

**Estudio Comparativo entre los momentos ON y OFF en
pacientes de Parkinson en sus características vocales e
inteligibilidad del habla**

Trabajo Fin de Grado de Logopedia.

Víctor Cabrera Paz

Tutorizado por Virginia Gutiérrez Rodríguez

Curso Académico 2021-22



Agradecimientos

Centro de Parkinson de Tenerife

Jonathan Delgado Hernández

Haridian Gámez Armas

Mabel Mesa Martín



RESUMEN

El parkinson es una de las enfermedades neurodegenerativas más famosas, y más frecuentes de la actualidad. Surge por la degradación de las rutas dopaminérgicas del cerebro debido a una escasez del neurotransmisor llamado dopamina. Para contrarrestarlo es recurrente el uso del fármaco levodopa, que aporta el precursor de la dopamina facilitando su producción. El objetivo de este trabajo es medir los distintos parámetros vocales y su inteligibilidad del habla antes y después de medicarse. Tras el análisis, no se han encontrado efectos significativos entre ambos momentos, aunque el ratio de ruidos se mantiene por norma general en parámetros patológicos. En relación con la inteligibilidad, se comprueba una inteligibilidad mucho menor en pseudopalabras.

Palabras clave: Parkinson, Parámetros Vocales, Inteligibilidad del Habla, Levodopa

ABSTRACT

Parkinson's disease is one of the most famous, and usual, neurodegenerative affliction nowadays. It starts by the degradation of the dopaminergic brain's routes because of a lack of the neurotransmisor called dopamine. In order to fight the disease, it is common to use the drug levodopa, which supplies the precursor of dopamine, easing the production of it. The purpose of this study is to measure the distinct vocal parameters and the speech intelligibility before and after taking the medicine. Following the data analysis, there are no significant effects between both stages, nevertheless, the noise ratio is generally maintained in pathological parameters. In relation to intelligibility, a much lower intelligibility is found in pseudowords.

Key Words: Parkinson's disease, Vocal parameters, Speech Intelligibility, Levodopa.



MARCO TEÓRICO

La enfermedad del Parkinson, (*Parkinson's disease* o PD) es una de las enfermedades neurológicas más famosas que afecta al Sistema Nervioso Central (SNC) humano, constituido por la médula espinal y el encéfalo –que es el nombre dado a la combinación del cerebro, cerebelo y tronco encefálico (García, J. A., y Hurlé, J. M., 2014). Dentro del encéfalo sería preciso incidir en la estructura que es afectada en la PD, los ganglios basales, que tienen la función de regular la actividad motora y coordinar la preparación motora. Prueba de esto son los resultados mostrados por Ward J. (2006) al demostrar que se activan más al realizar ambas acciones previamente mencionadas.

Para entender completamente el funcionamiento de los ganglios basales es necesario comprender los *loops* neuronales, ciclos de interacción neuronal que se repiten una y otra vez. En los ganglios basales, su función se basa en fomentar el inicio del movimiento muscular y la creación de movimientos complejos a partir de otros simples. Una característica de este ciclo es que consta de cinco más pequeños con una estructura similar de conexiones excitantes e inhibitoras (Alexander, G. E. y Cruchter, M.D., 1990), es en estos *loops* que la sustancia negra – que emplea la dopamina como neurotransmisor y modula la actividad neuronal – pueda sufrir una muerte celular progresiva y provocar trastornos del movimiento debido a un déficit de dopamina. Esta carencia del neurotransmisor deriva a su vez en una falta de retroalimentación a la corteza cerebral y un aumento de la inhibición propia de la vía indirecta de los ganglios basales. Esta afección puede provocar trastornos tales como la enfermedad que hoy estudiamos: la enfermedad de Parkinson (García J. A., y Hurlé J. M., 2014)(Dauer W. y Przedborski S., 2003).



Dauer W. y Przedborski S. (2003) definen la PD, como una enfermedad neurodegenerativa producida por la muerte neuronal progresiva de las vías dopaminérgicas en la porción compacta de la sustancia negra que afecta considerablemente a la vía directa e indirecta del globo pálido interno –una de las estructuras que componen a los ganglios basales– y la sustancia negra reticular.

El síntoma más reconocido en la PD es la presencia de temblor muscular, bradicinesia, basado en la dificultad para iniciar un movimiento preciso y en planear y ejecutar movimientos coordinados. Se percibe, por ejemplo, en la disminución del parpadeo, en una menor expresividad facial y/o una disminución o ausencia de movimiento en los brazos al caminar. Entre los síntomas característicos se destaca la rigidez muscular, explicado como la resistencia al movimiento y consecuente el dolor en las articulaciones; los trastornos de la postura, que según la enfermedad va progresando el paciente se ve obligado a mantener una postura encorvada, con piernas flexionadas y tronco hacia delante; y, finalmente el temblor en reposo, definido como la contracción involuntaria de los músculos durante el estado de reposo. A pesar de ser el más conocido, solo un 30% de los pacientes nunca llegan a presentarlo (Domingo, E. P., et ál., s. f.). Estos síntomas afectan directamente a la voz al empañar la emisión vocal, ya sea por la mala postura, por la falta de expresividad facial, por fallos en la articulación e incluso escapes aéreos por cierres incompletos de las cuerdas vocales. como ya estudiaron Midi, I. et ál. (2008), esto puede relacionarse con diferencias entre la amplitud de apertura medidas mediante el *shimmer* local, definido como la diferencia absoluta entre la amplitud de dos ciclos consecutivos (Teixeira, J. P., Oliveira, C., y Lopes, C., 2013). Este aspecto deriva en alteraciones de la frecuencia fundamental – onda sónica producida por las cuerdas vocales tras finalizar un ciclo compuesto por la apertura y el cierre de las cuerdas –, que como bien apunta Rosa Bermúdez (2003), es una propiedad física definida como ciclos vibratorios por segundo. Todo ello es medido mediante el *jitter* local



que se define como la diferencia absoluta entre dos periodos –apertura y cierre glóticos– consecutivos (Teixeira, J. P., Oliveira, C., y Lopes, C., 2013).

A pesar de la importancia de los anteriores síntomas, hemos de recalcar dada nuestra rama de estudio en la disartria del PD, definida como una alteración del habla a nivel central o periférico de las estructuras y/o conexiones neuronales que participan en ella (Melle, N. 2012). En la PD su articulación se encuentra afectada, debido a la disfunción bulbar que sufren, ya que condicionan la bradicinesia muscular en las áreas orofacial y laríngea, así como la rigidez muscular de ambos conjuntos musculares. Dicha afectación también radica en hipofonía (Jankovic, J., 2007) que es una disminución de la intensidad vocal, de la cual hemos de considerar su falta de autopercepción de la misma tendiendo a percibir a un volumen mayor del real. Esto desemboca en que constantemente reduzcan 4-5 decibelios con respecto a la intensidad que buscan para su emisión (Adams, et ál., 2006). La última de las características vocales que estudiaremos también para el estudio de las voces de los voluntarios es la proporción de componentes periódicos (armónicos) y no periódicos (ruidos glóticos) en el segmento vocal, expresado en decibelios (dB) pudiendo reflejar la eficiencia del habla (Teixeira, J. P., Oliveira, C., y Lopes, C., 2013) y comprobando su relación con el mejor o peor entendimiento de su producción oral.

Con el objetivo de medir la variación de la frecuencia, la frecuencia fundamental, la intensidad, la variación en la amplitud y el ratio de ruidos por armónicos, utilizamos la vocal /a/ debido a que todos ellos se encuentran alterados al fonar esa vocal (Galaz, Z. et al, 2018). Aunque en este estudio se comparan las diferencias en la emisión al ingerir la levodopa y antes de ingerirla.

El tratamiento para la PD, como en todos los trastornos de origen neurológico, es multidisciplinar, requiriendo de la psicología, logopedia, psiquiatría y medicina para ser



llevado en las mejores condiciones. Sin embargo, en este estudio atenderemos únicamente a los efectos del tratamiento farmacológico, acotando al uso de la medicina más famosa para esta enfermedad: la levodopa, la cual suple al paciente de L-Dopa –también llamada dihidroxifenilalanina– para solventar el principal problema en la PD, que es la escasa dopamina por la degradación de las rutas dopaminérgicas del cerebro (Hart, S. y Semple J., 1990). Gracias a este fármaco, aspectos como la bradicinesia y la rigidez muscular se ven aliviadas, aunque la estabilidad postural no mejora directamente con este tratamiento (Bondi M. y Tröster A., 1997; Rocchi, L., et ál., 2002). Por otro lado, la intensidad del habla es una característica vocal definida como la energía sonora que carga la voz de una persona, ha sido ampliamente debatida por los y las investigadoras, existiendo estudios como los de Viallet, F.(2002) o Larson, K., et ál. (1994) en los que no se hallaron diferencias significativas entre los momento ON y OFF con respecto al volumen del habla, mientras que Ho, A. K., et al (2008) y el equipo de trabajo de Jiang, J. (1999) sí observaron diferencias producidas por la levodopa. Esto nos lleva a pensar que esta cualidad puede no ser del todo permeable a la acción del fármaco debido a la existencia de vías neuronales no beneficiadas por este tratamiento.

En el texto redactado por Ho, A.K., et ál., (2008) también se refieren cambios favorables en la inteligibilidad del habla al mejorar tanto la intensidad media como la fluidez oral, correlacionándose favorablemente. Hecho congruente con lo aportado por Óscar Torres (2001), explicando cómo su inteligibilidad se ve comprometida por sus numerosos errores de articulación, omitiendo o sustituyendo fonemas como son el sonido fricativo /s/ o /θ/ en vez de la africada /c/ o la glotal /x/. Esta mejora también es avalada por Nakano KK, Zubick H, y Tyler H.R. (1997), achacando la mejora a los cambios favorables en su articulación y volumen vocal, mientras que el equipo de De Letter (2007) aclara que la mejora o no depende



mucho de las características personales de la persona, aunque también refieren la misma mejora gracias a la levodopa.

Objetivo e Hipótesis

El planteamiento original de este estudio se centra en que el tratamiento farmacológico no es suficiente para suplir la afección en la intensidad vocal del paciente, así como en su ratio de ruidos por armónicos. Mientras que la frecuencia sí recibe una mejora significativa. Finalmente, no se espera una mejora en la inteligibilidad del habla a causa de que no esperamos que los posibles efectos de mejora en los parámetros vocales estudiados presenten efectos significativos en relación al mayor entendimiento del mensaje oral del usuario.

MÉTODO

Participantes

La muestra empleada en este estudio consta de 8 personas que altruistamente se prestaron voluntarias. En el momento de las grabaciones, recibían tratamiento en la Asociación de Parkinson de Tenerife, que generosamente facilitó su espacio para la realización de este estudio. La edad media de los voluntarios es de 69,8 y su desviación típica es de 7,4 años, siendo la persona más anciana de 85 años y la más joven de 62 años (Ver Tabla 1).

Se buscó que entre las personas voluntarias se cumplieran los siguientes requisitos: un diagnóstico positivo de PD, recibir tratamiento farmacológico de levodopa y tener una edad entre 60 y 90 años. Se eliminaron a las participantes pertenecientes al sexo femenino debido a la poca igualdad numérica frente a los hombres, además podría peligrar la consistencia de los



datos debido a que la frecuencia vocal en el sexo femenino es típicamente aguda frente al sexo masculino, siendo la normalidad el sexo femenino los 200 Hz y para el masculino los 120 Hz (Takefuta Y. et ál. 1972). Por otro lado, no se pudo controlar el grado de severidad de los voluntarios, ni su tiempo en el tratamiento farmacológico, al ser imposible acceder a esa información.

Todo dato recabado ha sido consensuado previamente con el paciente a través de un escrito por el cual se asegura que su manipulación se regirá por los principios éticos, morales y profesionales de la Universidad de La Laguna. Dicho escrito figura en el Anexo III.

Tabla 1

Datos de las voluntarias y voluntarios

Número identificativo	Sexo	Edad
1	Hombre	68
2	Hombre	63
3	Hombre	64
5	Hombre	72
6	Hombre	67
7	Hombre	77
9	Hombre	85
11	Hombre	62

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la recogida de datos y su posterior análisis son los siguientes:



Micrófono Audio Technica: Micrófono de condensador con un patrón polar cardioide que reduce el ruido ambiente captado en la grabación. Su frecuencia de muestreo se encuentra en los 192 kHz.

PRAAT: Programa de análisis vocal gratuito diseñado y actualizado en 2022 por Paul Boersma y David Weenink. Gracias a este software podremos hallar la frecuencia tonal, la intensidad vocal junto a sus variaciones y la proporción de ruidos por armónicos.

Sonómetro: Aplicación móvil gratuita desarrollada por KTW Apps publicada en 2018 y actualizada en 2022, que utiliza el micrófono integrado en mi dispositivo móvil para detectar y medir el ruido ambiente.

Lista de Palabras y Pseudopalabras: Lista de elaboración propia con palabras frecuentes y pseudopalabras elaboradas a partir de cada palabra. Esta lista está presente en el Anexo I.

Lista de Oraciones: Lista de oraciones de elaboración propia, en las que se procuró que no fueran muy largas, para evitar fallos al recuperar la información. Esta lista está presente en el Anexo II.

Jamovi: Programa de análisis estadístico en su versión 1.6.23 actualizada en 2021.

Transcripciones fonéticas: Transcripciones aportadas por las juezas externas, que actualmente cursan el grado de logopedia, que plasman los ejercicios de repetición de palabras, pseudopalabras y oraciones. Dichas transcripciones son guardadas por el estudiante evaluado en este trabajo de fin de grado, pudiendo ser revisadas por cualquier persona interesada.

Procedimiento

Las grabaciones fueron realizadas en una sala habilitada por la Asociación de Parkinson de Tenerife en diferentes días, adaptándome al horario de medicación del paciente. Se procuró que la sala donde se grabaron estuviera aislada a fin de reducir al mínimo posible



cualquier tipo de ruido ambiental, aunque no estuviera insonorizada. A fin de controlar esta variable, se mide el ruido durante 30 segundos antes de que el paciente llegue a la sala y otros 30 segundos después de realizar la grabación. Posteriormente, se halla una media aritmética con ambos valores, a fin de comprobar que el ruido externo no sea un problema al analizar la grabación.

Se establece un límite de 40 decibelios de ruido ambiente para evitar contaminación excesiva de las muestras recabadas. El razonamiento detrás de la decisión se basa en la clasificación de ruido ambiente publicada por la empresa ALLPE (2019).

Al acceder el paciente a la sala, se sienta en un sillón y se le informa sobre el trato de sus datos personales, según el escrito que pueden encontrar en el Anexo III. Posteriormente, se explica al paciente qué tiene que emitir mediante un modelado ejecutado por el examinador – estudiante encargado del trabajo. Luego, se realizan tres intentos de práctica a fin de comprobar que el ejercicio se haya entendido adecuadamente. No obstante, en los ejercicios de glissando se ofrecen más intentos hasta que se captó la sensación adecuada.

La muestra vocal que es recabada consiste en una /a/ sostenida y una /a/ en glissando ascendente y descendente,. Toda muestra fue recogida en 44100 Hz.

Después, se administran los estímulos diseñados para evaluar su inteligibilidad del habla, que se componen de una lista de palabras –*pescado, pizarra, árbol*–, pseudopalabras –*angloca, dabure, ordaller*–, y oraciones –*Todos colaboraron para la subasta*–, que son dictadas por el examinador, quién tenía que llevar una mascarilla en todo momento. Los participantes podían optar o no si llevarla puesta. Se procuró durante el diseño de la lista que hubiera un número igual de palabras con dos sílabas, con tres y que estuvieran incluidos fonemas que representan a cada punto de articulación, al igual que una estructura silábica similar –*CCVCVC , CVCCVC, CVCV*.– Con respecto a las oraciones, se diseñaron de tal manera que fueran sencillas, aunque procurando que hubieran palabras poco familiares.



Por último, con el objetivo de medir la inteligibilidad del habla, definida como cuánto se entiende su emisión (Real Academia Española, s.f.) se solicitó a dos juezas externas al estudio y no relacionadas con las voces patológicas, que transcribieran las palabras, pseudopalabras y frases cortas que los pacientes repitieron para comprobar sus transcripciones y su correspondencia con la frase original, resultado representado mediante un porcentaje de palabras acertadas.

Análisis de datos

Las voces fueron estudiadas mediante el sistema de análisis vocal PRAAT, estudiando los parámetros relativos a la frecuencia vibratoria glótica (F0), la intensidad vocal, las alteraciones de ambas cualidades, la relación de los armónicos a los ruidos (HNR) y las alteraciones de la frecuencia y amplitud glótica. Posteriormente, se vertieron los datos en un excel para ser procesados por el programa estadístico Jamovi.

Finalmente, para marcar el grado de inteligibilidad de cada una de las voces, se evaluaron las transcripciones aportadas por las juezas externas. Extrayendo de cada una un porcentaje de palabras acertadas, y posteriormente, se halló la media de aciertos entre las 2 juezas.

RESULTADOS

Tras recabar los datos y ajustarlos apropiadamente, lo primero que se comprobó mediante una prueba t-test de medias relacionadas, fue el ruido ambiente registrado durante las grabaciones. Se recogieron cuatro registros, uno antes de que el paciente llegase a la sala y otro al finalizar la sesión, tanto en su momento ON como en el OFF. Por tanto, se calculó la media aritmética de los registros de ruido ambiente de cada paciente en ambos momentos, para su posterior comparación (Ver Tabla 2)



Tabla 2

Ruido ambiental registrado

	N	OFF \bar{X} (DT)	ON \bar{X} (DT)	t	p
Ruido ambiental	8	34(3,6)	30,8(5)	$t_7=1,38$,210

Como se puede observar, no se aprecian diferencias significativas en cuanto al ruido ambiental registrado en ambos momentos establecidos. Por lo que nos demuestra la estabilidad durante las sesiones impidiendo que afectasen a los resultados reflejados en la Tabla 3.



Tabla 3

Resultados obtenidos de cada variable para cada momento

	N	OFF \bar{X} (DT)	ON \bar{X} (DT)	t	p	ω
F0	8					
/a/#		137 (32,4)	142 (29,3)	$t_7=-1,24$,256	-0,437
glissando ascendente		232 (44,6)	224 (58,4)	$t_7=0,291$,780	0,103
glissando descendente		225 (71,9)	234 (65,8)	$t_7=-0,234$,822	-0,083
Jitter	8					
/a/#		0,931 (1,1)	0,576 (0,3)	$t_7=0,994$,354	0,351
glissando ascendente		0,814 (0,5)	0,848 (0,9)	$t_7=-0,118$,910	-0,041
glissando descendente		1,025 (1,1)	0,695 (0,3)	$t_7=0,827$,435	0,292
Intensidad	8					
/a/#		61,9 (5,8)	63,5 (6,77)	$t_7=-0,470$,652	0,348
glissando ascendente		68,3 (8,3)	61,5 (9,6)	$t_7=1,65$,142	-0,328
glissando descendente		70,3 (7,4)	64,5 (9,4)	$t_7=1,46$,187	-0,007
Shimmer	8					
/a/#		10,34 (4,5)	8,96 (2,1)	$t_7=0,983$,358	-0,167
glissando ascendente		10,1 (2,9)	11,5 (3,4)	$t_7=-0,926$,385	0,585
glissando descendente		10,2 (5)	10,3 (3,1)	$t_7=-0,02$,985	0,516
HNR	8					
/a/#		12,8 (5,1)	15,1 (2,4)	$t_7=-1,63$,148	-0,574
glissando ascendente		14 (3,2)	13,7 (2,5)	$t_7=0,273$,792	0,097
glissando descendente		15,1 (4,8)	14,5 (4)	$t_7=0,242$	0,816	0,085



Ninguna de las características vocales manifestó una mejoría sustancial con respecto a su momento OFF, siendo destacable la poca consistencia observada en la frecuencia fundamental (F0) cuya dispersión es de las más elevadas existiendo diferencias de hasta 50 Hz entre algunas medidas y otras. Aunque, por lo menos la dispersión de los datos se mantuvo constante. Por otro lado, su frecuencia media se sitúa alrededor de los 140 Hz en ambos momentos de observación, constituyendo frecuencias normales dentro de las voces masculinas, ni muy agudas ni muy graves. En lo que refiere a los glissandos, se mantienen estables en lo que refiere a las frecuencias medias aunque se ven empañadas por la cantidad de desviación típica que existe, a fin de valorar mejor esa parte se realiza un análisis más concreto que pueden cotejar en la tabla 4.

Tabla 4

Comparación resultados en F0 entre los glissandos y la vocal sostenida

	N	Glissando Asc. $t_r (p)$	Glissando Desc. $t_r (p)$
F0	8		
OFF /a/#		-6.98(<.001)	-4.03(<.05)
ON /a/#		-3.91(<.05)	-2.97(<.05)

Asimismo, las alteraciones en la frecuencia presentan una gran disparidad mostrando puntuaciones medias fuera del rango patológico que se considera a toda puntuación por encima del 0,50%, aunque como también sucede con la F0 su elevada dispersión señala diferencias marcadas, coexistiendo pacientes que comenzaron en la normalidad y se mantuvieron en ella, con otros cuya frecuencia glótica fluctuó en demasía y no llegaron a rangos normales tras medicarse.

En relación con la intensidad no se observan puntuaciones medias alarmantes en comparación con la intensidad de la voz conversacional, que ronda los 45-60 decibelios. Sin embargo, toda la muestra presenta alteraciones en la amplitud glótica significando que tanto



en su momento ON como en el OFF fonan con escapes aéreos recurrentes, a excepción de un caso en el que junto con su hipofonía impedía una comunicación fluida, parece que el resto de voces no se ven comprometidas su inteligibilidad e intensidad debido a estos escapes.

El ratio de ruidos glóticos se presenta en su mayoría alterado, teniendo en cuenta que el programa PRAAT marca la línea entre lo normativo y patológico en toda medida inferior a 17 decibelios.

Toda información relacionada con los valores patológicos en el PRAAT ha sido extraída del libro de Rosa Bermúdez (2013).

Finalmente, con respecto a la inteligibilidad del habla se hallaron los resultados plasmados en la Tabla 5 y la Tabla 6.

Tabla 5

Porcentajes de inteligibilidad OFF

Sujeto	1	2	3	5	6	7	9	11	Promedio
Palabras Correctas (%)	98	88	80	95	100	100	95	80	92
Pseudo-palabras Correctas (%)	65	65	0	75	65	75	43	35	35
Oraciones Correctas (%)	N/A	97	65	100	96	99	86	77	89

El audio grabado de las oraciones del voluntario número 1 fue corrompido durante el proceso y no existió posibilidad de volver a grabarlo.



Tabla 6

Porcentajes de inteligibilidad ON

Sujeto	1	2	3	5	6	7	9	11	Promedio
% Palabras Correctas	100	100	70	95	100	98	100	85	93
% Pseudo-palabras Correctas	65	73	5	75	78	70	43	48	57
% Oraciones Correctas	N/A	98	84	100	50	100	84	89	87

El audio grabado de las oraciones del voluntario número 1 fue corrompido durante el proceso y no existió posibilidad de volver a grabarlo.

Se establece una comprensión media, entre ambos momentos, del 93% de palabras, del 46% de pseudopalabras, y del 88% en oraciones. Fueron contabilizados como “aciertos” todas las palabras correctamente producidas, habiendo un total de 20 palabras, 20 pseudopalabras y 51 palabras en todas las oraciones.

Para diferenciar emisiones correctas e incorrectas se siguió el siguiente criterio: eran calificados como “mala” toda articulación en la que se omitieron, añadiesen o sustituyese un fonema por otro, a excepción de las sustituciones de un fonema por otro de igual punto y modo de articulación, debido a que considero el origen del problema al uso de mascarilla del examinador y/o posibles problemas de audición del paciente. A pesar de ello, si una misma palabra denota varios problemas de articulación, se cuenta como error. Otras excepciones son las pseudopalabras “lúpaz”, “tometu” y “sallu”, visto que con alta frecuencia eran sustituidas por las palabras “lupa”, “tomate” y “sayo”, dichos cambios no fueron considerados como errores. Además, si en la repetición de oraciones equivocaban la conjugación verbal de algún verbo a una parecida tampoco se contabilizó como error, debido a la presencia de mascarillas y pérdida auditiva asociada a la edad.



DISCUSIÓN

La muestra estudiada, tal y como ya señalaron Goberman A. et ál. (2002) no ve afectada su frecuencia fundamental, aunque, sí se datan casos aislados que sueltan al viento la pregunta de qué efecto se habría encontrado si la muestra hubiera sido mayor o la variable de su grado de severidad hubiera sido controlada, ya que perceptualmente observamos cambios notorios de tonos graves a agudos y de agudos a graves. En el estudio previo al actual, Soumya M., y Vijayakumar S. (2020) emplearon 30 sujetos masculinos ancianos sin parkinson diagnosticado, de una edad media aproximada de 71 años, encontrando una F0 parecida de la encontrada en la totalidad de la muestra de la que disponemos, por lo que podemos suponer que los voluntarios no hayan perdido el suficiente tono muscular con respecto a la normal pérdida por la edad, del esperado en un inicio. Souza de Lira, Z. et ál. (2022) también datan frecuencias parecidas a las nuestras, en pacientes con parkinson diagnosticado y una edad media de 63 años. Por lo que apreciamos una tendencia común en las líneas de investigación revisadas. Dentro del estudio de la F0, valoramos la escala tonal a fin de determinar cuán grave y agudo puede fonar el paciente, descubriendo que tanto en descenso ($t_7 = -0,234$; $p = .822$) y en ascenso ($t_7 = 0,291$; $p = .780$) se mantienen pivotando entre los 230 Hz aproximadamente, al no haber literatura que analice los glissando como nosotros, no podemos destacar ningún efecto concreto o resultado concluyente. Aunque, la diferencia significativa en la frecuencia comparando la vocal sostenida y los glissando, en sus momentos ON y OFF, nos muestran una tendencia cuyo interés pueda ser explotado añadiendo al análisis de la escala tonal una prueba de imagen como pueda ser la nasofibroscofia. Podría ofrecernos una idea sobre las condiciones fisiológicas del músculo vocal y como estás provocan la diferencia tonal.

Por otro lado, el *jitter* local tampoco ofrece resultados favorables hacia la levodopa. Debido a la falta de significación entre los momentos ON y OFF se expresa que los pacientes



con alteraciones importantes en la frecuencia vibratoria del músculo vocal se mantuvieron con dicha alteración después de medicarse, y los pacientes que no la presentaban, se mantuvieron en la normalidad, a excepción del sujeto número 11 que a pesar de presentar el *jitter* más elevado de toda la muestra, gracias al fármaco lo rebaja a parámetros normativos ($t=-14.1$; $p<.001$).

De todas maneras, con los datos obtenidos solo podemos afirmar que la tendencia de nuestra muestra es a no ser influenciados por la levodopa con respecto a la creación de su onda glótica y a su mantenimiento en el tiempo durante la fonación.

Con respecto a la intensidad vocal, los datos refieren una estabilidad notoria en cuanto a la puntuación media, manteniéndose en la cantidad de decibelios estándar para una conversación, rondando los 60-70 dB. Sin embargo, un aspecto que sí es destacable es la tendencia negativa en cuanto a la intensidad media ocurrida desde el momento OFF al momento ON, la cual no corresponde con algunos de los artículos revisados (Goberman A. et ál., 2002) que refiere un aumento en el rango de dB producido por sus sujetos, o por el contrario, un descenso en la cantidad de dB en los pacientes (Holmes R. J. et ál., 1999). Aunque este último pueda ser contradictorio con nuestros datos al sí diferenciar su muestra entre los estadios de la enfermedad, ubicándose este descenso en el grupo cuyo parkinson seguía en la etapa más temprana, mientras que en la etapa tardía, pese a sufrir un leve descenso no difieren de lo datado por su grupo control conformado por personas sanas. Es por ello que el control del estadio de la PD es de suma importancia para una investigación de estas características, siendo necesaria su inclusión en el diseño experimental. Es reseñable que los datos analizados se mantengan en el rango previsto por Hodge, F. S. et ál. (2001) en cuanto al rango medio de decibelios producidos, utilizando una muestra muy parecida a la nuestra en cuanto a edad y a sexo, aunque variando el hecho de que no presentaban patologías o trastornos que afectasen a su emisión. Este hecho nos apunta a pensar que en la



PD la intensidad vocal es uno de los parámetros menos afectados directamente por los síntomas que aquejan al paciente. Sin embargo, esta hipótesis viene acompañada por los síntomas que dentro del PD pueden afectar más o menos la cantidad de dB de los pacientes.

Los resultados obtenidos en el análisis del ratio de ruidos glóticos por armónicos muestra valores por debajo de la normalidad (<17dB) seguramente debidos a las rugosidades al hablar y/o los escapes aéreos que pueden sufrir, sin embargo, estos valores reducidos a las edades de los pacientes es usual si nos atenemos a lo ensayado por Carole Ferrand (2002) en personas ancianas. En relación a los escapes aéreos antes comentados, como bien se mencionó en anteriores apartados, pueden ser producidos por alteraciones en la amplitud glótica, cualidad afectada en la muestra estudiada, así como en la analizada con anterioridad por Irma M. y Hans F. (2004), en donde estudiaron el progreso de diferentes cualidades de la voz en personas neurotípicas de entre 56 y 85 años durante 5 años. Resulta en un *shimmer* patológico, por lo que se observa una tendencia a ser afectada la amplitud de la apertura-cierre glótico sin necesidad de ser causado por una patología como es el parkinson.

Todos estos factores influyen de mayor o menor manera en la inteligibilidad del habla del paciente. A fin de medir la consecuencia de este factor se compararon las transcripciones, observando que la repetición de palabras y de oraciones mantienen unos buenos resultados generales de comprensión, estando como mucho a 11 puntos por debajo del 100%. Sin embargo, las pseudopalabras no corrieron la misma suerte al no llegar a ser comprendidas ni la mitad, por norma general. Esta disparidad puede ser debida a que al escuchar palabras ya conocidas, el cerebro humano, según apunta la teoría del logogen de Morton (Pisoni D. B. et ál., 1985), tiende a procesar continuamente los logogenes que contienen la característica definitoria de la palabra, que pueda ser sintáctica, fonética o semántica. Este ejercicio automático e inconsciente pueda ser la razón detrás de la diferencia, ya que las juezas puedan estar reconociendo palabras conocidas por ellas, mientras que en las pseudopalabras al no



haber respaldo del sistema léxico su cerebro no puede subsanar los problemas de articulación propios de la PD, impidiendo en gran medida su comprensión. En la literatura revisada no han medido la inteligibilidad de esta manera, por lo que es imposible comparar los resultados. Aunque, podría realizarse de mejor manera si hubieran más juezas externas, ya que las transcripciones, pese a ser fonéticas, y por ende, más precisas, mantienen un cierto grado de subjetividad.

A pesar de lo expresado anteriormente, puede que estos resultados se hayan visto comprometidos por el escaso control otorgado a las variables del grado de severidad de los voluntarios, la escasa muestra disponible, pudiendo haber encontrado algún efecto o tendencia significativa al aumentar el número de voluntarios. Un factor que tampoco pudo ser controlado es el tiempo que lleva cada voluntario en tratamiento farmacológico, pudiendo haber algún voluntario que sufriera de efectos secundarios agravados (Bastide, M. F. et ál., 2015). Además, una variable que es interesante tener controlada son los hábitos como el fumar de los pacientes, que pueden estar afectando a su F0 y *jitter*, ya que el humo caliente del cigarro inflama y por tanto, engrosa la cuerda vocal reduciendo su vibración (Zeitels, S. M. , et ál. 1997). Como última crítica a este trabajo, queda el escaso número de juezas externas, a fin de tener más transcripciones que analizar evitando un exceso de variabilidad en los resultados.

Finalmente, no se encontró evidencia de una mejoría significativa en las distintas cualidades vocales entre sus momentos ON y OFF. Aunque, sí se mantuvo una concordancia entre sus medias y desviaciones típicas manteniendo rangos numéricos similares, lo que nos indica, que pese al poco control de las variables extrañas antes mencionadas, la muestra mantuvo una cierta paridad general en relación a cómo le afecta la levodopa. En relación a la inteligibilidad del habla, se observa una baja puntuación en las pseudopalabras correctamente articuladas, pudiendo ser debido a la disartria propia de la enfermedad aunque también entra



en la ecuación la discriminación auditiva de las juezas externas. Este hecho confirma nuestro planteamiento inicial sobre la falta de mejoría en la inteligibilidad del habla de los voluntarios.

Se concluye este estudio no encontrando efectos significativos en ninguna de las variables, por lo que no podemos respaldar los datos aportados por las investigadoras e investigadores que sí defienden empíricamente el uso de este medicamento. De todas maneras, esta investigación pudiera ser un buen modelo para un posterior estudio de las variables analizadas, por supuesto, ampliando el tamaño muestral para evitar los errores cometidos en este trabajo de fin de grado.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, G. E. y Cruchter, M.D. (1990). Functional architecture of basal ganglia circuits: Neural substrates of parallel processing. *Trends in Neurosciences*, 13(7), 266-271.

¿A QUÉ EQUIVALEN LOS DIFERENTES NIVELES DE DECIBELIOS? (2019, marzo 26).

ALLPE - Empresa de Medio Ambiente - Acústica - Topografía - Ingeniería; ALLPE.

<https://www.allpe.com/acustica/ingenieria-acustica/mediciones-acusticas/a-que-equivalen-los-diferentes-niveles-de-decibelios/>

Bastide M. F. et ál. (2015). Pathophysiology of L-dopa-induced motor and non-motor complications in Parkinson's disease. *Progress in Neurobiology* 132, 96-168. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2015.07.002>

Bermúdez de Alvear, R. (2003). *Exploración Clínica de Los Trastornos de la Voz, el Habla y la Audición. Pautas y Protocolos Asistenciales. Ediciones Aljibe.*



Boersma, P., Weenink, D. (2022). Praat: doing phonetics by computer [Computer program].

Versión 6.2.14, recuperado el 24 de mayo de 2022 from <http://www.praat.org/>

Bondi, M. y Tröster, A. (1997). Parkinson 's disease: Neurobehavioral Consequences of Basal Ganglia Dysfunction. P. Nussbaum (1º) *Handbook of Neuropsychology and Aging* (pp. 216-246). Springer.

Dauer, W. Y Przedborski, S. (2003). Parkinson 's Disease: Mechanisms and Models.

Neuron, 39(6), 889-909. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00568-3](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00568-3)

Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-Noise Ratio: An Index of Vocal Aging. *Official Journal of Voice* 16(4):480-487. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00123-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00123-6)

Galaz, Z, et ál. (2018). Changes in Phonation and Their Relations with Progress of Parkinson's Disease. *Applied Sciences (Basel, Suiza)*, 8(12),2339. <https://doi.org/10.3390/app8122339>

García-Porrero, J. A. y Hurlé, J. M. (2014). *Neuroanatomía Humana. Editorial Médica Panamericana.*

Goberman, A., Coelho, C., Robb, M. (2002). Phonatory characteristics of Parkinsonian speech before and after morning medication: the ON and OFF states. *Journal of Communication Disorders*, 35 (3), 217-239. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(01\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(01)00072-7).

Hart, S. y Semple J.M., (1990) *Neuropsychology and the Dementias. Psychology Press.*

Ho, A. K., Bradshaw, J. L., Y Ianssek, R. (2008). For better or worse: The effect of levodopa on speech in Parkinson's disease. *Movement disorders: Official journal of the Movement Disorder Society*, 23(4), 574-580



- Hodge, F. S. et ál. (2001). Vocal Intensity Characteristics in Normal and Elderly Speakers. *Official Journal of Voice Foundation* 15(4), 503-511.
[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00050-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00050-9)
- Holmes, R. J. et ál. (2000) Voice characteristics in the progression of Parkinson's disease. *International Journal of Language & Communication Disorders* 35(3), 407-418
<https://doi.org/10.1080/136828200410654>
- Jankovic, J. (2007) Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(4), 368-376.
<https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131045>
- Clark, J. P. et ál., (2014). Loudness perception and speech intensity control in Parkinson's disease, *Journal of Communication Disorders*, 51 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.08.001>
- Jiang, J., Lin, E., Wang, J. and Hanson, D.G. (1999), Glottographic Measures Before and After Levodopa Treatment in Parkinson's Disease. *The Laryngoscope*, 109(8): 1287-1294. <https://doi.org/10.1097/00005537-199908000-00019>
- Larson, K., Ramig, L. O., Y Scherer, R. C. (1994). Acoustic and glottographic voice analysis during drug-related fluctuations in Parkinson's disease. *J Med Speech Lang Pathol*, 2(3), 228-239.
- Melle, N. (2012) Disartria. Práctica basada en la evidencia y guías de práctica clínica, *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 32 (3), 120-133.
<https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2012.05.002>



- Midi, I. et ál., (2008) Voice abnormalities and their relation with motor dysfunction in Parkinson's disease, *Acta Neurologica Scandinavica*, 117(1), 26-34.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2007.00965.x>
- Nakano, K. K., Zubick, H., & Tyler, H. R. (1973). Speech defects of parkinsonian patients. Effects of levodopa therapy on speech intelligibility. *Neurology*, 23(8), 865-870.
<https://doi.org/10.1212/wnl.23.8.865>
- Domingo, E. P., et ál. (s. f.). *Real Patronato sobre Discapacidad (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad) Coedita: Federación Española de Párkinson Diseño y Maquetación: Daniel Camp Lluna Ilustraciones: Juan Pineda*. Esparkinson.es. Recuperado 14 de julio de 2022, de https://www.esparkinson.es/wp-content/uploads/2017/10/libro_blanco.pdf
- Pisoni, D. B., et ál. (1985). Speech perception, word recognition and the structure of the lexicon. *Speech Communication* 4(1-3), 75-95.
[https://doi.org/10.1016/0167-6393\(85\)90037-8](https://doi.org/10.1016/0167-6393(85)90037-8)
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [Consultado el 08/07/2022].
- Rocchi, L., et ál., (2002) Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease. *Journal Neurosurgeon Psychiatry*, 73, 267-274.
<https://doi.org/10.1136/jnnp.73.3.267>
- Soumya, M., Y Narasimhan, S. V. (2020). Correlation Between Subjective and Objective Parameters of Voice in Elderly Male Speakers. *Journal of Voice : Official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(20)30380-5
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.10.006>



- Souza de Lira, Z. et ál. (2022). Immediate Effect of the Finger-Kazoo Technique Associated with Glissandos in the Voice of Individuals with Parkinson's Disease. *Journal of Voice* 36(4). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.027>
- Takefuta, Y. et ál. (1972). *A statistical analysis of melody curves in the intonation of American English*. <https://doi.org/10.1515/9783110814750-142>
- Teixeira, J. P., Oliveira, C., Lopes, C. (2013). Vocal Acoustic Analysis - Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology* 9, 1112-1122. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.124>
- The jamovi project (2021). *jamovi* (Version 1.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org> .
- Viallet, F. (2002). Effects of pharmacological versus electrophysiological treatments on parkinsonian dysprosody. En *Speech Prosody* (pp. 679-682).
- Ward, J. (2006). *The Student's Guide to Cognitive Neuroscience*. Psychology Press.
- Zeitels, S. M., Hillman, R. E., Bunting, G. W., Y Vaughn, T. (1997). Reinke's edema: phonatory mechanisms and management strategies. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 106(7 Pt 1), 533-543. <https://doi.org/10.1177/000348949710600701>

ANEXOS

Anexo I



Palabras	PseudoPalabras
Silla	Sallu
Mesa	Motu
Ratón	Ritón
Gato	Guta
Lápiz	Lúpaz
Árbol	Erbil
Bolsa	Culsa
Cartel	Pertol
Grifo	Gruda
Libro	Rebra
Pescado	Dopesca
Pizarra	Bufarra
Estufa	Esfatu
Dominó	Dabure
Zapato	Sobano
Ordenador	Ordaller
Agenda	Angloca
Distrito	Tometu
Canción	Bancilla
Sorpresa	Sepresu

Anexo II

Todos colaboraron para la subasta.

Colocó la cómoda junto al rincón.

El sol sale por la mañana.

Los colonos lucharon contra los nativos.

La pancarta era colorada y azul.

Los pájaros volaban bajo la luz del sol.



**La mampara del baño es de color
blanco.**

El general ordenaba a sus tropas.

Anexo III

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

D. /Dña., de años de edad y con DNI nº

Manifiesto que he leído y entendido la hoja de información que se me ha entregado, que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto que va a realizar el Departamento de Psicología Clínica, Psicobiología y Metodología de la Facultad de Psicología y Logopedia de la Universidad de La Laguna y que he recibido información suficiente sobre el mismo.

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el Proyecto de Investigación titulado “Estudio Comparativo de los parámetros vocales e inteligibilidad del habla en pacientes con Parkinson entre sus momentos ON y OFF”.



Se informa de que los datos personales serán tratados conforme a lo establecido por la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento (UE) 2016/679, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a su libre circulación, en este sentido la única finalidad con la que la Universidad de la Laguna tratará sus datos de carácter personal es gestionar la participación en el estudio y recabar el consentimiento informado para ello, pues los resultados del mismo serán anonimizados, utilizando únicamente las muestras vocales sin identificamos La información será conservada durante el tiempo necesario para alcanzar la finalidad y no será comunicada a terceros salvo obligación legal. Para ejercer mis derechos de acceso, rectificación, supresión, oposición, portabilidad y limitación del tratamiento, a la Universidad de la Laguna con NIF Q3818001D pone a disposición el trámite online creado a tal efecto en [Sede electrónica - Ejercicio de los Derechos en Materia de Protección de Datos Personales \(ull.es\)](#). Asimismo, en caso de necesitar información adicional sobre protección de datos todo interesado podrá dirigirse por correo electrónico al Delegado de Protección de datos de la ULL a dpd@ull.edu.es.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados en el proyecto

San Cristobal de La Laguna, a 9 de marzo de 2022

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL ESTUDIO:

Título del Proyecto: Estudio Comparativo de los parámetros vocales e inteligibilidad del habla en pacientes con Parkinson entre sus momentos ON y OFF

Investigador Principal: Víctor Cabrera Paz – Universidad de la Laguna (ULL)



Yo, _____

(Nombre y apellidos en MAYÚSCULAS)

Declaro que:

- He leído la hoja de información que me han facilitado.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca del estudio.
- He recibido información adecuada y suficiente por el investigador abajo indicado sobre:
 - Los objetivos del estudio y sus procedimientos.
 - Los beneficios e inconvenientes del proceso.
 - Que mi participación es voluntaria y altruista
 - El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
 - Que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento (sin necesidad de explicar el motivo y sin que ello afecte a mi atención médica) y solicitar la eliminación de mis datos personales.
 - Que tengo derecho de acceso y rectificación a mis datos personales.
 - Que tengo derecho a que mis datos personales no sean mostrados a terceros ajenos al estudio, respetando mi privacidad e imposibilitando que se me reconozca por lo plasmado en el trabajo de fin de grado.

CONSIENTO EN LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO



SÍ

NO

(marcar lo que corresponda)

Para dejar constancia de todo ello, firmo a continuación:

Fecha

Firma.....

Nombre investigador

Firma del investigador.....

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo,

revoco el consentimiento de participación en el proceso, arriba firmado.

Firma y Fecha de la revocación