012	1999	2000	-	-	-	-
<b>Medicación Párkinson</b>	Pendiente	Sí	Sí	-	-	66,6	0
<b>Otra medicación</b>	No	Sí, para Reuma	Sí	Sí, para colesterol, reuma y depresión	Sí	66,6	100
<b>Estudios</b>	Estudios primarios	Sin estudios	Estudios primarios	Estudios primarios	Estudios primarios	33,4/ 66,6	100
<b>Profesión</b>	Ama de casa	Agricultor	Oficial de primera	Ama de casa	Ama de casa	-	-
<b>Situación actual</b>	Jubilado	Jubilado	Jubilado	Ama de casa	Jubilado	-	-
<b>Lateralidad</b>	Diestro	Diestro	Ambidiestro	Diestro	Diestro	-	-
<b>Problemas visuales</b>	Presbicia	-	Visión monocular	Cataratas	Presbicia	66,6	100
<b>Uso gafas</b>	Sí	-	Sí	-	Sí	66,6	50
<b>Problemas auditivos</b>	-	-	Dificultad auditiva	-	-	33,3	0
<b>Dolencias crónicas</b>	-	Artrosis	Hernias discales	Artritis	Osteoporosis, dolor reumático	66,6	100
<b>Intervención</b>	Clavos en dos caderas	Próstata	Aneurisma aorta	-	Catéter	100	50
<b>Pérdidas</b>	Memoria, motora	Oído, motora	Memoria, motora	-	-	100	0
<b>Sueño</b>	-	Dificultad	Dificultad	-	-	66,6	0
<b>Dolencia respiratoria</b>	-	-	-	-	-	0	0
<b>Dolencia cardíaca</b>	-	-	-	-	-	0	0
<b>Dolencia reumatoide</b>	-	Artrosis	-	Artrosis	Artrosis	33,3	100

Tabla 2: Características sociodemográficas de la población

En cuanto a la vida laboral de los participantes, se agrupan en tres profesiones: agricultor, oficial de primera y ama de casa.

Cabe destacar algunas dificultades como que el 80% de la población tiene problemas visuales debido a presbicia, visión monocular o cataratas. Un 80% con dolencia crónica, 60% de los participantes con dolencias reumatoideas. El 80% ha tenido algún tipo de intervención clínica. Además, uno de los participantes padece dificultades auditivas.

Como era de esperar, todos los miembros del grupo G1 tienen pérdidas de movimiento y, en algunos casos, pérdidas de oído y/o memoria. Además, todos ellos son diestros, salvo uno que es ambidiestro, lo cual es importante de cara a la posición de la Tablet PC durante el entrenamiento.

No obstante, todos estos síntomas o incidencias que caracterizan la muestra del estudio están dentro de lo esperado para la edad de los participantes.

#### 4.2.2. Cuestionarios

Tal y como se ha comentado en la introducción de este capítulo, para conocer mejor el perfil de los participantes, se ha recabado información general sobre el funcionamiento cognitivo a través de tres cuestionarios (véase apartado 7 Anexos):

- PDQ - 39: calidad de vida percibida por la persona.
- Barthel: necesidad de ayuda en actividades de la vida diaria (VD) o dependencia física o grado de autonomía física en las actividades de la VD.
- MoCA: Varias capacidades cognitivas (algunas tareas son: dibujar un reloj a una hora determinada y, recordar palabras). Evalúa el funcionamiento cognitivo general.

El primero de ellos, la escala Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire PDQ-39 (Peto et al., 1995; Martínez-Martín et al., 1999), está diseñada para abordar los aspectos de funcionamiento y bienestar percibidos por la persona afectada por la enfermedad de Parkinson. Concretamente, se trata de 39 preguntas agrupadas en 8 escalas diferentes: movilidad, actividades de la vida diaria, bienestar emocional, estigma, apoyo social, cogniciones, comunicaciones y malestar corporal. Se les pide a los pacientes pensar en su salud y el bienestar general considerando, en el último mes, la frecuencia con la que han experimentado ciertos eventos (por ejemplo, dificultad para caminar 100 metros). A lo cual responden eligiendo una de las 5 opciones de respuesta (escala de Likert): Nunca / ocasionalmente / a veces / a menudo / siempre o incapaz de hacerlo (si es aplicable).

En la tabla 3, se expone las valoraciones obtenidas por los distintos miembros de la población. El rango de las puntuaciones varía en una escala de 0 a 100, de menor a mayor sensación de bienestar.

	G1			G2		TOTAL	
	P1	P2	P3	C1	C2	G1	G2
<b>PDQ_1 MOVILIDAD</b>	100	82	84	28	34	88,66	31
<b>PDQ_2 AVD</b>	96,6	80	76,6	20	20	84,44	20
<b>PDQ_3 BIENESTAR</b>	40	93,33	23,33	40	36,6	52,22	38,33
<b>PDQ_4 ESTIGMA</b>	25	35	20	0	20	26,66	10
<b>PDQ_5 APOYO</b>	13,3	20	20	20	26,6	17,77	23,33
<b>PDQ_6 ESTADO COGNITIVO</b>	30	45	20	50	60	31,66	55
<b>PDQ_7 COMUNICACIÓN</b>	46,6	20	53,3	20	20	40	20
<b>PDQ_8 MALESTAR</b>	26,6	80	46,6	26,6	46,6	51,11	36,66

*Tabla 3: Resultados cuestionario PDQ-39*

En general, atendiendo a los porcentajes medios de ambos grupos, el grupo de control G2 percibe la realidad con mayor optimismo, obteniendo puntuaciones más normales. Mientras que en el grupo G1, los pacientes con EP tienden a negar su condición y a exagerar ciertos aspectos. Claro ejemplo de ello es la valoración del “PDQ\_6” donde el grupo G1 demuestra mayor conciencia ante problemas cognitivos, tales como dificultad de concentración o sensación de que su memoria funciona mal.

Atendiendo a los casos de EP, se puede observar que el participante P1 destaca por cuantificar mayor dificultad en movilidad (PDQ\_1) y AVD (PDQ\_2), así como por la sensación de falta de apoyo (PDQ\_5). En cuanto al participante P2, enfatizar su valoración tanto de bienestar (PDQ\_3) como de malestar (PDQ\_8). Finalmente, el participante P3 es quien valora de forma más optimista su estado cognitivo (PDQ\_6). Además, reconoce tener problemas de comunicación serios (PDQ\_7), confirmando los problemas de sordera y visión monocular indicados en el apartado anterior.

El segundo cuestionario, denominado índice o escala Barthel (Mahoney & Barthel, 1965; Cid-Ruzafa & Damián-Moreno, 1997), mide la capacidad de la persona para la realización de diez actividades básicas de la vida diaria, obteniéndose una estimación cuantitativa del grado de dependencia del sujeto. Concretamente, con una puntuación máxima de 160, se definen los siguientes intervalos según puntuación: dependencia total (menor de 20), dependencia grave (entre 20 y 40), dependencia moderada (entre 40 y 60), dependencia leve (60 o más).

A continuación, en la tabla 4, se recogen las puntuaciones de cada participante, así como la puntuación media por grupo.

	G1			G2		TOTAL	
	P1	P2	P3	C1	C2	G1	G2
<b>BARTHEL (máx. 160)</b>	25	35	65	160	160	26,04	160

*Tabla 4: Resultados cuestionarios Barthel*

A primera vista, puede apreciarse gran diferencia en el nivel de dependencia calculada para ambos grupos. Dependencia leve para el grupo G2 frente a dependencia grave del grupo G1. En correlación con el test PDQ\_39 y reafirmando los resultados, el participante P1 muestra el mayor nivel de dependencia en actividades de la vida diaria, mientras que el participante P3 muestra tan sólo dependencia moderada.

El tercer cuestionario, se trata del instrumento Montreal Cognitive Assessment MoCA (Dalrymple-Alford et al., 2010), que evalúa el funcionamiento cognitivo general a según capacidades como dibujar un reloj a una hora determinada o recordar palabras. La versión original de MoCA valora 6 dominios cognitivos: memoria, capacidad visuoespacial, función ejecutiva, atención/concentración/memoria de trabajo, lenguaje y orientación. La puntuación total es de 30 puntos y una puntuación igual o superior a 26 se considera normal. Añadir que la evaluación con el instrumento MoCA tuvo un tiempo de administración que en ningún caso superó los 25 minutos.

	G1			G2		TOTAL	
	P1	P2	P3	C1	C2	G1	G2
<b>MoCA (máx. 30)</b>	9	12	20	22	20	13,67	21

*Tabla 5: Resultados cuestionarios MoCA*

Sobre estas líneas, en la tabla 5, se recogen los resultados obtenidos. Dado que la puntuación es inferior a 26, se puede afirmar que los participantes tienen un funcionamiento cognitivo ligeramente por debajo de lo típico, incluso en el caso de los participantes sin la EP. Esto se explica por su edad y el escaso nivel de formación.

No obstante también existe variabilidad en cuanto a la severidad del deterioro cognitivo, algo esperado en los casos de enfermos con EP, donde normalmente un diagnóstico más tardío se asocia con un curso más rápido de empeoramiento cognitivo. En consonancia con los cuestionarios anteriores, los participantes P1 y P3 muestran mayores y menores problemas cognitivos, respectivamente.

En resumen, los resultados de las valoraciones con estos cuestionarios dan una idea mejor del nivel de dependencia que diferencia a ambos grupos de colaboradores, así como la necesidad del entrenamiento cognitivo planteado en este proyecto.

Por último, un cuarto cuestionario o test de usabilidad (véase anexo 7), ha sido contestado por los participantes tras la primera sesión de entrenamiento, para evaluar la accesibilidad de la aplicación y la satisfacción de los usuarios. Los resultados se exponen en el apartado “4.4.1. Usabilidad” dado que forman parte de la evaluación de la aplicación.

### **4.3. Procedimiento**

Tal y como se ha comentado anteriormente, se han llevado a cabo 5 sesiones de entrenamiento con cada participante. Los intervalos entre cada sesión han sido de aproximadamente una semana, con alguna excepción considerando el cansancio acumulado por el paciente de otras terapias de rehabilitación. Igualmente, las sesiones han durado entre 40 y 60 minutos en función del estado del colaborador.

Al principio de cada sesión se ha intentado crear una atmósfera propicia, entablando conversación y animando a la colaboración. Ha sido fundamental conocer el estado físico y mental del participante para enfocar las sesiones. De hecho, se ha prestado especial atención a la postura física durante el transcurso de la prueba, adaptando la localización del dispositivo con cierta frecuencia para evitar resentimiento por la postura adoptada del usuario.

Durante las pruebas se ha procurado mantener un ambiente tranquilo y sin distracciones, permitiendo entrenar y evaluar cambios en la atención y la memoria de trabajo del usuario. En función del rendimiento apreciado se procuraba incrementar el nivel de dificultad del juego, obligando al participante a esforzarse un poco más. Debido a esta forma de proceder, tal y como se muestra en el siguiente apartado, cabe esperar un incremento tanto en el número de respuestas fallidas como en el tiempo de respuesta.

También a lo largo de cada sesión, se ha procurado motivar al participante animándole por el esfuerzo realizado y guiándolo al principio de cada tipo de prueba, informándole del funcionamiento. Para evitar la monotonía, se ha cambiado de ejercicio cada 10 minutos aproximadamente o su equivalente en respuestas, entre 25 y 40.

Al terminar cada sesión, se le ha informado sobre el grado de funcionalidad o independencia apreciado y sobre el nivel cognitivo general. No obstante, al final de este estudio, se les informará de la evolución completa mostrando los resultados obtenidos tras analizar los datos registrados por la aplicación durante las sesiones.

Es importante matizar, y así se les ha hecho entender a los participantes, que en ningún caso se trata de una valoración clínica.

### **4.4. Resultados**

#### **4.4.1. Usabilidad**

Tras la primera sesión de trabajo se ha obtenido la valoración del test de usabilidad de cada uno de los participantes. La puntuación media global obtenida, en una escala Likert, es decir de 0 a 5 donde 5 es la máxima puntuación, ha sido 4,67. La valoración es positiva, pero se debe estudiar más en profundidad. Por ello, a continuación, se analiza la usabilidad de la aplicación y su contenido, así como el grado de satisfacción y aceptación del usuario.

PREGUNTA	G1			G2		TOTAL		
	P1	P2	P3	C1	C2	G1	G2	N
1 (SA): Lo he pasado bien	4	5	4	4	5	4,33	4,5	4,42
2 (US): El juego es fácil de usar	1	5	3	3	4	3,00	3,5	3,25
3 (US): He entendido lo que tenía que hacer	4	4	4	3	4	4,00	3,5	3,75
4 (SA): Me han gustado los objetos que aparecen	4	4	4	4	4	4,00	4	4,00
5 (SA): Invitaría a mis amigos	4	5	5	4	5	4,67	4,5	4,58
6 (US): El juego es difícil de usar	1	1	3	3	5	1,67	4	2,83
7 (US): Ha sido difícil entender que hacer	2	5	3	2	1	3,33	1,5	2,42
8 (SA): Me he sentido incómodo en algún momento	3	4	5	5	5	4,00	5	4,50
9 (SA): Volvería a jugar con este juego	4	5	5	4	1	4,67	2,5	3,58
10 (SA): Puntúa el juego de 1 a 5	4	5	4	5	4	4,33	4,5	4,42
<b>SATISFACCIÓN (SA)</b>	<b>3,83</b>	<b>4,67</b>	<b>4,5</b>	<b>4,33</b>	<b>4</b>	<b>4,33</b>	<b>4,17</b>	<b>4,25</b>
<b>USABILIDAD (US)</b>	<b>2</b>	<b>3,75</b>	<b>3,25</b>	<b>2,75</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>3,13</b>	<b>3,06</b>

Tabla 6: Resultados test de usabilidad (US) y satisfacción (SA)

En cuanto a la valoración conjunta de la usabilidad de la aplicación y los contenidos, muestran una puntuación media de 3,06 (véase Tabla 6). Este resultado indica que la aplicación es intuitiva, fácil de aprender. Los participantes aseguran haber entendido casi en todo momento lo que se les pedía, con una valoración media de 3,75.

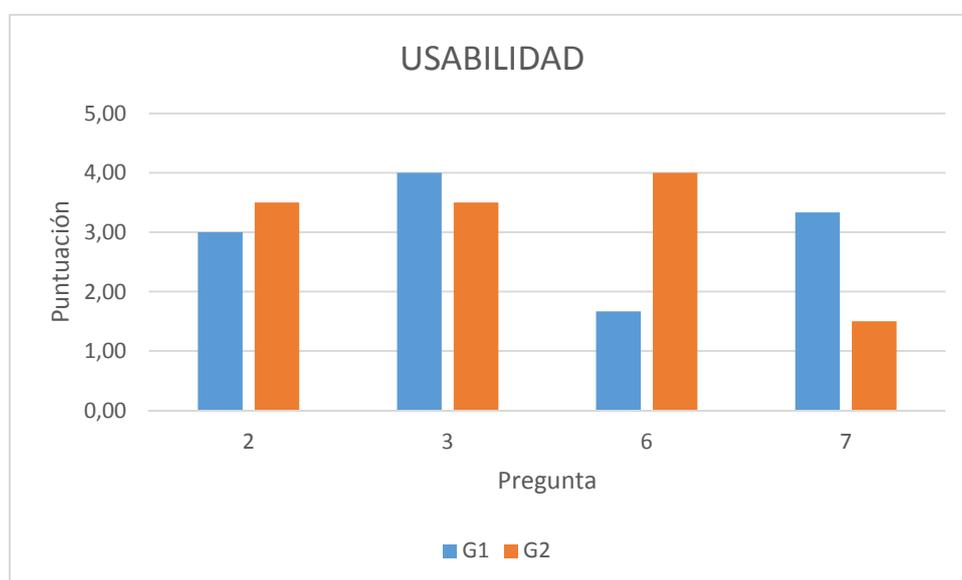


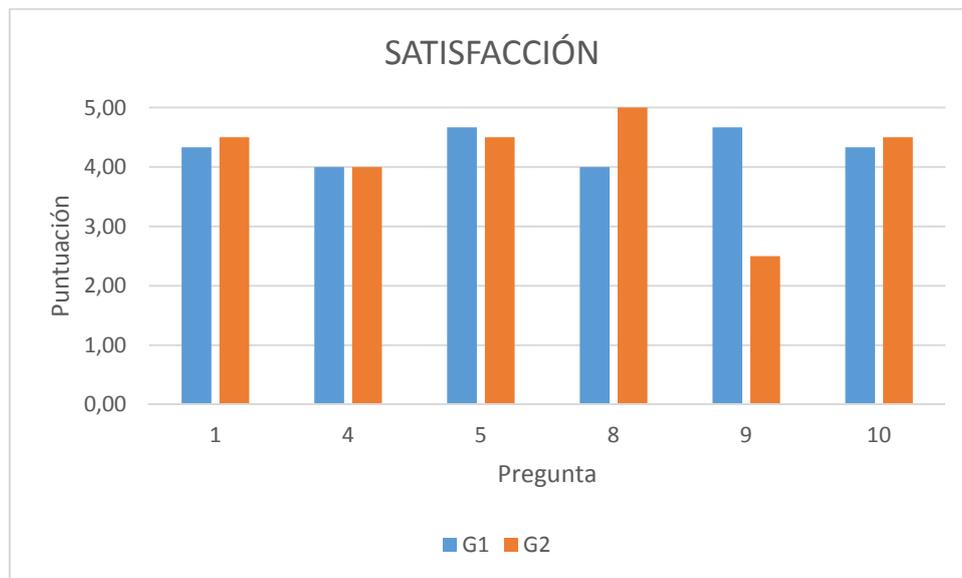
Ilustración 14: Histograma de usabilidad

Por el contrario, los usuarios han señalado como “relativamente difícil” los contenidos de los ejercicios propuestos pese a ser los niveles más bajos de cada tarea. La valoración media es de 2,42. Probablemente los participantes esperaban pruebas más fáciles o de respuesta rápida, sin demasiado esfuerzo. Pero justamente se trata de

conseguir que trabajen la mente y la concentración, en ningún momento se les exige velocidad de respuesta.

En cuanto a la aceptación de la aplicación y el dispositivo, muestran gran satisfacción por parte de los participantes, con una puntuación media de 4,25 sobre la escala Likert. Probablemente, tras superar la incertidumbre de la barrera tecnológica, los usuarios han puntuado de forma muy positiva la experiencia, mostrando interés por volver a jugar y recomendarlo a los amigos.

Prestando atención a la pregunta 10, donde se pedía que puntuaran la aplicación, se concluye una valoración final de 4,42.



*Ilustración 15: Histograma de aceptación*

Un aspecto importante es la respuesta a la pregunta “¿siente mareo o cansancio?”, donde todos han afirmado encontrarse en perfectas condiciones pese a exigirles aproximadamente una hora de concentración con escasos descansos y ligeros cambios posturales.

Entre los principales problemas encontrados cabe destacar la dificultad de conseguir una aplicación que evite la monotonía y, por tanto, distracciones. De hecho, se optó por dejar los fondos sin dibujos, y se revisó gran variedad de figuras y configuraciones, con letras y números grandes. Pese al minucioso trabajo, la dificultad en la comprensión visual de los participantes supuso ciertos casos de confusión durante las sesiones de entrenamiento.

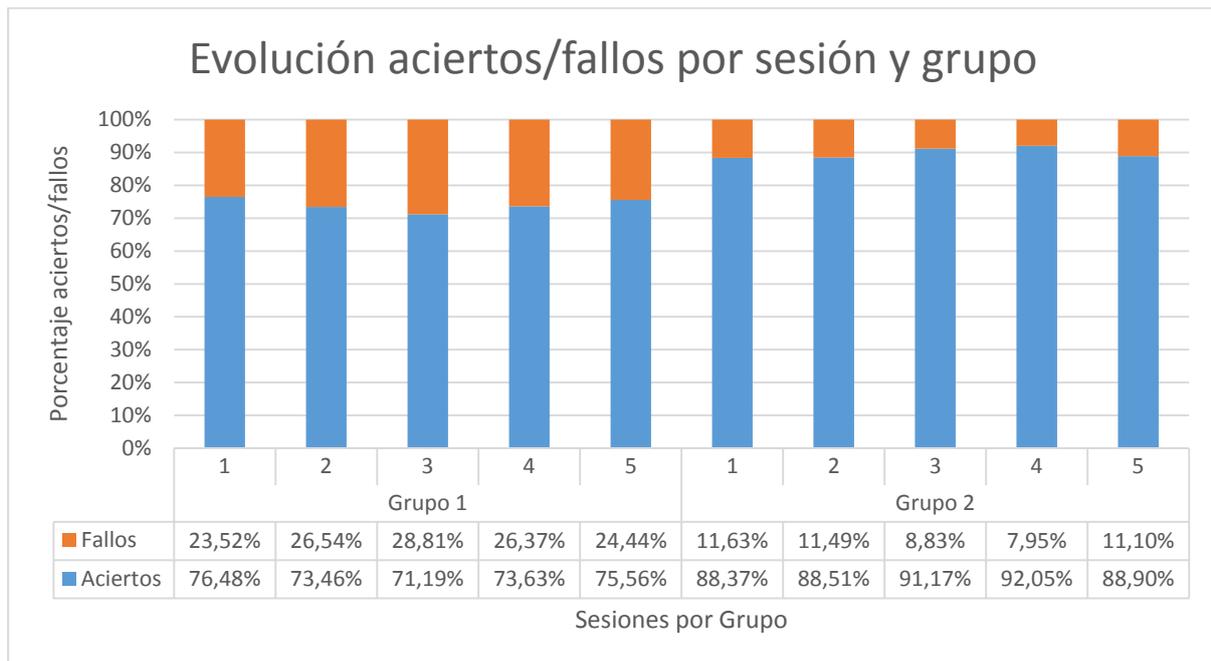
En general, los participantes desearían jugar en casa para entrenar con más frecuencia y más tiempo. Pero, sobre todo, por compartir la experiencia con sus familiares, lo cual reafirma el alto índice de satisfacción obtenido.

#### 4.4.2. Aprendizaje

A continuación, se analizan los indicadores del aprendizaje obtenidos por la aplicación. Para ello, se comparan tanto la tasa de aciertos/fallos como el tiempo de respuesta. Todas las medidas se proporcionan en porcentaje con respecto al total de respuestas acumuladas por sesión. Al comienzo del análisis se compara el grupo de pacientes (G1) y el grupo de control (G2). Posteriormente, dado el reducido tamaño de la población, se lleva a cabo una comparación cruzada.

Bajo estas líneas, la ilustración 16 concentra una tabla con el porcentaje de aciertos/fallos de ambos grupo para cada una de las cinco sesiones. Como era de esperar, el grupo 2 está ligeramente por encima en aciertos en todas y cada una de las sesiones, mientras que el grupo 1 se encuentra en el intervalo del 62,6% al 68,3% de aciertos, el grupo 2 se mueve entre el 75,9% y el 85,6%.

El nivel de dificultad se ha ido incrementando en cada sesión con el fin de entrenar al participante. Por ello, no se muestra una mejoría en los resultados, ya que no se permite al participante llegar a un rendimiento con efecto techo, fruto de haber aprendido las exigencias de un nivel básico en atención y memoria de trabajo.



*Ilustración 16: Comparación de aciertos según grupo y sesión*

Igualmente, comparando los tiempos de respuesta (véase ilustración 17) se aprecia cómo los tiempos del primer grupo son notablemente superiores a los del segundo grupo. La menor diferencia, promedio de la primera sesión, es de aproximadamente 4 segundos más lenta, mientras que la mayor diferencia, promedio de la tercera sesión, llega a duplicarse superando los 8 segundos.

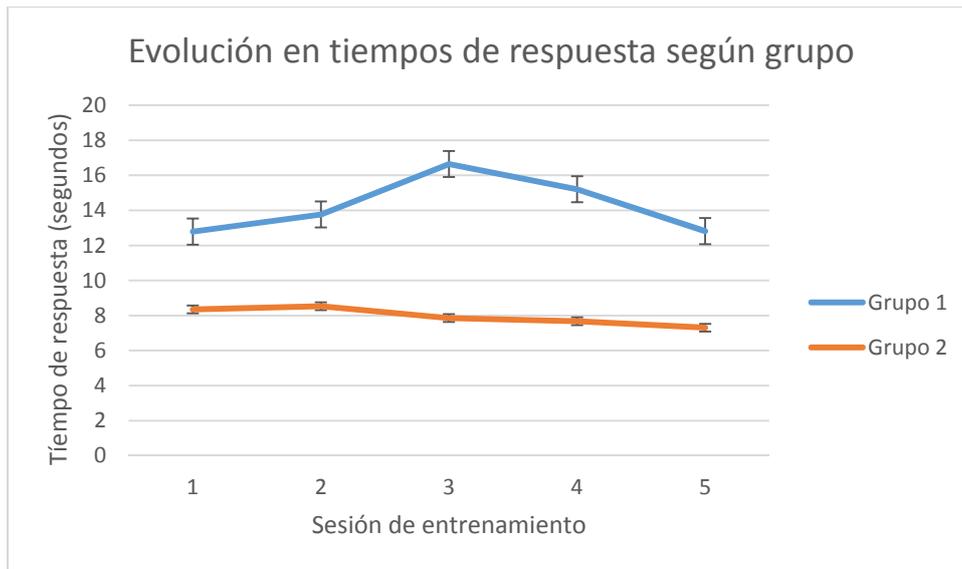


Ilustración 17: Comparación del tiempo medio (segundos) según grupo y sesión

Destacar la mejora continua en el grupo 2. Lamentablemente, no ocurre lo mismo con el grupo 1, incrementándose el tiempo en las sesiones intermedias. Además, atendiendo al ratio de error (incluido en la ilustración 17), se aprecia la diferencia en la variabilidad del tiempo de respuesta entre los miembros del grupo G1. Diferencia que corrobora los resultados de los cuestionarios iniciales.

Para obtener una idea más específica de la dificultad de respuesta sobre el total del entrenamiento, en la ilustración 18, se muestra el tiempo medio de respuesta empleado por ambos grupos según el tipo de tarea.

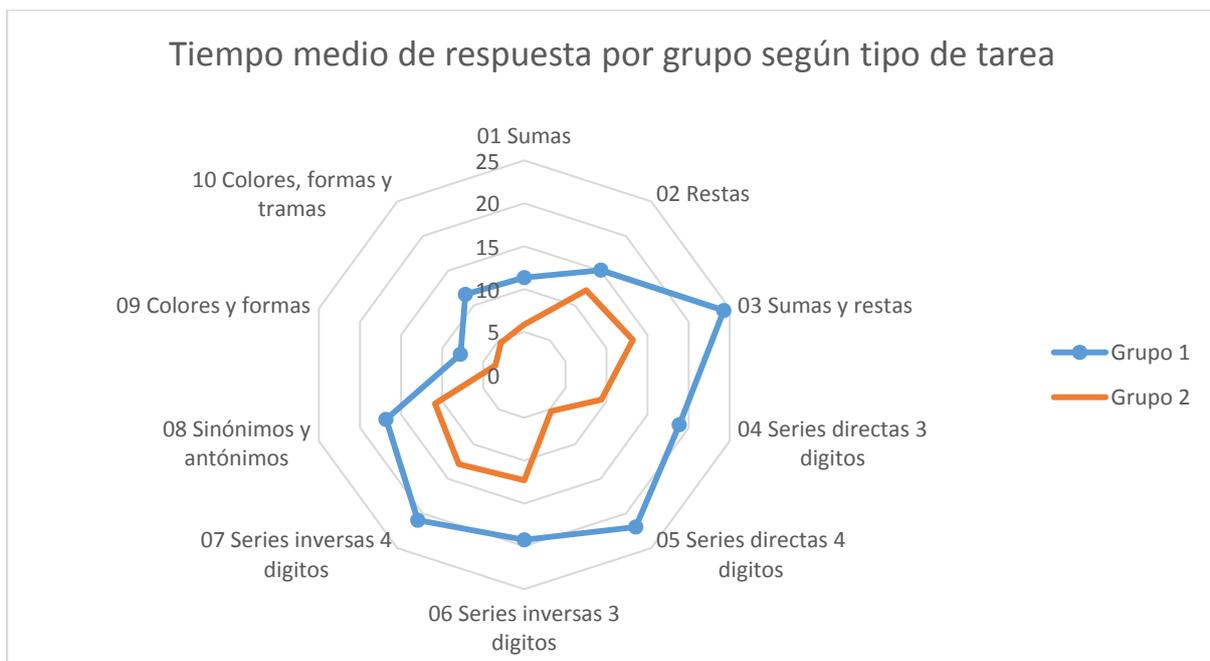


Ilustración 18: Tiempo medio (segundos) por grupo según el tipo de tarea

Sin duda alguna, en la ilustración 18, se percibe el grado de dificultad que plantean las tareas que tienen que ver con cifras, especialmente el “03 sumas y restas”, “04 series directas de 4 dígitos” y “07 series inversas de 4 dígitos”.

En conclusión, desde un punto de vista global, los datos adquiridos muestran el comportamiento que cabía esperar, correspondiéndose con las valoraciones de los tres tests iniciales. Profundizando en el análisis, en la ilustración 17, el grupo G1 con EP muestra notoriamente dificultades frente al grupo de control G2. Además, correspondiendo con las afirmaciones de los expertos, el participante P1, siendo el más tardío en diagnosticar la EP, muestra mayor dificultad para realizar los ejercicios, requiriendo casi el doble de tiempo en sus respuestas. En cuanto al participante P3, pese a las dificultades visuales y auditivas sumadas a la EP, destaca en el grupo G1 consiguiendo resultados cercanos al grupo G2.

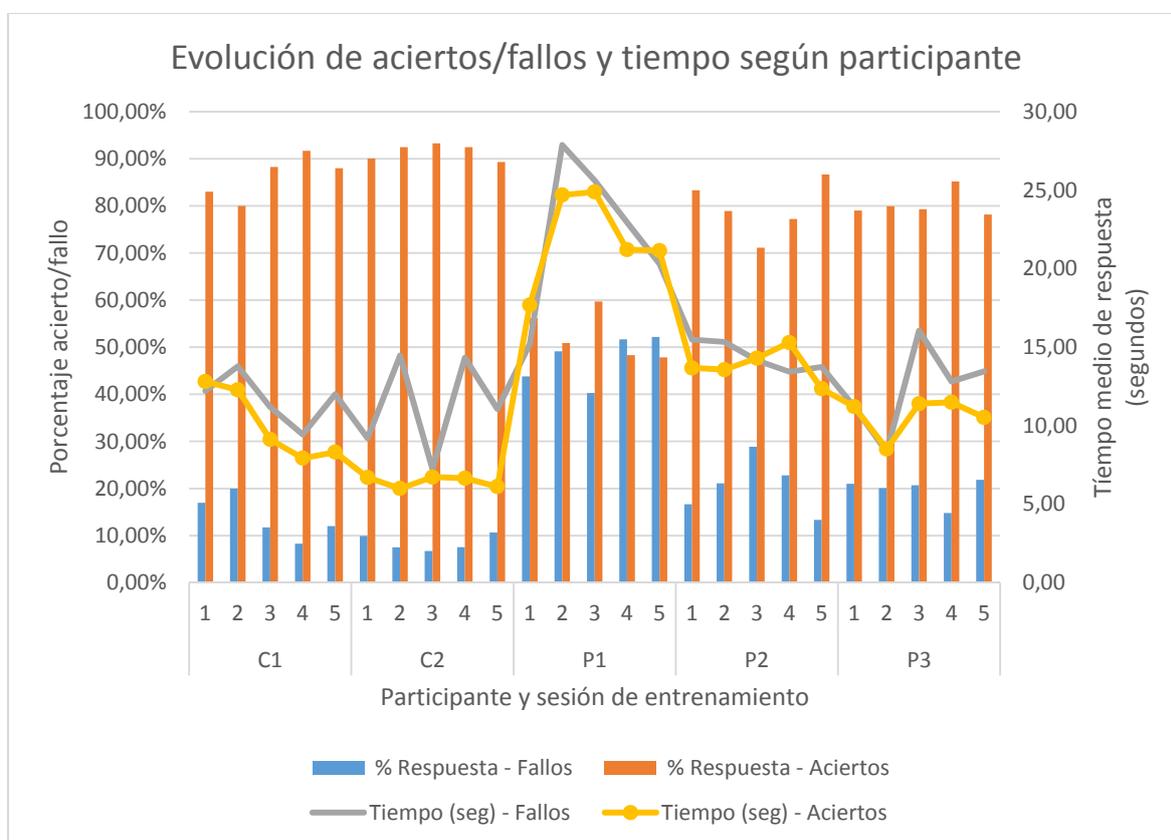
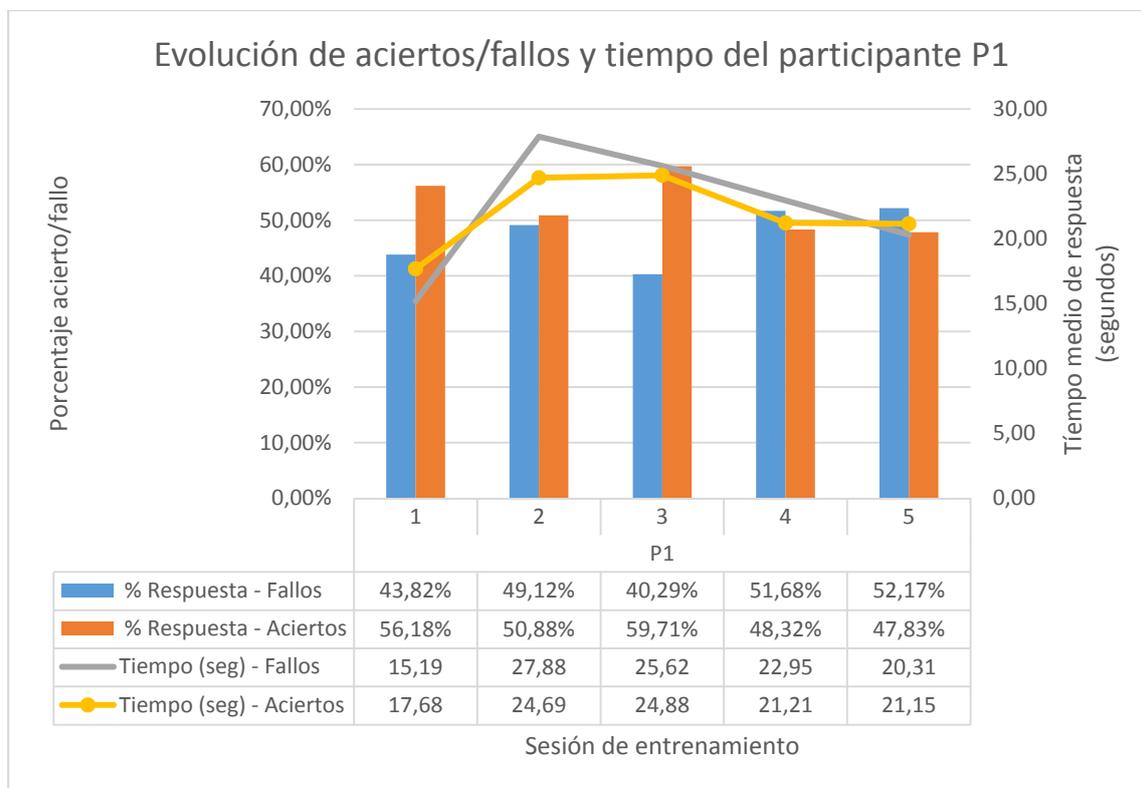


Ilustración 19: Comparativa global de la evolución de aciertos/fallos y tiempo según participante

Por otra parte, sería de esperar que la tasa de fallos disminuyese cuando aumenta el tiempo de respuesta, pero no siempre es así. A continuación se analiza la evolución por separado de cada participante, confirmando el esfuerzo y concentración realizados durante las distintas sesiones.

Comenzando por el participante P1, en la ilustración 20, se muestra la tabla con el porcentaje de aciertos/fallos y los tiempos medios de respuesta acertada/fallida, así como la relación gráfica de los mismos.



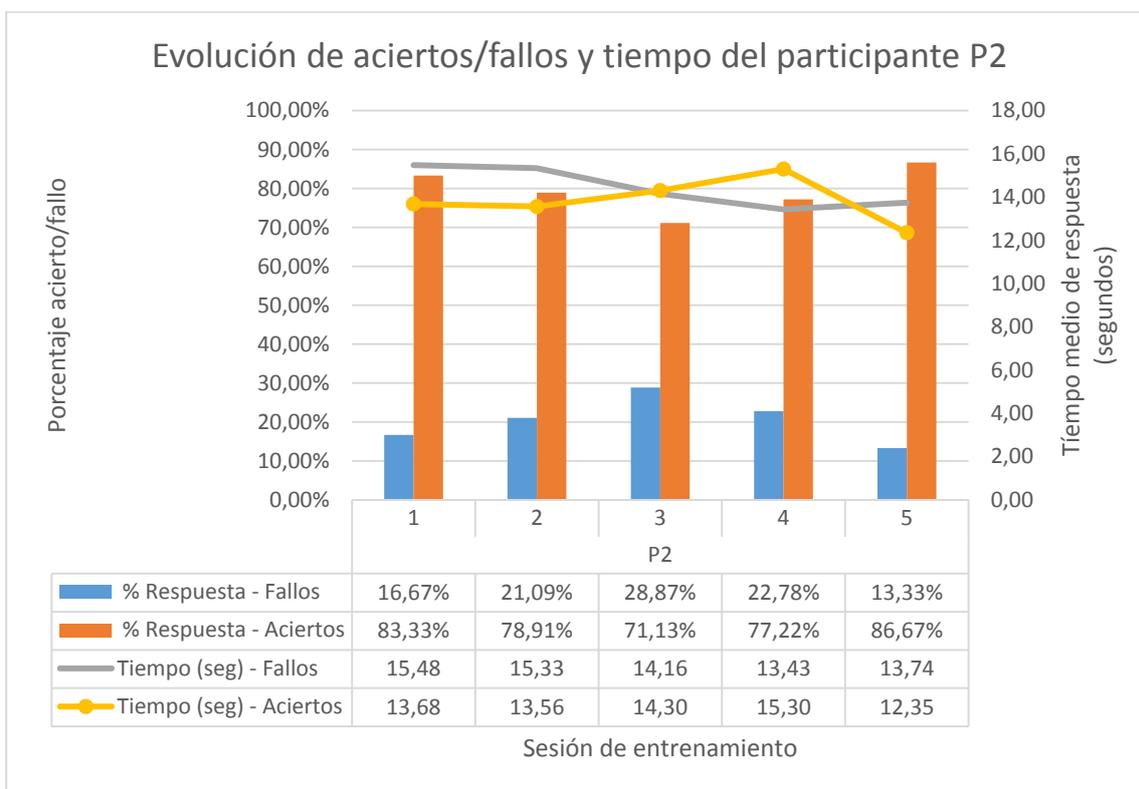
*Ilustración 20: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P1*

Según los resultados de los cuestionarios previos, este participante es el que presenta mayor dificultad cognitiva. Y así lo confirman los resultados obtenidos con la aplicación.

El número de aciertos medio es 52,58%, mucho menor que el de sus compañeros, apenas superado por el 59,71% en la mejor de las sesiones, correspondiendo con la tercera sesión de entrenamiento.

Pero aún es más significativo si cabe, el tiempo de respuesta medio, ascendiendo a 27,8 segundos en la segunda y peor de las sesiones. Esto supone casi el doble que el resto de compañeros de grupo, e incluso el triple que la mejor de las sesiones de participantes del grupo de control. Los tiempos obtenidos justifican la posible existencia de bradifrenia avanzada.

Exceptuando el intervalo entre la primera y segunda sesión, existe correspondencia entre el incremento en el tiempo de respuesta y la mejora en aciertos. Para ser más exactos, el tiempo de respuesta de los casos fallidos es superior al de los casos acertados. Esto es indicador de que el usuario no ha respondido al azar, sino que ha tratado de razonar la respuesta por muy complicada que le resultase la pregunta.



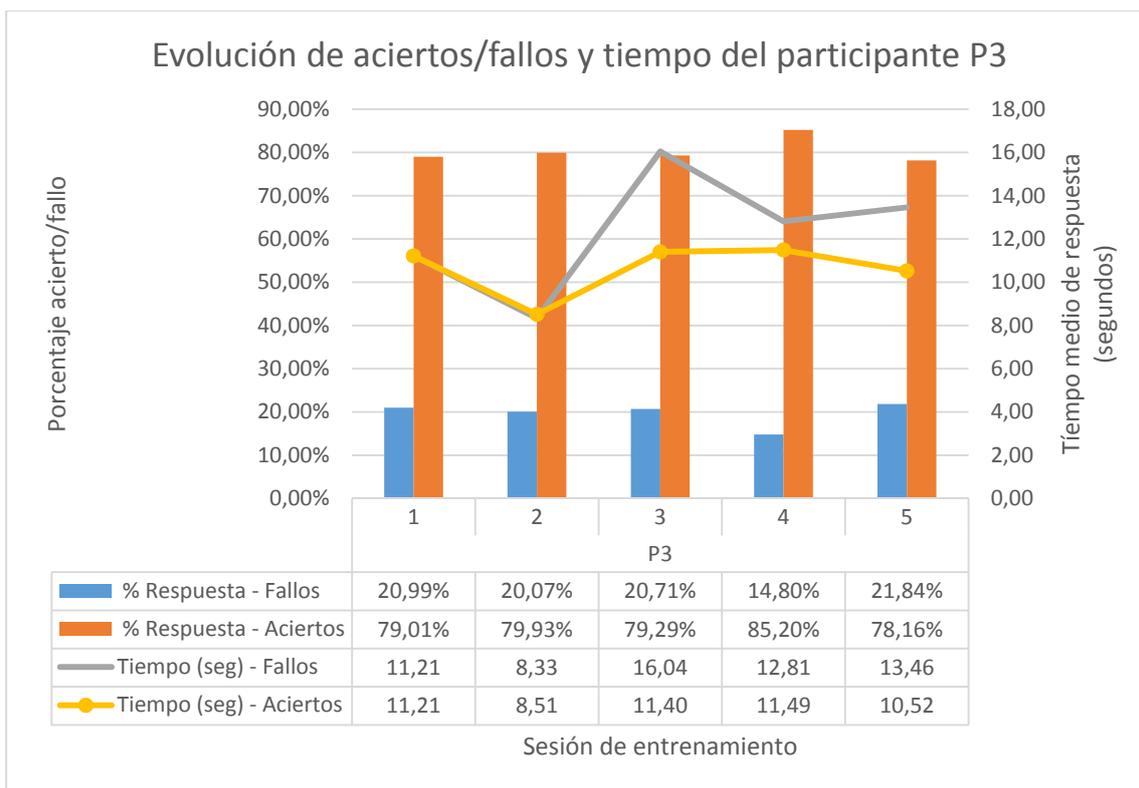
*Ilustración 21: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P2*

En comparación con el participante anterior, analizando los resultados del participante P2 se aprecia mayor constancia en el porcentaje de aciertos y el tiempo medio de respuesta a lo largo de las cinco sesiones (véase ilustración 21).

En términos de porcentaje de aciertos, la media es de 79,44%, alcanzando el máximo en la última sesión con 86,67%. Su peor resultado, correspondiente a la tercera sesión, es del 71,13% de acierto.

Atendiendo a los tiempos medios de respuesta, señalar la falta de empeño durante la cuarta sesión. Seguramente, muchos fallos registrados se deban a que el usuario se ha precipitado en la selección de respuesta.

No obstante, tal como se ha dicho antes, este participante ha demostrado mayor regularidad en los tiempos medios de respuesta, variando entre 12,35 segundos y 15,48 segundos a lo largo de todas las sesiones.



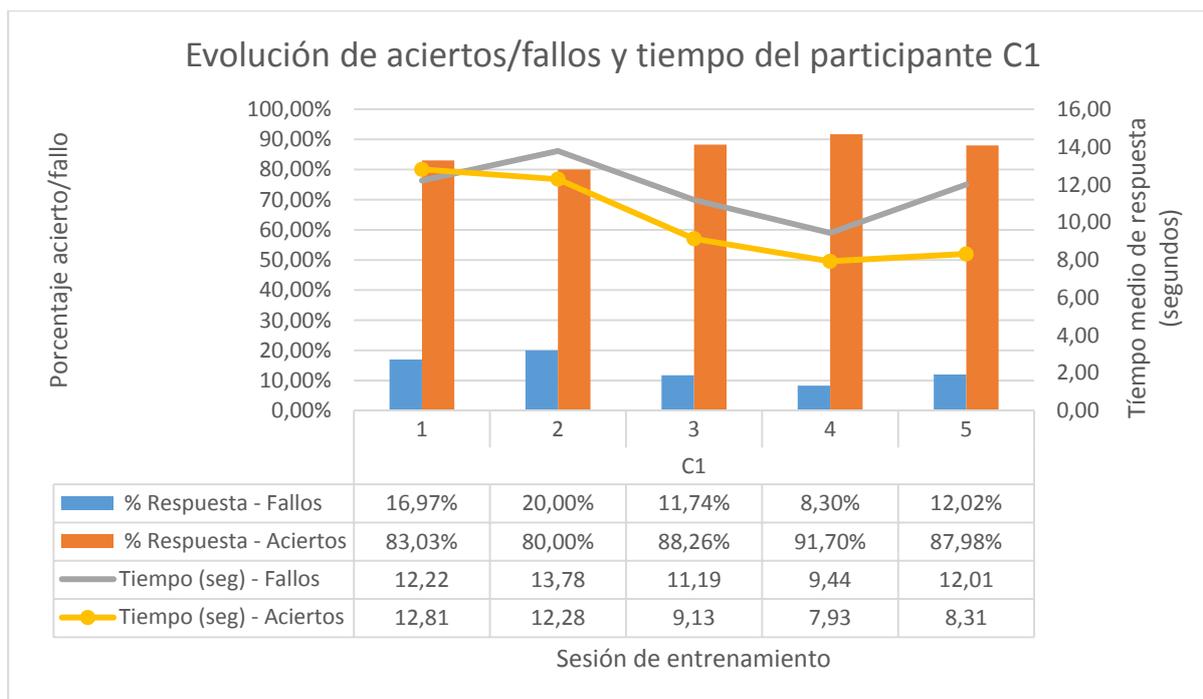
*Ilustración 22: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante P3*

Concluyendo con el grupo G1 de pacientes con EP, el participante P3 muestra mayor capacidad cognitiva en los cuestionarios iniciales, y así lo demuestran las cifras del entrenamiento.

La visión monocular y la dificultad auditiva no son impedimentos para que la media de respuestas acertadas entre todas las sesiones sea de 80,31%. Y el máximo, alcanzado en la cuarta sesión, asciende al 85,2%. Incluso el peor de los resultados es alto, de 78,16%, coincidiendo con la última sesión de entrenamiento y, por tanto, donde el nivel de dificultad es más alto.

En relación al tiempo medio de respuesta, muestra cierta irregularidad puesto que se han registrado diferencias de casi el doble entre sesiones. Concretamente, los tiempos varían en un intervalo desde 8,33 segundos hasta 16,04 segundos. Si se toma como hecho aislado, se puede presuponer como desinterés del participante. Pero ligado a la regularidad del porcentaje de aciertos, corrobora el esfuerzo del participante en días de menos concentración por razones distintas como pueda ser el cansancio.

Por el contrario, durante las dos primeras sesiones se aprecia que el tiempo medio de respuesta fallida es menor o igual que el tiempo medio de respuesta acertada. Esto puede indicar dos cosas: bien que el usuario se ha precipitado en su decisión o bien que no está esforzándose por acertar cuando la dificultad aumenta. Revisando la tasa de segundas respuestas acertadas, se concluye que el usuario se ha apresurado en las decisiones corrigiéndolas posteriormente.



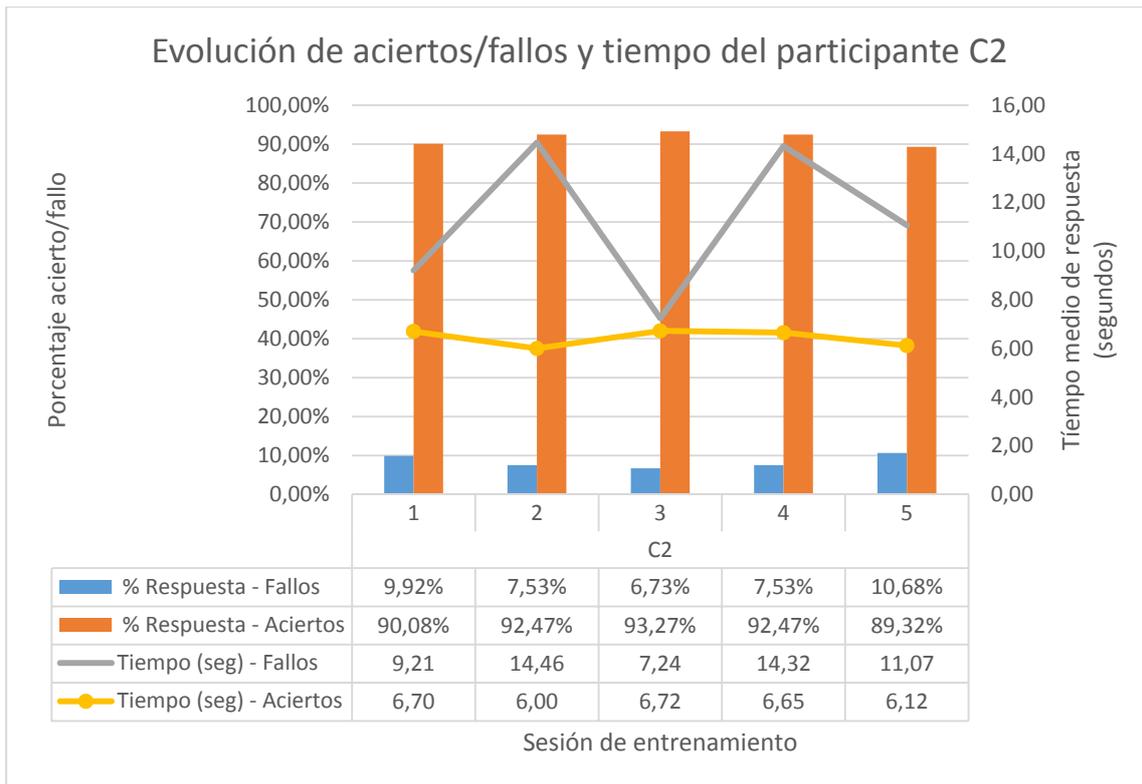
*Ilustración 23: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante C1*

Pese al incremento de dificultad en cada sesión de entrenamiento, el primero de los usuarios de control C1, muestra una tendencia a la mejoría tanto en porcentaje de aciertos como en tiempo de respuesta.

La media de aciertos es de 86,19%. No obstante, la fluctuación en aciertos varía en un intervalo muy amplio, desde 80% en la peor de las sesiones, hasta 91,70% en la mejor.

Lo más curioso de este caso es que coincide en la misma sesión la mejor puntuación de aciertos y el mejor tiempo de respuesta. Concretamente la cuarta sesión con 91,70% de acierto y en un tiempo medio de 7,93 segundos. La explicación más sencilla es que recibió ayuda, o que el nivel de dificultad no fue suficientemente significativo con respecto a la sesión anterior. No obstante, analizando la progresión, se podría decir que el participante demostró plenas facultades de concentración.

También señalar que, a lo largo de las cinco sesiones, el tiempo medio de respuestas fallidas ha ido creciendo con respecto al tiempo medio de respuestas acertadas. Esto es un indicador de que el usuario va ganando confianza ante ejercicios que ya ha trabajado, y dedica más tiempo a resolver los nuevos que conllevan aumento de dificultad.



*Ilustración 24: Evolución de aciertos/fallos y tiempo medio respuesta (segundos) del participante C2*

Por último, pero no menos importante, el participante de control C2, muestra regularidad en sus resultados en lo que concierne al porcentaje de aciertos. Con una media de acierto de 91,52%, obtiene la nota más alta de la población.

Otra marca superada por C2 corresponde con el máximo de aciertos en una sesión, establecido en 93,27% durante el tercer entrenamiento.

En cuanto al tiempo medio de respuesta, también se aprecia regularidad, variando en un intervalo de 6 a 6,72 segundos en caso de acierto. Teniendo en cuenta los casos de fallo, el tiempo llega a aumentar hasta 14,46 segundos. Sin lugar a dudas se ha esforzado por encontrar las respuestas correctas.

Del mismo modo que con la tasa de aciertos, ha conseguido minimizar el tiempo medio de respuesta en tan sólo 6 segundos durante la segunda sesión. Tres veces menos que el peor tiempo medio obtenido por el participante P1, y la mitad que el tiempo medio de P2 y P3.

No cabe duda que tanto C1 como C2 están en plenas facultades cognitivas, contrastando con los participantes del grupo G1.

---

## 5. Conclusión y trabajos futuros

---

5.1. Conclusión .....	46
5.2. Trabajos futuros .....	47

### 5.1. Conclusión

Se ha diseñado, implementado y validado una aplicación para el entrenamiento cognitivo de personas mayores. Los datos obtenidos en la validación de dicha aplicación suponen una contribución relevante en el entrenamiento de la función mnésica.

Los resultados de este estudio, aunque preliminar, y obtenido en un grupo relativamente pequeño de sujetos, sugieren que el entrenamiento cognitivo puede ejercer efectos positivos en pacientes con EP. No obstante, al final del programa de rehabilitación, los sujetos realizarán de nuevo las pruebas neuropsicológicas para comparar con la línea base y determinar si los resultados son significativamente mejores. Además, será necesario revisar si los efectos se mantienen estables en el tiempo tras varios meses sin jugar, y poder valorar si las mejoras conseguidas con el entrenamiento se han generalizado a otras tareas que necesiten de un esfuerzo atencional y de memoria implícita.

Cabe resaltar la interesante evolución de aciertos-fallos obtenida tanto para la agrupación como para cada caso en particular. Se aprecia cómo funciona de manera diferente el sistema con cada paciente en relación a la gravedad. Además, gracias a los tiempos de acierto-fallo, es posible valorar el esfuerzo de los usuarios frente a los distintos niveles de dificultad planteados.

La aplicación desarrollada se puede considerar un instrumento útil y flexible, que se puede adaptar a diferentes tipos de pacientes con diferente grado de deterioro cognitivo. Además, no cabe duda en la capacidad motivadora de los juegos. Por lo tanto, se sugiere el entrenamiento cognitivo implementado para el tratamiento no farmacológico de la enfermedad de Parkinson.

El dispositivo táctil utilizado, ha demostrado ser una herramienta muy útil, no sólo por su bajo coste, sino por su sencillez de uso y su lado intuitivo. Junto con la velocidad, la calidad de imagen y la facilidad de lectura, son muchas las novedades que atraen a las personas mayores al uso de dicho dispositivo.

## 5.2. Trabajos futuros

Tal como se ha comentado en las conclusiones, el programa de rehabilitación no ha terminado, quedando pendientes varias pruebas que reafirmen las conclusiones obtenidas hasta la fecha.

El propósito es continuar este programa por un período de tiempo más largo y en un mayor número de pacientes. Actualmente se tienen concertadas citas para continuar en septiembre con los participantes, y se espera conseguir más voluntarios de la Asociación del Parkinson de Aragón para llevar a cabo una validación más exhaustiva. En el momento de cerrar este documento, se está poniendo en marcha el mismo programa en Ecuador con el objetivo de poder contrastar resultados en un futuro.

Por otra parte, indicar que se ha analizado la evolución en grupo e individual tomando las sesiones como unidad comparativa. Pero, en un estudio más profundo, se podría contemplar el rendimiento de cada usuario durante la sesión, es decir, a nivel de ejercicio/respuesta. Cabe la posibilidad de encontrar ciclos de distracción-concentración y, por lo tanto, la posibilidad de mejorar el sistema.

Del mismo modo, queda pendiente comprobar la correspondencia entre preguntas equivalentes pero formuladas en distinto orden, es decir, 7-10+28 frente a 28-10+7. El tiempo de respuesta puede ser un importante indicativo de la dificultad de los usuarios con EP para reordenar mentalmente la pregunta y encontrar la respuesta más rápidamente.

Hasta la fecha, siempre ha habido un miembro del equipo de investigación supervisando las sesiones de entrenamiento, regulando la dificultad del ejercicio. Como trabajo futuro, se podría programar un agente recomendador que sugiera al usuario cuándo aumentar o disminuir la dificultad del ejercicio sin supervisión de un especialista.

Por otra parte, existen multitud de juegos cognitivos como los recogidos en el libro "Brain Puzzles for Alzheimer's, Parkinson's & Stroke Patients" (Toth, 2013) que podrían añadirse fácilmente, y que serían de gran interés para validaciones futuras, incluso con otras enfermedades neurodegenerativas. Cabe la esperanza de que el día de mañana sea una aplicación libre que ayude a muchas personas a mejorar su calidad de vida.

---

## 6. Bibliografía

---

- Aarsland, D., Brønnick, K., Larsen, J. P., Tysnes, O., Alves, G., & Group NPS. (2009). Cognitive impairment in incident, untreated Parkinson disease: the Norwegian ParkWest study. *Neurology*, 72:1121-6.
- Aarsland, D., Bronnick, K., Williams-Gray, C., Weintraub, D., Marder, K., ..., & Kulisevsky, J. (2010). Mild cognitive impairment in Parkinson disease: a multicenter pooled analysis. *Neurology*, 75: 1062-9.
- Albiol-Pérez, S., Forcano-García, M., Muñoz-Tomás, M. T., Manzano-Fernández, P., Solsona-Hernández, S., Mashat, M. A., & Gil-Gómez, J. A. (2015). A Novel Virtual Motor Rehabilitation System for Guillain-Barré Syndrome. *Methods Inf Med*, (2): 127-134.
- Albiol-Pérez, S., Gil-Gomez, J., Llorens, R., Alcañiz, M., & Colomer-Font, C. (2014). The role of Virtual Motor Rehabilitation. A quantitative analysis between Acute and Chronic Patients with acquired brain injury. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 18 (1): 391-398.
- Albiol-Pérez, S., Lozano-Quillis, J. A., Gil-Gómez, H., Gil-Gómez, J. A., & Llorens, R. (2012). Virtual rehabilitation system for people with Parkinson's disease. *9th international conference on disability, virtual reality and associated technologies (ICDVRAT)*, 423-427.
- Anacleto, J. C., Fels, S., & Silvestre, R. (2012). Transforming a paper based process to a natural user interfaces process in a chronic care hospital. *Procedia Computer Science*, 14: 173–180.
- Anderson, T., & MacAskill, M. (2013). Eye movements in patients with neurodegenerative disorders. *Nat Rev Neurol*, 9(2): 74.
- Baddley, A. (1999). *La memoria humana*. Madrid: McGraw Hill.
- Beck, J., & Wade, M. (2004). *Got Game: How a New Gamer Generation is Reshaping Business Forever*. Boston: Harvard Business School Press.
- Beck, J., & Wade, M. (2006). *The Kids are Alright: How the Gamer Generation is Changing the Workplace*. Boston: Harvard Business School Press.
- Bekebrede, G., Warmelink, H., & Mayer, I. (2011). Reviewing the need for gaming in education to accommodate the net generation. *Computers & Education*, 57(2): 1521–1529.
- Biundo, R., Calabrese, M., Weis, L., Facchini, S., Ricchieri, G., Gallo, P., & Antonini, A. (2011). Anatomical Correlates of Cognitive Functions in Early Parkinson's Disease Patients. *J Neurol Sci*, 310(1-2): 64.
- Biundo, R., Weis, L., Facchini, S., Formento-Dojot, P., Vallelunga, A., ..., & Pilleri, M. (2014). Cognitive profiling of Parkinson disease patients with mild cognitive impairment and dementia. *Parkinsonism Relat Disord*, 20: 394-399.

- Bocanegra, Y., Trujillo-Orrego, T., & Pineda, D. (2014). Demencia y deterioro cognitivo leve en la enfermedad de Parkinson: una revisión. *Rev Neurol*, 59 (12): 555-569.
- Bruna, O., Roig, C., Junqué, C., Vendrell, P., & Grau-Veciana, J. (2000). Relación entre las alteraciones visuoespaciales y los parámetros oculomotores en la enfermedad de Parkinson. *Psicothema*, 12(2): 187-191.
- Calderita, L., Manso, L., Bustos, P., Suárez-Mejías, C., Fernández, F., & Bandera, J. (2014). A THERAPIST: Towards an Autonomous Socially Interactive Robot for Motor and Neurorehabilitation Therapies for Children. *JMIR Rehabil Assist Technol*, 374 - 377.
- Carvalho, D., Bessa, M., Oliveira, L., Guedes, C., Peres, E., & Magalhães, L. (2012). New interaction paradigms to fight the digital divide: A pilot case study regarding multi-touch technology. *Procedia CS*, 14: 128–137.
- Caviness, J. N., Driver-Dunckley, E., Connor, D. J., Sabbagh, M. N., Hentz, J. G., ..., & Noble, B. (2007). Defining mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 22: 1272-7.
- Ceravolo, R., Pagni, C., Tognoni, G., & Bonuccelli, U. (2012). The Epidemiology and Clinical Manifestations of Dysexecutive Syndrome in Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*, 3.
- Chang, Y. J., Chen, S. F., & Chuang, A. (2011a). A gesture recognition system to transition autonomously through vocational tasks for individuals with cognitive impairments. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6): 2064–2068.
- Chang, Y. J., Chen, S. F., & Huang, J. D. (2011b). A kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6): 2566–2570.
- Cid-Ruzafa, J., & Damián-Moreno, J. (1997). Valoración de la discapacidad física: El índice de Barthel. *Rev. Esp. Salud Pública* v.71 n.2. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57271997000200004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271997000200004)
- Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2007). An application of gamesbased learning within software engineering. *British Journal of Educational Technology*, 38(3): 416–428.
- Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2011). An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation. *Computers & Education*, 57(1): 1389–1415.
- Dalrymple-Alford, J. C., MacAskill, M. R., Nakas, C. T., Livingston, L., Graham, C., Crucian, G., . . . Anderson, T. (2010). The MoCA: well-suited screen for cognitive impairment in Parkinson disease. *Neurology*, 75(19): 1717-25. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21060094>
- Dirnberger, G., & Jahanshahi, M. (2013). Executive dysfunction in Parkinson's disease: A review. *Journal of Neuropsychology*, 7(2): 193-224.
- Fishkin, K. P. (2004). A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal Ubiquitous Computing*, 8(5): 347–35.
- Fjeld, M., Fredriksson, J., Ejdestig, M., Duca, F., Bötschi, K., Voegtli, B., & Juchli, P. (2007). Tangible user interface for chemistry education: Comparative evaluation and re-design. In *Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'07)*, 805-808.
- Freitas, R., & Campos, P. (2008). Smart: a system of augmented reality for teaching 2nd grade students. *BCS-HCI*, 27–30.

- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013b). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 64: 24-41.
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Rando, N. (2013a). Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game. *Computers & Education*, 64: 1-23.
- Gabrieli, J. D. (1996). Memory systems analyses of mnemonic disorders in aging and age-related diseases. *Proc Natl Acad Sci*, 93: 13534-13540.
- Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 79: 368-76.
- Juan, M. C., Beatrice, F., & Cano, J. (2008a). An Augmented Reality System for Learning the Interior of the Human Body. In *The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 186-188.
- Juan, M. C., Canu, R., & Giménez, M. (2008b). Augmented Reality Interactive Storytelling Systems Using Tangible Cubes for Edutainment. In *Proceedings of the 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT '08)*, 233-235.
- Juan, M. C., Carrizo, M., Ginénez, M., & Abad, F. (2011a). Using an augmented reality game to find matching pairs. In *WSCG'11*, 59-66.
- Juan, M. C., Furió, D., Alem, L., Ashworth, P., & Cano, J. (2011b). ARGreenet and BasicGreenet: Two mobile games for learning how to recycle. In *Proceedings of the 19th International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision*, 25-32.
- Juan, M. C., Llop, E., Abad, F., & Lluch, J. (2010a). Learning words using augmented reality. *IEEE 10th International Conference In Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 422-426.
- Juan, M. C., Méndez-López, M., Pérez-Hernandez, E., & Albiol-Pérez, S. (2014). Augmented Reality for the assessment of children's spatial memory in real settings. *PLoS ONE*, vol. 9, n. 12, e113751.
- Juan, M. C., Toffetti, G., Abad, F., & Cano, J. (2010b). Tangible Cubes Used as the User Interface in an Augmented Reality Game for Edutainment. In *Proceedings of the 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT '10)*, 599-603.
- Kaufmann, H. (2004). Geometry Education with Augmented Reality. *PhD thesis, Institut für Softwartechnik und Interaktive Systeme*.
- Lange, B., Chang, C., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A., & Bolas, M. (2011). Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the microsoft kinect sensor. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.*, 1831-1834.
- Largillier, G. (2011). Tablet interfaces should evolve with the user. *Electronic Design*, 59(6): 19-20.
- Larsen, L. B., Jensen, R. B., Jensen, K. L., & Larsen, S. (2005). Development of an automatic pool trainer. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, 83-87.
- Lieberman, A., Dziatolowski, M., Kupersmith, M., Serby, M., Goodgold, A., ..., & Korein, J. (1979). Dementia in Parkinson disease. *Ann Neurol*, 6: 355-9.
- Litvan, I., Goldman, J. G., Tröster, A. I., Schmand, B. A., Weintraub, D., ..., & Petersen, R. C. (2012). Diagnostic criteria for mild cognitive impairment in Parkinson's disease: Movement Disorder Society Task Force guidelines. *Mov Disord*, 27: 349-56.

- Mahoney, F. I., & Barthel, D. W. (1965). Functional evaluation: the Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14: 61-65.
- Marras, C., Armstrong, M. J., Meaney, C. A., Fox, S., Rothberg, B., ..., & Reginold, W. (2013). Measuring mild cognitive impairment in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord*, 28: 626-33.
- Martínez-Martín, P., Frades, B., Jiménez-Jiménez, F. J., Pondal, M., López-Lozano, J. J., Vela, L., . . . Molinero, L. M. (1999). The PDQ-39 Spanish version: reliability and correlation with the short-form health survey (SF-36). *Europe PubMed Central*, 14(4):159-163. Obtenido de <http://europepmc.org/abstract/med/10363490>
- Marttila, R., & Rinne, U. (1976). Dementia in Parkinson's disease. *Acta Neurol Scand*, 54: 431-41.
- Mas, F., Rémondrière, A., Cocherau, P. A., Rouleau, E., Dartoux, P., Billonnet, L., . . . Dumas, J. M. (2013). ePatient and eNurses Tools Based on Tactile Interfaces Applications for Nursing Home Residents and Nurse Team Support. *In International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine*. Obtenido de <https://hal-unilim.archives-ouvertes.fr/hal-00924558>
- Mazzoni, P., Shabboott, B., & Cortés, J. (2012). Motor control abnormalities in Parkinson's disease. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 2(6): a00928.
- Méndez-López, M. (18 de Diciembre de 2013). *Fundación Universitaria Antonio Gargallo*. Obtenido de Evaluación de los sistemas de memoria declarativa y no-declarativa en pacientes con enfermedad de Parkinson mediante pruebas novedosas: <http://www.fantoniogargallo.org/evaluacion-de-los-sistemas-de-memoria-declarativa-y-no-declarativa-en-pacientes-con-enfermedad-de-parkinson-mediante-pruebas-novedosas/>
- Muslimovic, D., Post, B., Speelman, J., & Schmand, B. (2007). Motor procedural learning in Parkinson's disease. *Brain*, 130(Pt 11): 2887-97.
- O'Neil, H., Wainess, R., & Baker, E. (2005). Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *The Curriculum Journal*, 16(4): 455-474.
- Ostrosky-Solís, F. (2000). Características neuropsicológicas de la enfermedad de Parkinson. *Rev Neurol*, 30 (8): 788-796.
- Palacios-Navarro, G., Albiol-Pérez, S., & García-Magariño, I. (2015). A Kinect-Based Virtual Reality System for Parkinson Disease Rehabilitation. *New Contributions in Information Systems and Technologies*, 1133-1139.
- Pan, D., Dhall, R., Lieberman, A., & Petitti, D. (2015). A Mobile Cloud-Based Parkinson's Disease Assessment System for Home-Based Monitoring. *JMIR mHealth uHealth*, 3(1). Obtenido de <http://mhealth.jmir.org/2015/1/e29/>
- Pérez-Menéndez, A. (10 de Abril de 2012). *Departamento de Prensa de la Sociedad Española de Neurología (SEN)*. Obtenido de <http://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link51.pdf>
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med*, 256: 183-94.
- Petersen, R. C. (2011). Clinical practice. Mild cognitive impairment. *N Engl J Med* 364, 2227-34.
- Petersen, R. C., Roberts, R. O., Knopman, D. S., Boeve, B., Geda, Y. E., ..., & Ivnik, R. J. (2009). Mild cognitive impairment: ten years later. *Arch Neurol*, 66: 1447-55.
- Peto, V., Jenkinson, C., Fitzpatrick, R., & Greenhall, R. (1995). The development and validation of a short measure of functioning and well being for individuals with

- Parkinson's disease. *Qual Life Res.*, 4(3): 241-8. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7613534>
- Pfeiffer, H., Løkkegaard, A., Zoetmulder, M., Friberg, L., & Werdelin, L. (2014). Cognitive impairment in early-stage non-demented Parkinson's disease patients. *Acta Neurol Scand*, 129: 307-18.
- Pollock, M., & Hornabrook, R. (1966). The prevalence, natural history and dementia of Parkinson's disease. *Brain*, 89: 429-48.
- Postuma, R. B., Aarsland, D., Barone, P., Burn, D. J., Hawkes, C. H., ..., & Oertel, W. (2012). Identifying prodromal Parkinson's disease: pre-motor disorders in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 27: 617-26.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Rascol, O., Clanet, M., Montastruc, J., Simonetta, M., Soulier-Esteve, M., Doyon, B., & Rascol, A. (1989). Abnormal ocular movements in Parkinson's disease. Evidence for involvement of dopaminergic systems. *Brain* 112, 1193-1214.
- Roman, D. (2010). Interact naturally. *Communications of the ACM*, 53(6): 12.
- Segovia-De-Arana, J. (2002). Enfermedades neurodegenerativas por proteopatías. En J. Segovia-de-Arana, & F. Mora-Teruel, *Enfermedades neurodegenerativas*, 9-21. Madrid: Farmaindustria, Serie Científica.
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2004). Video Games and the Future of Learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2): 104–111.
- Shen, Y., Ong, S. K., & Nee, A. Y. (2011). Vision-based hand interaction in augmented reality environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 27(6): 523–544.
- Sinforiani, E., Banchieri, L., Zucchella, C., Pacchetti, C., & Sandrini, G. (2004). Cognitive rehabilitation in Parkinson's disease. *Arch Gerontol Geriatr Suppl*, (9): 387-391.
- Squire, L. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiol Learn Mem*, 82:171-177.
- Svenningsson, P., Westman, E., Ballard, C., & Aarsland, D. (2012). Cognitive impairment in patients with Parkinson's disease: diagnosis, biomarkers, and treatment. *Lancet Neurol*, 11: 697-707.
- Tapscott, D. (1998). *Growing up digital. The rise of the net generation*. New York: McGraw-Hill.
- Tolosa, E., Wenning, G., & Poewe, W. (2006). The diagnosis of Parkinson's disease. *Lancet Neurol* 2006, 5:75-86.
- Toth, K. (2013). *Brain Puzzles for Alzheimer's, Parkinson's & Stroke Patients* (2 ed.). Paperback. Obtenido de <http://www.amazon.com/Puzzles-Alzheimers-Parkinsons-Stroke-Patients/dp/1493501526>
- Turner, R. S., Grafton, S. T., McIntosh, A. R., DeLong, M. R., & Hoffman, J. M. (2003). The functional anatomy of parkinsonian bradykinesia. *Neuroimage*, 19(1): 163-179.
- Wilkinson, L., Khan, Z., & Jahanshahi, M. (2009). The role of the basal ganglia and its cortical connections in sequence learning: evidence from implicit and explicit sequence learning in Parkinson's dise. *Neuropsychologia*, 47: 2564–2573.
- Yarnall, A. J., Breen, D. P., Duncan, G. W., Khoo, T. K., Coleman, S. Y., ..., & Firbank, M. J. (2014). Characterizing mild cognitive impairment in incident Parkinson disease: the ICICLE-PD study. *Neurology*, 82: 308-16.
- Zesiewicz, T., Sullivan, K., & Hauser, R. (2006). Nonmotor symptoms of Parkinson's disease. *Expert Rev Neurother* 2006, 6: 1811-22.

---

## 7. Anexo: Cuestionarios

---

7.1. Cuestionario PDQ-39 Calidad de vida en EP .....	53
7.2. Escala de Barthel.....	58
7.3. MoCA.....	61
7.4. Test de Usabilidad .....	62

### 7.1. Cuestionario PDQ-39 Calidad de vida en EP

Señale con qué frecuencia ha presentado, como consecuencia de la EP y durante el último mes, las siguientes situaciones. Como consecuencia de la EP, ¿con qué frecuencia ha tenido durante el último mes los siguientes problemas o sentimientos? Tenga en cuenta las siguientes opciones:

1= Nunca

2= Ocasionalmente

3= Algunas veces

4= Frecuentemente

5= Siempre o incapaz de hacerlo (si es aplicable)

ITEMS	Valoración				
	1	2	3	4	5
1. Dificultad para realizar las actividades de ocio que le gustaría hacer	Nunca	Ocasional-mente	Algunas veces	Frecuente-mente	Siempre o incapaz

2. Dificultad para realizar tareas de la casa (por ejemplo, efectuar reparaciones, cocinar, ordenar cosas, decorar, limpieza,...)	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
3. Dificultad para cargar con paquetes o las bolsas de la compra	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
4. Problemas para caminar una distancia de unos 750 metros	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
5. Problemas para caminar unos 100 metros	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
6. Problemas para dar una vuelta alrededor de casa con tanta facilidad como le gustaría	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
7. Problemas para moverse en sitios públicos	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
8. Necesidad de que alguien le acompañara cuando salía a la calle	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
9. Sensación de miedo o preocupación por si se caía en público	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
10. Permanecer confinado en casa más tiempo del que usted desearía	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
11. Dificultades para su aseo personal	1 Nunca	2 Ocasional	3 Algunas	4 Frecuente	5 Siempre o

		-mente	veces	-mente	incapaz
12. Dificultades para vestirse solo	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
13. Problemas para abotonarse la ropa o atarse los cordones de los zapatos	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
14. Problemas para escribir con claridad	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
15. Dificultad para cortar los alimentos	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
16. Dificultades para sostener un vaso o una taza sin derramar el contenido	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
17. Sensación de depresión	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
18. Sensación soledad y aislamiento	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
19. Sensación de estar lloroso o con ganas de llorar	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
20. Sensación de enfado o amargura	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
21. Sensación de ansiedad o nerviosismo	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz

22. Preocupación acerca de su futuro	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
23. Tendencia a ocultar su EP a la gente	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
24. Evitar situaciones que impliquen comer o beber en público	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
25. Sentimiento de vergüenza en público debido a tener la EP	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
26. Sentimiento de preocupación por la reacción de otras personas hacia usted	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
27. Problemas en las relaciones personales con las personas íntimas	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
28. Falta de apoyo de su esposo/a o pareja de la manera que usted necesitaba (Si usted no tiene esposo/a o pareja marque esta casilla, por favor)	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
29. No ha recibido apoyo de sus familiares o amigos íntimos de la manera que usted necesitaba	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
30. Quedarse inesperadamente dormido durante el día	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
31. Problemas para concentrarse; por ejemplo, cuando lee o ve la televisión	1 Nunca	2 Ocasional	3 Algunas	4 Frecuente	5 Siempre o

		-mente	veces	-mente	incapaz
32. Sensación de que su memoria funciona mal	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
33. Alucinaciones o pesadillas inquietantes	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
34. Dificultad al hablar	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
35. Incapacidad para comunicarse adecuadamente con la gente	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
36. Sensación de que la gente le ignora	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
37. Calambres musculares o espasmos dolorosos	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
38. Molestias o dolores en las articulaciones o en el cuerpo	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz
39. Sensaciones desagradables de calor o frío	1 Nunca	2 Ocasional -mente	3 Algunas veces	4 Frecuente -mente	5 Siempre o incapaz

## 7.2. Escala de Barthel

### DATOS DE QUIEN RELLENA EL CUESTIONARIO

Indique su sexo:

Hombre

Mujer

Edad: \_\_\_\_\_

Parentesco: \_\_\_\_\_

Tiempo que lleva ejerciendo de cuidador/a: \_\_\_\_\_

Esta escala mide la ayuda que necesita su familiar o amigo para la realización de las Actividades de la Vida Diaria (AVD).

Tiene que indicar según considere la puntuación de:

- 0 si es dependiente o necesita ayuda permanente
- 5 si tiene cierta dependencia y a veces necesita ayuda
- 10 si es independiente y no necesita ayuda

Según la puntuación se deduce:

< 20 dependencia total

20-40 dependencia grave

40-60 dependencia moderada

60 o más dependencia leve

Muchas gracias por su colaboración.

<b>ITEM</b>	<b>0</b> <b>Necesidad de ayuda permanente</b>	<b>5</b> <b>A veces necesita ayuda</b>	<b>10</b> <b>No necesita ayuda</b>
COMIDA Para cortar carne, el pan....	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
LAVADO Y ASEO Para entrar y salir solo del baño	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
VESTIDO Para ponerse y quitarse la ropa	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para abotonarse	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para atarse los zapatos	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
ARREGLO Para lavarse la cara, las manos	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para peinarse	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para afeitarse, maquillarse	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
DEPOSICIÓN (semana previa) Para contener la deposición	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda

MICCIÓN (semana previa) Para contener la micción	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
IR AL RETRETE Para entrar y salir solo	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
TRASLADO Y TRANSFERENCIA Para ir del sillón a la cama	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para levantarse de un silla	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
Para salir o entrar en la cama	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
DEAMBULACIÓN Para caminar 50 metros	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda
ESCALONES Para bajar y subir escaleras	0 Necesidad de ayuda permanente	5 A veces necesita ayuda	10 No necesita ayuda

### 7.3. MoCA

## MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) (EVALUACIÓN COGNITIVA MONTREAL)

NOMBRE:  
Nivel de estudios:  
Sexo:

Fecha de nacimiento:  
FECHA:

VISUOESPACIAL / EJECUTIVA		Dibujar un reloj (Once y diez) (3 puntos)					Puntos
<p>MOCA - VISUOESPACIAL - CUBO → 1 (Bien) / 0 (mal)</p> <p>MOCA - EJECUTIVA → [ ]</p>		<p>MOCA - VISUOESPACIAL DEL CUBO - CONTORNO [ ]</p> <p>MOCA - VISUOESPACIAL DEL CUBO - NÚMEROS [ ]</p> <p>MOCA - VISUOESPACIAL DEL CUBO - AGUJAS [ ]</p>					3
IDENTIFICACIÓN		<p>MOCA - ID - LEÓN → 1 [ ]</p> <p>MOCA - ID - RINOCERINTE → 1 [ ]</p> <p>MOCA - ID - CAMELLO → 1 [ ]</p>					3
MEMORIA	<p>Lee la lista de palabras, el paciente debe repetir las. Haga dos intentos. Recuérdaslas 5 minutos más tarde.</p> <p>ROSTRO SEDA IGLESIA CLAVEL ROJO</p> <p>1er intento: [ ] <u>Nº de copiado</u> → MOCA - MEM - INMEDIATA 1</p> <p>2º intento: [ ] → MOCA - MEM - INMEDIATA 2</p>						Sin puntos
ATENCIÓN	<p>Lea la serie de números (1 número/seg.) El paciente debe repetirla. [ ] <u>2 1 8 5 4</u> MOCA - AT - INMEDIATA 1</p> <p>El paciente debe repetirla a la inversa. [ ] <u>4 5 8 1 2</u> MOCA - AT - INMEDIATA 2</p> <p>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.</p> <p>MOCA - AT - LETRAS [ ] <u>F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B</u> /1</p> <p>Restar de 7 en 7 empezando desde 100. [ ] <u>93</u> [ ] <u>86</u> [ ] <u>79</u> [ ] <u>72</u> [ ] <u>65</u></p> <p>MOCA - AT - RESTAS: 5 o 5 sustracciones correctas: 3 puntos, 2 o 3 correctas: 2 puntos, 1 correcta: 1 punto, 0 correctas: 0 puntos. /3</p>						2
LENGUAJE	<p>Repete: El gato se esconde bajo el sofá cuando los perros entran en la sala. [ ] Espere que él le entregue el mensaje una vez que ella se lo pide. [ ]</p> <p>MOCA - LENG - REPETIR /2</p> <p>Fluidez del lenguaje. Decir el mayor número posible de palabras que comiencen por la letra "P" en 1 min. [ ] _____ (N ≥ 11 palabras) /1</p> <p>MOCA - LENG - FLUIDEZ</p>						2
ABSTRACCIÓN	<p>Similitud entre p. ej. manzana-naranja = fruta [ ] tren-bicicleta MOCA - ABS 1</p> <p>[ ] reloj-regla MOCA - ABS 2 /2</p>						2
RECUERDO DIFERIDO	<p>Debe acordarse de las palabras SIN PISTAS</p> <p>MOCA - REC DIFERIDO - SP [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]</p> <p>Optativo</p> <p>Pista de categoría: MOCA - REC DIFERIDO - CAT</p> <p>Pista elección múltiple: MOCA - REC DIFERIDO - MULTIPLE</p>						5
ORIENTACIÓN	<p>[ ] Día del mes (fecha) [ ] Mes [ ] Año [ ] Día de la semana [ ] Lugar [ ] Localidad</p>						6
<p>© Z. Nasreddine MD Versión 07 noviembre 2004 www.mocatest.org</p> <p>Normal ≥ 26 / 30</p>						<p>TOTAL</p> <p>Añadir 1 punto si tiene ≤ 12 años de edad</p> <p>MOCA - TOTAL /30</p>	

## 7.4. Test de Usabilidad

<b>Hombre</b> <input type="checkbox"/>	<b>Mujer</b> <input type="checkbox"/>	<b>Identificador</b>
<b>DÍA:</b> _____		<b>EDAD:</b> _____

					
1. Lo he pasado bien	No <input type="checkbox"/>	Muy poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
2. El juego es fácil de usar	Nada <input type="checkbox"/>	Poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
3. He entendido lo que tenía que hacer en cada momento (las reglas del juego)	Nunca <input type="checkbox"/>	Casi nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>
4. Me han gustado los objetos que aparecen	No <input type="checkbox"/>	Muy poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
5. Invitaría a mis amigos a jugar a este juego	A ninguno <input type="checkbox"/>	A casi ninguno <input type="checkbox"/>	No lo sé <input type="checkbox"/>	A algunos <input type="checkbox"/>	A todos <input type="checkbox"/>
6. El juego es difícil de usar	Nada <input type="checkbox"/>	Poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
7. Ha sido difícil entender lo que había que hacer durante el juego	Nada <input type="checkbox"/>	Poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
8. Me he sentido incómodo en algún momento durante el juego	Nada <input type="checkbox"/>	Poco <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante <input type="checkbox"/>	Mucho <input type="checkbox"/>
9. Volvería a jugar con este juego	Nunca <input type="checkbox"/>	Casi nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>
10. Puntuá el juego de 1 a 5	Muy malo <input type="checkbox"/>	Bastante malo <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bastante bueno <input type="checkbox"/>	Muy bueno <input type="checkbox"/>
					

Si te has sentido incómodo durante el juego especifica las razones:

Comentarios del especialista:

---

