



## ESTUDIOS LINGÜÍSTICOS

### REALIDAD VIRTUAL Y ENFERMEDAD DE PARKINSON: APLICACIÓN A LA MEJORA MOTORA Y VERBAL DE ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA (AVD)

VIRTUAL REALITY AND PARKINSON'S DISEASE: APPLICATION TO MOTOR AND VERBAL IMPROVEMENT OF ACTIVITIES OF DAILY LIVING (AVD)

MARÍA JESÚS PAREDES DUARTE

*Universidad de Cádiz*

mariajesus.paredes@uca.es

ORCID: 0000-0001-5870-8763

BERENICE DOMÍNGUEZ CABRERA

*Universidad de Cádiz*

berenicedomcab@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6900-8738

Recibido: 16-05-22

Aceptado: 26-01-23

#### RESUMEN

En este trabajo se exponen los resultados de una investigación realizada con softwares de realidad virtual para rehabilitar motora y verbalmente a enfermos de párkinson en actividades de la vida diaria. Objetivos: analizar la mejora verbal de pacientes de párkinson que se sometieron a un programa de realidad virtual y hacer una comparativa con un grupo de control de enfermos con semejantes características que no lo utilizaron. Metodología: seleccionamos pacientes de párkinson con una escala de motricidad (UPDRS) de bajo índice, es decir, que no fueran dependientes y que pudieran ejecutar los ejercicios propuestos por el software. Se les realizó una evaluación del lenguaje antes de someterse a la realidad virtual y otra después. Resultados y conclusiones: se observa una discreta mejora verbal en los contextos trabajados que se prevé mucho más notable si el uso de los softwares mencionados se alargara en el tiempo y si se amplía la muestra de participantes. Los datos cualitativos ofrecieron mayores conclusiones que los cuantitativos.

Palabras clave: rehabilitación verbal, rehabilitación motora, realidad virtual, enfermedad de Parkinson.

**ABSTRACT**

This paper presents the results of an investigation carried out with virtual reality software to rehabilitate Parkinson's patients in motor and verbal activities of daily living. Objectives: to analyse the verbal improvement of Parkinson's disease patients who underwent a virtual reality programme and to make a comparison with a control group of patients with similar characteristics who did not use it. Methodology: we selected Parkinson's patients with a low-index motor scale (UPDRS), that is, they were not dependent and could perform the exercises proposed by the software. They underwent a language assessment before undergoing virtual reality and another after. Results and conclusions: a discreet verbal improvement is observed in the contexts worked on, which is expected to be much more noticeable if the use of the software mentioned above is extended over time and if the sample of participants is enlarged. The qualitative data offered greater conclusions than the quantitative data.

Keywords: verbal rehabilitation, motor rehabilitation, virtual reality, Parkinson's disease.

**1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación titulado "Realidad virtual: aplicaciones para la rehabilitación motora y verbal de los pacientes de párkinson en Actividades de la Vida Diaria"<sup>1</sup>. Este proyecto, desarrollado en los dos últimos años antes de la crisis sanitaria, fue subvencionado por la Universidad de Cádiz en concepto de proyecto de responsabilidad social y aprobado por el comité ético del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz<sup>2</sup>. La investigación llevada a cabo con enfermos de párkinson consistía en someter a estos pacientes a un software de realidad virtual, en concreto Virtualrehab de la empresa Evolv<sup>3</sup>, para rehabilitar funciones motoras que tuvieran que ver con sus actividades de la vida diaria, previendo en consecuencia una mejora a nivel verbal que afectara a esas acciones, es decir una mejor producción y procesamiento de los verbos de movimiento que designan las citadas actividades.

---

<sup>1</sup> Proyecto "Realidad virtual: aplicaciones para la rehabilitación motora y verbal de los pacientes de párkinson en actividades de la vida diaria (AVD)". Financiado por la Universidad de Cádiz dentro de los proyectos de responsabilidad social (PR 2018-006). Entidades participantes: Instituto de Lingüística Aplicada (ILA), Escuela Superior de Ingeniería de la UCA, Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz y Hospital Universitario de Puerto Real (Cádiz). Investigadora responsable: M.<sup>a</sup> Jesús Paredes Duarte. Investigadores participantes: Antonio Ruiz Castellanos, Carmen Varo Varo, Víctor Manuel Martín Sánchez, Raúl Espinosa Rosso, M.<sup>a</sup> del Carmen Castillo Requena, Berenice Domínguez Cabrera, Cristián Marín Honor, José Miguel Mota Macías, Iván Ruiz. Fecha: 2018-2021. Cuantía: 5000 euros.

<sup>2</sup> Esta investigación se ha desarrollado gracias a la colaboración desinteresada de las Asociaciones Párkinson Cádiz y Párkinson Bahía de Cádiz.

<sup>3</sup> Este trabajo ha podido llevarse a cabo gracias a la colaboración de la empresa Evolv y a la concesión de la licencia de utilización de su software Virtualrehab, mediante convenio con el Instituto de Investigación en Lingüística Aplicada de la Universidad de Cádiz, con fines experimentales de investigación y publicación de resultados.

La enfermedad de Parkinson (en adelante EP) “ha sido muy estudiada desde el punto de vista clínico tras su descubrimiento en el siglo XIX (Micheli, 2006) y posee una prevalencia elevada entre la población (13% de la población mundial, en España entre 120.000 y 160.000 individuos, según la Federación Española de Parkinson), ya que se trata de una enfermedad frecuente, sobre todo en la senectud. En la actualidad, los estudios más desarrollados en este campo se centran en la detección temprana del párkinson y su posible prevención (Noyce *et al.*, 2014; y Noyce *et al.*, 2017), haciendo especial hincapié en las herramientas indispensables en su diagnóstico (Berardelli *et al.*, 2013)” (Paredes Duarte y Espinosa Rosso, 2020: 283). Muchas son las alteraciones lingüísticas derivadas de la enfermedad (Paredes Duarte y Espinosa Rosso, 2015), y un gran grupo de ellas se relaciona directamente con los problemas motores —la más conocida en este sentido es la disartria hipocinética— lo que pone de manifiesto la relación entre lenguaje y movimiento y la definición, ya tradicional en el campo de la Lingüística, del lenguaje como actividad motora. Otra alteración lingüística, quizás menos conocida, que incide en la estrecha relación entre lenguaje y movimiento, es la dificultad que presentan los enfermos de párkinson, para comprender, y consecuentemente producir, verbos que aluden semánticamente al movimiento (Rodríguez-Ferrero y Cuetos, 2010), es decir, aquello que tienen afectado desde el punto de vista neurológico también les afecta en su competencia lingüística.

Los axiomas defendidos por estos autores parten de la teoría motora de la percepción del habla de Liberman *et al.* (1967) quienes defendieron que tratamos de imitar el movimiento de otra persona para entenderlo. En la actualidad, los estudios de García *et al.* (2016) y García e Ibáñez (2016) han demostrado con novedosas técnicas de neuroimagen que “la palabra y el concepto encienden la misma luz cerebral”<sup>4</sup> y que la dificultad en el procesamiento de los verbos de acción y movimiento se convierte en un biomarcador para la detección precoz de la EP. Por su parte, la complejidad semántica de los verbos que nos ocupan (Ruiz Castellanos *et al.*, 2016) conlleva a estudios complementarios de valiosa magnitud. Para nuestra investigación, de carácter más empírico, hicimos una selección básica de verbos que determinaban actividades de la vida diaria del paciente y cuya elección se explicará en el apartado de metodología del presente trabajo.

Por su parte, y para demostrar nuestra hipótesis, había que realizar una rehabilitación motora de los participantes de la investigación para comprobar que efectivamente se había logrado una rehabilitación verbal. Los modernos softwares utilizados por los fisioterapeutas eran una herramienta fundamental y, más aún, si utilizaban como incentivo la realidad virtual. En este campo, existían ya algunos antecedentes. Desde hace una década, podemos encontrar más de 300

---

<sup>4</sup> [https://elpais.com/sociedad/2014/04/21/actualidad/1398108893\\_429116.html#:~:text=Los%20neurocient%C3%ADficos%20aportan%20hoy%20una,sin%20que%20medie%20razonamiento%20alguno](https://elpais.com/sociedad/2014/04/21/actualidad/1398108893_429116.html#:~:text=Los%20neurocient%C3%ADficos%20aportan%20hoy%20una,sin%20que%20medie%20razonamiento%20alguno)

aplicaciones pensadas para la rehabilitación neurológica en general y, sobre todo, para proporcionar información a pacientes sobre su enfermedad o sus síntomas. Como ejemplo podemos mencionar: Ablah, de carácter logopédico; Brainyapp, para el entrenamiento de la memoria; ICTUS care, sobre el conocimiento y tratamiento de la enfermedad, o MyepilepsyDiary, sobre el autoseguimiento de la sintomatología por parte del paciente. A través de diferentes estudios, se ha demostrado que el uso de este tipo de aplicaciones ayuda a mejorar las condiciones de los pacientes; algunas se centran en la mejora de la independencia funcional dentro de casa y en el trabajo, otras en mejorar habilidades cognitivas y muchas otras cumplen la función de valorar el estado del paciente haciendo un seguimiento de los síntomas que presentan. De todas las aplicaciones encontradas, la que podríamos considerar más similar a nuestro proyecto es Parkinson's Diary, debido a que se ha creado para plataformas iOS y trata sobre la monitorización de las actividades de la vida diaria, mejora del ánimo y la forma física. Sin embargo, esta aplicación ha sido catalogada por Linares-del Rey *et al.* (2019) como utensilio de valoración de la enfermedad, mientras que la que se propone en este proyecto, Virtualrehab, sería considerada como tratamiento para la mejora de la independencia del paciente en la consecución de actividades cotidianas. Además, al contrario de Parkinson's Diary, esta podrá usarse no solo en plataformas iOS sino también en Android, puesto que es mucho más común hoy en día el uso de este sistema (Ayora Esteban y Paredes Duarte, 2020).

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Los objetivos principales de esta investigación han sido los siguientes: 1) aplicar algunos softwares de rehabilitación motora que en la actualidad posee el Instituto de Lingüística Aplicada, en concreto Virtualrehab, a la rehabilitación de pacientes de párkinson con el objeto de analizar sus ventajas e inconvenientes y proponer posibles mejoras para el diseño de nuevas versiones de software, 2) analizar la mejora verbal de pacientes de párkinson que se sometieron al citado programa de realidad virtual y hacer una comparativa con un grupo de control de enfermos con semejantes características que no lo utilizaron y 3) en última instancia, diseñar con la herramienta Vedils de la Universidad de Cádiz y el apoyo de los ingenieros informáticos de la Escuela Superior de Ingeniería de la misma universidad, aplicaciones para dispositivos móviles que trabajaran la rehabilitación motora en este mismo sentido de actividades de la vida diaria.

La hipótesis de la que partíamos, tal como hemos comentado en la introducción, era demostrar que existe una estrecha relación entre lenguaje y movimiento, que a toda mejora motora le corresponde una mejora verbal y cómo podíamos aplicar esta premisa a la rehabilitación de las actividades de la vida cotidiana en enfermos de párkinson haciendo uso de las nuevas tecnologías.

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

En este apartado, dedicado a la metodología del trabajo, vamos a revisar la muestra de participantes, los métodos utilizados para la evaluación del lenguaje y el modo de aplicación del software de realidad virtual. Para la muestra, seleccionamos pacientes de párkinson con una escala de motricidad (UPDRS) de bajo índice, es decir que no fueran dependientes y que el desarrollo de la enfermedad les permitiese realizar los ejercicios propuestos por el software de Virtualrehab. También se desecharon de nuestro estudio pacientes con demencias sensoriales asociadas. En principio, el número de individuos que configurarían la muestra se pensó en 50, 25 grupo experimental y 25 de control, pero la situación pandémica nos obligó a reducir concretamente a 13 el grupo experimental (N=13) y a 11 el grupo de control (N=11), es decir, prácticamente a la mitad de la muestra inicialmente pensada.

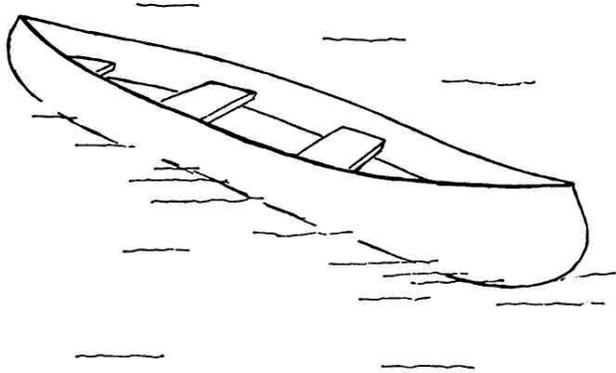
#### 3.1. La evaluación

A pesar de nuestra predilección por analizar, en los estudios de lingüística clínica, muestras de habla espontáneas, en este caso no era factible, ya que debíamos trabajar con verbos concretos que, por una parte, aludieran a acciones y a movimientos para demostrar nuestra hipótesis y, por otra, que se asociaran al campo semántico de lo cotidiano. Por tanto, había que recurrir a test clásicos que elegimos con la citada funcionalidad y nos decantamos por cuatro que a continuación describiremos. En primer lugar, el *TEST DE BOSTON (BOSTON NAMING TEST)* que evalúa la capacidad de denominación mediante el procedimiento de confrontación visual. Esta herramienta, muy utilizada en el ámbito de las afasias, demencias y otros deterioros cognitivos, en la forma que toma los errores, arroja ciertos indicios de dónde y cómo está fallando el proceso de denominación. Se trata de un conjunto de láminas de estímulo con su correspondiente cuadernillo de registro. Consta de 60 ítems de dificultad creciente. Los estímulos son dibujos lineales en blanco y negro de diferentes niveles de frecuencia y familiaridad. Se le muestra al individuo una imagen y el tiempo inicial de respuesta es de 20 segundos. Si no consigue dar la palabra correcta, se le da una facilitación o ayuda de carácter fonético (el primer sonido de la palabra), proporcionándole otros 20 segundos más; en caso de que tampoco logre la respuesta correcta, se le facilita una ayuda semántica. En su última edición, también proporciona un test de reconocimiento de palabras de elección múltiple para los ítems que no puedan denominarse mediante la clave fonética. El examinador registra el código de errores para cualquier respuesta parafásica o error de percepción.

El test presenta algunos problemas relacionados con la variación sociolingüística, en concreto con la diatópica y diacrónica, ya que, a veces, un objeto se denomina de distintas formas según el lugar de procedencia del hablante o según la edad del sujeto. El cuadernillo de evaluación no considera como acertada una palabra

con variación de este tipo, aunque el examinador debe darla como válida siempre que la conozca. Veamos un ejemplo (Figura 1):

Figura 1



Fuente: Test de Boston

En la imagen que tenemos delante, la respuesta correcta sería *canoas*, no valdrían, por ejemplo, *barca*, *kayak* o *piragua*, sinónimos con variación de tipo diatópico o diacrónico. Otro de los problemas que debe ser reseñado en esta prueba es que la ayuda semántica que se da es en muchas ocasiones ambigua, pues, en este caso, se trataría de *embarcación* que es el hiperónimo de *barca*, *canoas*, *kayak* o *piragua*.

El segundo test utilizado es el *RIENAL*, *REPERTORIO DE INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA DE LAS ALTERACIONES DEL LENGUAJE*. En esta tarea participan tanto los procesos de acceso a la representación léxica y fonológica, a partir de la semántica, como los procesos de planificación de la secuencia de fonemas para la articulación. Dentro de la batería *RIENAL*, hemos utilizado el test 9B llamado *Denominación oral de imágenes*. Consiste en evaluar el acceso a la forma fonológica de los verbos, así se determina la capacidad del paciente para acceder a la forma fonológica de las palabras a partir de la semántica (representada en la imagen). Se le presentan al sujeto sucesivamente 32 imágenes sencillas que representan acciones cotidianas. La tarea consiste en nombrar cada imagen mediante una determinada palabra, es decir, el verbo que representa la acción de la imagen (cf. Benedet, 2006). Se le plantea al participante, diciéndole: “nombra el verbo que representa la acción, ¿qué hace?”. Veamos algunos ejemplos:

En esta ocasión (Figura 2), la palabra solicitada, es decir el verbo, sería *freír*. Sin embargo, como problema, encontramos que muchos informantes dan la respuesta *cocinar*/*guisar*, que no sería considerada válida. Lo mismo ocurre con *romper*/*partir* en esta imagen (Figura 3):

Figura 2



Fuente: Test RIENAL

Figura 3



Fuente: Test RIENAL

La respuesta correcta sería *romper*, aunque en ciertos lugares (variación diatópica) se utiliza más frecuentemente *partir*. Tal como hemos contemplado anteriormente, el examinador debe dar por válida la variación. Todas las respuestas tienen que ser verbos en infinitivo como indica la hoja de registro siguiente (Figura 4), aunque muchos informantes responden con el verbo en gerundio o simplemente conjugado.

Se consideraría menos válido que dijera el verbo en otro tiempo verbal y aunque se le explica con claridad al informante, en muchas ocasiones no conocen la acepción *verbo en infinitivo* y esto resulta también un hándicap relevante.

Figura 4

Test 9B.

Denominación oral de imágenes: verbos

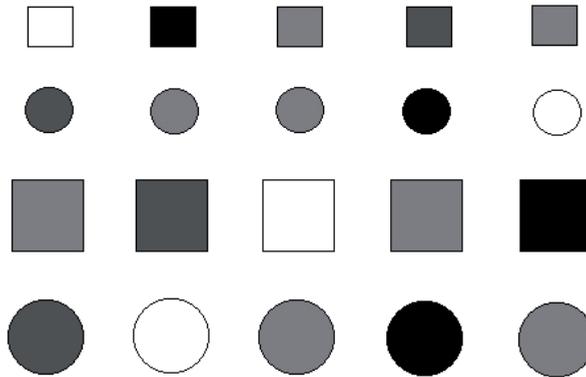
ESTÍMULOS	RESPUESTAS	*	EA	1/0
1. Escribir				
2. Romper				
3. Sembrar				
4. Llorar				
5. Pintarse				
6. Fumar				
7. Correr				
8. Cortar				
9. Saltar				
10. Pintar				
11. Leer				
12. Beber				
13. Planchar				
14. Afeitarse				
15. Barrer				
16. Coser				
17. Escuchar				
18. Avión				

Fuente: Test RIENAL

El tercer test utilizado es el *TOKEN TEST* (De Renzi y Vignolo, 1962). Se trata de una prueba clásica destinada a evaluar la comprensión mediante el lenguaje receptivo. Su administración es muy sencilla y sensible a los déficits de la comprensión auditiva. El material consta de 20 fichas de distintas formas, colores y tamaños: 2 formas (cuadrados y círculos) que tienen a su vez 2 tamaños (grandes y pequeños) y 5 colores (Figura 5). El paciente debe señalar o manipular conforme a las órdenes del examinador. La finalidad de este test es la de evaluar la comprensión verbal de 36 órdenes en su versión reducida de dificultad creciente (*toca el cuadrado verde-toca el cuadrado grande verde-toca los cuadrados excepto el verde*). Tiene un tiempo de respuesta de cinco segundos por ítems y ofrece la gradación del déficit en comprensión según el grado de alteración (leve, moderado, grave y muy grave).

Por último, el *TEST DE COMPRENSIÓN DE ESTRUCTURAS GRAMATICALES (CEG)* es la herramienta que, a nuestro juicio, mayores resultados ha arrojado y más interesantes. Es un instrumento diseñado para evaluar la comprensión de estructuras gramaticales de diferentes grados de dificultad (Mendoza *et al.*, 2007). Está constituida por bloques y cada bloque consta de 4 ítems. La prueba tiene 20 bloques correspondientes cada uno a una estructura sintáctica determinada y por tanto, presenta un total de 80 ítems. Se atiende al paradigma de elección múltiple, consistente en elegir entre cuatro dibujos el que corresponde a la oración leída por el examinador lo que requiere que determine y comprenda su estructura sintáctica. No necesita ningún tipo de respuesta verbal, por lo que es aplicable en los casos en los que el desarrollo del lenguaje expresivo esté afectado de forma importante. El CEG permite tanto una interpretación cuantitativa mediante el recuento de elementos acertados, a la vez que una valoración cualitativa derivada del análisis de los modelos de error y de la elección de distractores.

Figura 5

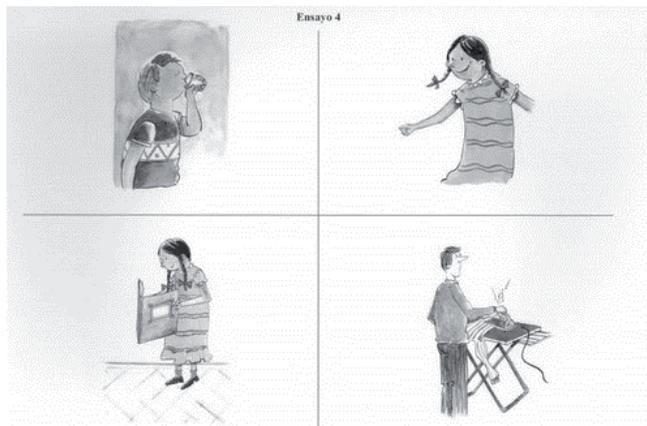


Fuente: Token Test

Veamos, a modo de ejemplo, una de las láminas con cuatro figuras (Figura 6) y en las que aplicamos estructuras gramaticales que van desde la más sencilla a la más compleja. Como hemos indicado anteriormente, el entrevistado debe señalar con el dedo la opción correcta.

- a. El niño bebe agua (respuesta correcta: imagen superior izquierda)
- b. La niña no lee (respuesta correcta: imagen superior derecha)
- c. El hombre que es rubio plancha una camisa (respuesta correcta: imagen inferior derecha)
- d. El libro es leído por la niña (respuesta correcta: imagen inferior izquierda).

Figura 6



Fuente: Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales

Después de someter al grupo experimental al software de realidad virtual Virtualrehab del que a continuación hablaremos, durante aproximadamente ocho o diez sesiones, volvimos a evaluar a este grupo de pacientes mediante los cuatro tests comentados. Los resultados se ofrecerán en el apartado correspondiente del presente trabajo.

### 3.2. El software de realidad virtual: Virtualrehab

Como hemos comentado en la introducción del trabajo, en la actualidad existen muchos softwares que utilizan la realidad virtual para la rehabilitación motora de pacientes y, en concreto, de pacientes de párkinson. Nuestra elección ha venido motivada porque Virtualrehab pertenece a la empresa Evol, la cual posee convenio con el Instituto de Investigación en Lingüística Aplicada de la Universidad de Cádiz donde se inserta esta investigación.

El software Virtualrehab ofrece múltiples escenarios muy cuidados y creíbles desde el punto de vista de la realidad virtual, haciendo partícipe al paciente de acciones que debe realizar mejorando su actividad motora en sesiones repetidas. El único inconveniente del programa es que no posee sonido ni órdenes de voz, así que los investigadores hemos cubierto con enunciados repetidos esta carencia.

Los participantes se sometieron a dos sesiones a la semana durante un mes. Estas sesiones tuvieron lugar en las asociaciones de párkinson que hemos nombrado en los agradecimientos de este trabajo. Montábamos una pantalla con un proyector conectado al software con la ayuda del técnico informático que formaba parte del equipo investigador del proyecto y el fisioterapeuta del centro preparaba al participante para iniciar correctamente los *exergames*.

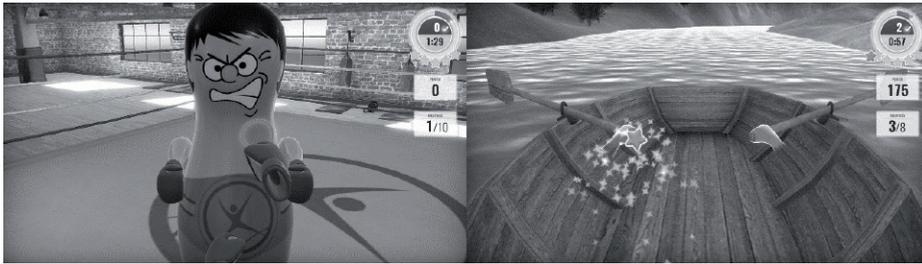
Se seleccionaron concretamente ocho escenarios, motivados tanto por lo atractivo que se le presentaba al paciente (por ejemplo, aquel en el que tenía que boxear y dejar *kao* a un muñeco o remar a través de un río<sup>5</sup>, Figura 7), como por la representación de actividades de la vida diaria (tal es el caso de las acciones en la cocina donde tenían que coger utensilios situados en la parte alta y baja de los muebles, o en el aseo personal donde tenían que ponerse un sombrero, una corbata, etc.; Figura 8).

Los enunciados utilizados para cada uno de los ejemplos mostrados fueron los siguientes. En el caso del escenario dedicado al boxeo, se utilizaron: *Ahora va usted a boxear. Tiene que golpear al muñeco pegándole con el puño derecho, si aparece el círculo rojo, o pegándole con el puño izquierdo, si aparece el círculo azul*. Los verbos que se repetían en sus correspondientes contextos fueron: *golpear* / *pegar* (con la derecha o con la izquierda), *dejar* (*kao*), *dar* (un puñetazo), *empujar* (al muñeco). En el escenario dedicado a remar a través de un río se utilizó la siguiente verbalización: A

---

<sup>5</sup> Los escenarios son en color, las fotografías aparecen en esta ocasión en blanco y negro por requerimientos de diseño y maquetación del medio impreso.

Figura 7



Fuente: Software Virtualrehab

Figura 8

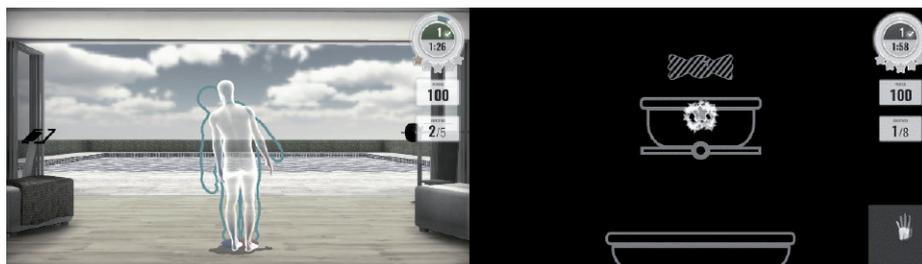


Fuente: Software Virtualrehab

continuación, va a aparecer un barco y debe remar con los dos brazos a la vez y, concretamente, los verbos: *remar*, *empujar* (los remos) y *tirar* (de los remos), *conducir* (el barco por el río). En lo que respecta a la cocina, aportábamos el enunciado: *Ahora se verá en una cocina donde deberá alcanzar distintos objetos alzando o bajando los brazos derecho o izquierdo. Se indican en rojo los del lado derecho y en azul los del lado izquierdo. En algunos casos deberá también colocarlos donde se le indique.* Los verbos trabajados fueron, en este caso: *alzar* / *bajar* (el brazo), *alcanzar* y *coger* (una manzana / una tetera / cafetera / pan / etc), *colocar* (la manzana / la tetera / etc. en el cuadrado azul / rojo), *subir* (la tetera), *romper* (no romper los objetos). El último ejemplo de los hasta ahora mencionados responde al *exergame* titulado “Espejito, espejito”. El enunciado aportado respondía a: *Ahora van a aparecer distintos objetos o prendas que deben colocarse donde corresponda. Si aparece una toalla debe frotarse con ella el hombro opuesto.* Por su parte, los verbos contextualizados fueron los que siguen: *ponerse* (una corona, un sombrero, un guante, una corbata, el cinturón, el móvil en la oreja), *colocarse* (el reloj), *llevar* (la cuchara a la boca), *comer* (la manzana), *alcanzar* y *frotarse* (el hombro derecho con la mano izquierda).

Los otros cuatro escenarios seleccionados respondían a equilibrar cuerpo y mano a través de la inclinación de la figura y del *exergame* titulado “Tirar caramelos” donde debían atrapar estos dulces en una olla para luego volcarla Figura 9:

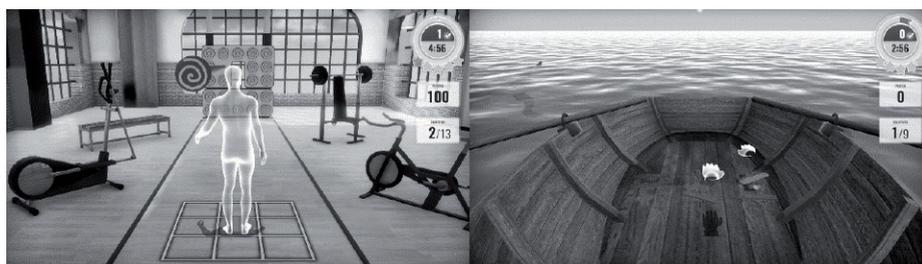
Figura 9



Fuente: Software Virtualrehab

También, con el fin de mejorar la coordinación entre manos y pies y el estiramiento del cuerpo, se adjuntaron los escenarios “Dianas y barreras”, cuyo propósito era pulsar las dianas con las manos, derribar las barreras con las piernas y pisar cuadrados con los pies y “Mantente a flote” en un barco que hacía agua por todos lados y en el que, si se hundía, lo atrapaban los tiburones (Figura 10).

Figura 10



Fuente: Software Virtualrehab

En estos cuatro casos, utilizamos también enunciados previstos. En el primero de los escenarios, “Coincidir la silueta”, repetíamos la siguiente verbalización: *Ahora debe ponerse de pie (este es el único ejercicio que se hace de pie) y hacer coincidir la silueta, inclinándose hacia la derecha o hacia la izquierda, trabajando principalmente el verbo inclinarse (a la derecha, a la izquierda)*. En el segundo *exergame* de este bloque, “Tirar caramelos”, al que, por razones de tipo tecnológico se les sometía a los pacientes en último lugar, decíamos: *Por último, sentados junto al ordenador, haremos ejercicios para extender la mano, mantenerla abierta con la palma hacia arriba para coger caramelos y después girar la palma hacia abajo para tirar caramelos*. Los verbos que, en este caso, se utilizaron fueron: *extender* y *mantener* (la mano abierta para coger los caramelos), *girar* (la mano), *tirar / volcar* (los caramelos). Por su parte, el ejercicio dedicado a “Dianas y barreras”, se acompañaba del siguiente mensaje: *A continuación, van a aparecer dianas, barreras o cuadrados que pueden ser azules o rojos. Los azules*

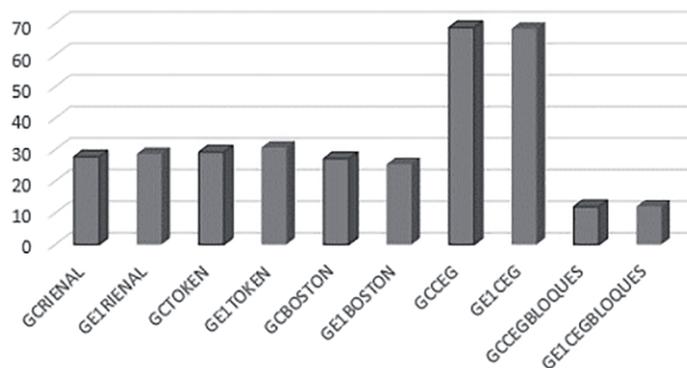
a la derecha y los rojos a la izquierda. Si aparecen dianas, debe alcanzarlas con el brazo correspondiente. Si aparecen barreras en los pies, debe levantar la rodilla correspondiente. Si aparecen cuadrados en el suelo, debe pisar sobre él con el pie correspondiente. Fundamentalmente fueron tres verbos los que utilizamos: *alcanzar* (los azules con la mano izquierda, los rojos con la mano derecha), *levantar* (la rodilla izquierda para las azules, la rodilla derecha para las rojas) y *pisar* (los azules con el pie izquierdo y los rojos con el pie derecho). En último lugar, en “Mantente a flote”, verbalizamos: *Va a aparecer un barco donde usted va montado. Ese barco tiene agujeros por donde entra el agua (si el barco se hunde, se lo comen los tiburones). Debe alcanzar y tapar los agujeros con la mano correspondiente y trabajamos insistentemente los verbos: alcanzar y tapar* (agujeros rojos con la mano derecha y agujeros azules con la mano izquierda).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados del trabajo, hemos de decir que fueron más de carácter cualitativo que cuantitativo. Por esta razón, no se pasaron pruebas de correlación estadística. La muestra se quedó pequeña, como hemos dicho, debido a la crisis sanitaria. A pesar de ello, vamos a ofrecer unos gráficos estadísticos cuantitativos que atienden por una parte a la evaluación inicial del grupo de control (GC) y del grupo experimental (GE1) en todos los test trabajados (Figura 11) y por otra, la evolución del grupo experimental antes de someterse al software Virtualrehab (GE1) y después (GE2) (Figura 12). También aportaremos (gráfico 3) una comparativa final entre el grupo de control (GC) y el grupo experimental tras la rehabilitación (GE2).

Figura 11

Resultado de la evaluación inicial



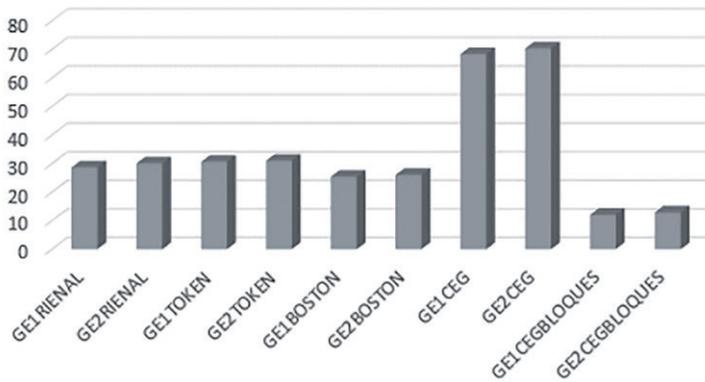
Como podemos observar, ambos grupos están bastante equilibrados obteniendo unas puntuaciones directas y aciertos muy similares. En el *Test RIENAL* el máximo

son 32 puntos y las puntuaciones obtenidas por ambos grupos inicialmente son: GCRIENAL= 27,7 GE1RIENAL= 28,6. En el siguiente, *TOKEN TEST*, se compone de 36 ítems y cada uno vale un punto. Aquí las puntuaciones obtenidas son: GCTOKEN = 29,2 GE1TOKEN=30,6. En el caso del *TEST DE VOCABULARIO* la baremación es: GC-BOSTON =27,1 GE1BOSTON=25,33. La Comprensión de Estructuras Gramaticales se mide de dos formas, por ítems hasta un máximo de 80 y por bloques hasta 20 puntos. Estas son las puntuaciones para ambas baremaciones: GCCEG=68,7 GE1CEG=68,3 y GCCEGBLOQUES=11,95 GE1CEGBLOQUES=12,02

Por otro lado, los resultados de la evolución del grupo experimental tras la aplicación del software Virtualrehab (GE1-GE2), así como los resultados finales de la comparativa de este último (GE2) con el grupo de control (GC), se representan de esta manera (Figura 12 y 13):

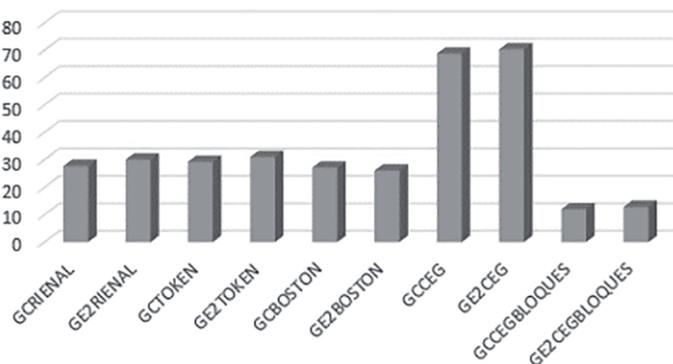
**Figura 12**

*Grupo experimental*



**Figura 13**

*Resultados finales*



En primer lugar, nos encontramos que en la denominación oral de verbos mediante imágenes que los representan no hay alteraciones significativas que puedan ser valoradas cuantitativamente mediante este test, ya que los sujetos realizan la prueba obteniendo unas puntuaciones bastante elevadas; puntuaciones que se mantienen por ambos grupos. Sin embargo, cualitativamente sí que observamos que el tiempo de respuesta es bastante elevado para la simplicidad de la prueba. Esto concuerda con las alteraciones cognitivas que se produce en la EP y que provocan un procesamiento más lento de la información y en la respuesta. De este modo, se observa una ralentización en las actividades de la vida diaria que requieren una atención mantenida (Nutt y Wooten, 2005; Micheli, 2006; Tedrus *et al.*, 2009; Muslimović *et al.*, 2009).

En segundo lugar, en la medición de la comprensión global comprobamos que en la gran mayoría de los pacientes no hay alteraciones severas, pero un porcentaje alto de ellos no alcanza la máxima puntuación (36 puntos). Aun así, existe una mejoría de casi dos puntos en la media entre el GC (=29,2) y el GE2 (=30,92). En la observación de la ejecución, las respuestas no solo son lentas sino que se enlentecen más en las estructuras más complejas que requieren más memoria de trabajo y atención sostenida. En estos casos, existe una gran implicación del área de Broca, aunque no resida allí el procesamiento sintáctico, por la gran carga de procesamiento que conllevan las oraciones complejas y, consecuentemente, de la memoria de trabajo (Cooke 2002; Stromswold *et al.*, 1996) y de otros factores que agravan la complejidad oracional como el léxico, el establecimiento de la estructura, la concordancia y el mapeo de roles temáticos (Kaan y Swaab, 2002). Estos procesos memorísticos y atencionales también se encuentran alterados en la EP (Fahn, 2003).

En el plano del vocabulario, vemos nuevamente cómo ha habido mejora cualitativa a pesar de que las puntuaciones en la tarea de denominación se mantuvieron igual entre los dos grupos. Durante la evaluación inicial la ejecución y la latencia de respuesta se prolongaron por el suministro de facilitaciones para conseguir las respuestas correctas (Fahn 2003; Friederici *et al.*, 2003; Williams-Gray *et al.*, 2006). Frente a ello, en GE2 se redujeron estas ayudas a más de la mitad, lo que demuestra una mejora considerable en el acceso a la información léxica, es decir, en la recuperación que la prueba requiere.

Aunque haya existido una mejora en la ejecución en este grupo experimental, estos pacientes presentan normalmente bastantes dificultades en las tareas de denominación por confrontación, lo que se relaciona directamente con sus problemas de fluidez, evocación de palabras, identificación de dibujos y fluencia fonológica (Henry y Crawford, 2004). Según Collette *et al.* (2006), la alteración no responde a un déficit estrictamente lingüístico sino que se relaciona, directamente, con las funciones ejecutivas y el deterioro producido en las áreas frontales y prefrontales en el caso de la EP.

Por último, el Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales es el que necesita un análisis y valoración más exhaustiva de los resultados. Primeramente, desde

un punto de vista cuantitativo, los datos reflejan una mejoría de dos puntos en la media por ítems de GC (68,70) con respecto al GE2 (70,28) y se suma un bloque más de mejora (GC 11,95 y GE2 12,84) después de la parte experimental. También se observa, desde el punto de vista cualitativo, una mayor rapidez en las respuestas y una menor inseguridad en el procesamiento de las mismas, reflejado en un menor requerimiento de repetición de la frase estímulo y una disminución en las autocorrecciones. Además, al realizar un análisis por bloques de los errores de los resultados de la prueba, vemos que el 90% de los sujetos que se han sometido a ella (GC y GE2) no obtienen puntos en el bloque T (oraciones relativas del tipo OS) y el 100% falla en el ítem T77 “el círculo dentro del que hay un cuadrado es azul”. Le sigue el bloque Q con un 80% (oraciones con objeto pronominalizado [contrastres de género y número]), el bloque D con un 70% (oraciones predicativas pronominalizadas [reflexivas y no reflexivas]) y, por último, el bloques H (oraciones predicativas SVCC de lugar encima, debajo, delante y detrás), el bloque I (oraciones coordinadas adversativas [con sujeto u objeto coordinado]), el bloque L (oraciones comparativas absolutas), el bloque M (oraciones OVS con objeto focalizado) y el bloque O (oraciones relativas del tipo SS) con un 50% de errores. Asimismo, cabe destacar que en las oraciones fallidas hay un mayor número de distractores gramaticales que en el resto de los ítems donde la proporción es menor incluyendo distractores léxicos lo que dificulta y complica la comprensión y la ejecución de la tarea. Estos distractores se dan en una proporción de 3/3 para los bloques (T, Q, H, I, O) y en una proporción de 2/3 para los bloques (N, D, L, M).

Las investigaciones apuntan que en el uso de sustantivos, comprensión y conjugación simple, los pacientes con párkinson tienen mantenida estas habilidades lo que podemos corroborar con los bloques acertados donde se cumplen estas premisas (Mortimer *et al.*, 1982; Whiting *et al.*, 2005). En cambio, tienen dificultades con la comprensión de oraciones semicomplejas y complejas (los bloques donde existen un mayor número de errores), derivadas de déficits en la memoria de trabajo y en las funciones ejecutivas (Grossman *et al.*, 2003) y, también, limitaciones en la distribución estratégica de estos recursos, originadas por la carencia de dopamina en las regiones frontales (Grossman, 1999). De acuerdo con ello, podemos afirmar que la dificultad para la comprensión de oraciones se debe efectivamente a un déficit en las funciones ejecutivas y no en el funcionamiento de los procesos sintácticos (Lee *et al.* 2003; Grossman *et al.*, 2000, 2001, 2002). Estos procesos cognitivos subyacen a la carencia de dopamina y al deterioro de las áreas cerebrales. Desde principios del siglo XXI, encontramos autores (Grossman *et al.*, 2003) que, aludiendo a las modernas técnicas de neuroimagen, destacan que en la EP se produce un aumento de la activación de las áreas temporal-parietal posterolateral frontal inferior derecha e izquierda durante la comprensión de la oración, que sirve como medida compensatoria para llevar a cabo la ejecución de este tipo de tareas.

## 5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han obtenido interesantes conclusiones que llevan a demostrar la hipótesis de partida: los participantes que representaron el grupo experimental consiguieron una mejora motora que repercutió en una mejora verbal de aquellos verbos de movimiento que aludían a actividades de la vida diaria frente a aquellos que no se sometieron al software Virtualrehab. Por tanto, existe una relación importante entre la motricidad de los individuos y su competencia lingüística. En la comparativa de datos arrojados por los test de evaluación antes de someter al paciente al software y después, podemos observar cierta mejora que prevemos mucho más notable si en vez de un mes de rehabilitación, los individuos se hubieran sometido al software mucho más tiempo. Es cierto que se observó la mejora mucho más claramente desde el punto de vista cualitativo (tiempo de respuesta, menor número de claves facilitadoras, menor autocorrección, etc.) que desde el cuantitativo.

No hay que olvidar que la muestra experimental, así como el grupo de control, quedaron reducidos en número por la situación pandémica, de modo que no pueden proclamarse conclusiones rotundas desde el punto de vista científico, ya que habría que realizar el experimento con un número mucho mayor de pacientes (al menos con los que se tenía previsto para la realización del proyecto). También la frecuencia de uso jugó un papel importante, ya que los individuos se familiarizaron dos veces por semana con la producción y la comprensión de los verbos estudiados en los contextos aportados y esta premisa pudo influir decisivamente en su mejora verbal.

Por supuesto, de esta investigación pueden obtenerse otros muchos resultados lingüísticos: de carácter semántico, como por ejemplo el uso y el significado de los verbos trabajados, de índole textual, analizando los enunciados proporcionados para la verbalización de los *exergames*, de corte léxico, en el tiempo de reacción de denominación del objeto presentado, de tipo sociolingüístico, aludiendo a la frecuencia de uso tanto de enunciados como de palabras repetidas, etc. Todo ello dará lugar, sin duda, a otros trabajos en la misma línea. No podemos olvidar que, en ámbitos tecnológicos y, tal como se propuso en los objetivos de esta investigación, se está creando una aplicación para dispositivos móviles que trabaja la rehabilitación motora de actividades de la vida diaria, a través de la herramienta Vedils de la Universidad de Cádiz con interesantes resultados (Mota *et al.*, 2021).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayora Esteban, M. C. y Paredes Duarte, M. J. (2020). Realidad virtual: aplicaciones para la memoria verbal de algunos trastornos del lenguaje. J. M Alcántara, M. Bermúdez Martínez, F. J. Blanco Encomienda, J. M. Heredia Jiménez (coords.). *Propuestas científicas para un desarrollo social*. Madrid: Eos Universitaria, 261-268.
- Benedet, M. J. (2006). *RIENAL. Repertorio de instrumentos para la evaluación neurolingüística de las alteraciones del lenguaje*. EOS.

- Berardelli, A., Wenning, G. K., Antonini, A., Berg, D., Bloem, B. R., Bonifati, V., Brooks, D., Burn, D. J., Colosimo, C., Fanciulli, A., Ferreira, J., Gasser, T., Grandas, F., Kanovsky, P., Kostic, V., Kulisevsky, J., Oertel, W., Poewe, W., Reese, J. P., Relja, M., ... Vidailhet, M. (2013). EFNS/MDS-ES/ENS [corrected] recommendations for the diagnosis of Parkinson's disease. *European journal of neurology*, 20(1), 16-34. <https://doi.org/10.1111/ene.12022>
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139(1), 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.05.035>
- Cooke, A. (2002). Neural basis for sentence comprehension: Grammatical and short-term memory components. *Human Brain Mapping*, 15(2), 80-94. <https://doi.org/10.1002/hbm.10006>
- De Renzi, E., & Vignolo, L. (1962). The Token Test: A sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics. *Brain*, 85(4), 665-678. <https://doi.org/10.1093/brain/85.4.665>
- Fahn, S. (2003). Description of Parkinson's disease as a Clinical Syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 991(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2003.tb07458.x>
- Friederici, A. D., Kotz, S.A., Werheid, K., Hein, G., & Cramon, D. Y. (2003). Syntactic Comprehension in Parkinson's disease: Investigating Early Automatic and Late Integrational Processes Using Event-Related Brain Potentials. *Neuropsychology*, 17(1), 133-142. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.17.1.133>
- García, A. M., Carrillo, F., Orozco-Arroyave, J. R., Trujillo, N., Vargas Bonilla, J. F., Fittipaldi, S., Adolfi, F., Nöth, E., Sigman, M., Fernández Slezak, D., Ibáñez, A., & Cecchi, G. A. (2016). How language flows when movements don't: An automated analysis of spontaneous discourse in Parkinson's disease. *Brain and Language*, (162), 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.07.008>
- García, A. M., & Ibáñez, A. (2016). A touch with words: Dynamic synergies between manual actions and language. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, (68), 59-95. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.04.022>
- Grossman, M. (1999). Sentence Processing in Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, 40(2), 387-413. <https://doi.org/10.1006/brcg.1999.1087>
- Grossman, M., Glosser, G., Kalmanson, J., Morris, J., Stern, M., & Hurtig, H. (2001). Dopamine supports sentence comprehension in Parkinson's Disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 184(2), 123-130. [https://doi.org/10.1016/S0022-510X\(00\)00491-3](https://doi.org/10.1016/S0022-510X(00)00491-3)
- Grossman, M., Cooke, A., Devita, C., Lee, Ch., Alsop, D., Detre, J., Gee, J., Chen, W., Stern, M., & Hurtig, H. (2003). Grammatical and resource components of sentence processing in Parkinson's disease. *Neurology*, 60(5), 775-781. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000044398.73241.13>
- Grossman, M., Kalmanson, J., Bernhardt, N., Morris, J., Stern, M., & Hurtig, H. (2000). Cognitive Resource Limitations during Sentence Comprehension in Parkinson's Disease. *Brain and Language*, 73(1), 1-16. <https://doi.org/10.1006/brln.2000.2290>
- Grossman, M., Lee, Ch., Morris, J., Stern, M., & Hurtig, H. (2002). Assessing Resource Demands during Sentence Processing in Parkinson's Disease. *Brain and Language*, 80(3), 603-616. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2630>
- Henry, J. D., & Crawford, J. (2004). Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: A meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(4), 608-622. <https://doi.org/10.1017/S1355617704104141>

- Kaan, E. & Swaab, T. Y. (2002). The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 350-356. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01947-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01947-2)
- Lee, Ch., Grossman, M., Morris, J., Stern, M., & Hurtig, H. (2003). Attentional resource and processing speed limitations during sentence processing in Parkinson's disease. *Brain and Language*, 85(3), 347-356. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00063-4](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00063-4)
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6), 431-461. <https://doi.org/10.1037/h0020279>
- Linares-del Rey, M., Vela Desalojo, L. y Cano de la Rueda, R. (2019). Aplicaciones móviles en la enfermedad de Parkinson: Una revisión sistemática. *Neurología: Publicación Oficial de la Sociedad Española de Neurología*, 34(1), 38-54. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2017.03.006>
- Mendoza, E., Carballo, G., Muñoz, J. y Fresneda, M.<sup>a</sup> D. (2007). *Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales*. TEA/ediciones.
- Micheli, F. (2006). *Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados*. Medica Panamericana.
- Mortimer, J. A., Pirozzolo, F. J., Hansch, E. C., & Webster, D. (1982). Relationship of motor symptoms to intellectual deficits in Parkinson disease. *Neurology*, 32(2), 133-137. <https://doi.org/10.1212/WNL.32.2.133>
- Mota, J. M., Baena-Perez, R., Ruiz-Rube, I., Duarte, M. J. P., Ruiz-Castellanos, A., & Corro-Barquin, J. M. (2021). Spatial Augmented Reality System with functions focused on the rehabilitation of Parkinson's patients. En A. Balderas, A. J. Mendes y J. M. Dodero (Eds.), 2021 International Symposium on Computers in Education (SIIE). <https://doi.org/10.1109/SIIE53363.2021.9583636>
- Muslimović, D., Post, B., Speelman, J., De Haan, R., & Schmand, B. (2009). Cognitive decline in Parkinson's disease: A prospective longitudinal study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(3), 426-437. <https://doi.org/10.1017/S1355617709090614>
- Noyce, A. J., Bestwick, J. P., Silveira-Moriyama, L., Hawkes, C. H., Knowles, C. H., Hardy, J., Giovannoni, G., Nageswaran, S., Osborne, C., Lees, A. J., & Schrag, A. (2014). PREDICT-PD: identifying risk of Parkinson's disease in the community: methods and baseline results. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 85(1), 31-37. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2013-305420>
- Noyce, A. J., R'Bibo, L., Peress, L., Bestwick, J. P., Adams-Carr, K. L., Mencacci, N. E., Hawkes, C. H., Masters, J. M., Wood, N., Hardy, J., Giovannoni, G., Lees, A. J., & Schrag, A. (2017). PREDICT-PD: An online approach to prospectively identify risk indicators of Parkinson's disease. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 32(2), 219-226. <https://doi.org/10.1002/mds.26898>
- Nutt, J. G., & Wooten, F. (2005). Diagnosis and Initial Management of Parkinson's disease. *The New England journal of medicine*, 353(10), 1021-1027. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp043908>
- Paredes Duarte, M.<sup>a</sup> J. y Espinosa Rosso, R. (2015). Lenguaje y parkinson: aproximación clínica. En F. Díez-Vide (Ed.), *Temas de lingüística clínica* (pp. 29-52). Editorial Horsori.
- Paredes Duarte, M. J. y Espinosa Rosso, R. (2020). Alteraciones lingüísticas en la enfermedad de Parkinson. Aproximación estadística a un estudio con variantes. *Pragmalingüística [volumen monográfico: Investigaciones de lingüística clínica]*, (Monográfico 2), 272-286. <https://doi.org/10.25267/Pragmalinguistica.2020.iextra.16>
- Rodríguez-Ferrero, J. y Cuetos, F. (2010). La comprensión de verbos en los enfermos de Parkinson. *Ciencia cognitiva*, 4(1), 4-16.

- Ruiz Castellanos, A., Rodríguez Palomero, J. y Cabeza de Vaca Carmona, E. (2016). Una terapia de apraxias mediante verbos de movimiento e interacción: Propuesta en contextos naturales y comunicativos. En F. Díez-Vide (Ed.), *Temas de lingüística clínica* (pp. 78-88). Editorial Horsori.
- Tedrus, G. M., Fonseca, L. C., Letro, G. H., Souza Bossoni, A., & Samara, A. B. (2009). Dementia and mild cognitive impairment in patients with Parkinson's disease. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 67(2b), 423-427. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000300010>
- Whiting, E., Copland, D., & Angwin, A. (2005). Verb and context processing in Parkinson's disease. *Journal of Neurolinguistics*, 18(3), 259-276. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2004.11.008>
- Williams-Gray, C. H., Foltynie, T., Lewis, S., & Barker, R. (2006). Cognitive Deficits and Psychosis in Parkinson's Disease. A Review of Pathophysiology and Therapeutic Options. *CNS Drugs*, 20(6), 477-505. <https://doi.org/10.2165/00023210-200620060-00004>

### CONTRIBUCIÓN AUTORES

La primera autora del trabajo (M.<sup>a</sup> J. PD) es la responsable del proyecto de investigación en el que se inserta. Desde su condición de lingüista se ha ocupado, en colaboración con los profesionales sanitarios que integran el equipo investigador, de la selección de los pacientes, del convenio con las empresas implicadas, así como con las asociaciones de párkinson. El artículo debe a su autoría la elección de los escenarios virtuales y la verbalización de los mismos en cuanto a selección de léxico y de contextos lingüísticos. Por su parte, la segunda autora del trabajo (BDC) es la logopeda que evaluó mediante test a los pacientes implicados y a la que se le deben los resultados cuantitativos que se presentan.