

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

PARA LA MEDICIÓN DEL TIEMPO
Y LA CALIDAD DE RESPUESTA
DE USUARIOS CON

ENFERMEDAD DE PARKINSON

**FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL
INSTITUTO SUPERIOR DE DISEÑO**

Universidad de La Habana
Ministerio de Educación Superior

**DISPOSITIVO
EXPERIMENTAL**
PARA LA MEDICIÓN DEL TIEMPO
Y LA CALIDAD DE RESPUESTA
DE USUARIOS CON
**ENFERMEDAD
DE PARKINSON**

Tesis presentada para optar por la titulación de Máster

**Autora: DI. Alicia Fernández Ferreras
Tutora: DrC. Ana Cristina Rodríguez Rivero**

La Habana, 2018

RESUMEN

La Enfermedad de Parkinson (EP) es la segunda enfermedad neurodegenerativa que más afecta al adulto mayor a nivel mundial. En Cuba está presente en el 2% de la población mayor de 65 años. Los enfermos de Parkinson enfrentan dificultades en la vida cotidiana, con un reducido espectro de productos diseñados para sus necesidades. Los usuarios con EP tienen en sus hogares electrodomésticos que no están ajustados a sus requerimientos de uso, los cuales limitan su autonomía.

Esta tesis se inscribe en el proyecto institucional "*Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con Enfermedad de Parkinson*". Tiene como objetivo diseñar un dispositivo experimental, debido a que no existe una interfaz que presente de manera independiente las Variables de Diseño de las Interfaces de Control de Electrodomésticos (VDICE) que inciden en el tiempo y calidad de la respuesta de usuarios con EP.

Con este fin se encuestó a pacientes con EP para conocer sus experiencias durante la interacción con los electrodomésticos. Se analizaron las manifestaciones de la enfermedad y sus afectaciones para dilucidar las variables de diseño implicadas. Además, se estudiaron los electrodomésticos existentes en el hogar cubano y los productos especializados para pacientes con EP, en función de las variables encontradas. A partir de los resultados alcanzados, se modeló el dispositivo experimental.

ABSTRACT

Parkinson Disease (PD) is the second degenerative neurological disease in the world that mostly affect the elderly. In Cuba 2 % of the population over 65 years old sufferers. Parkinson's patients affront difficulties in daily life with a strait range of products designed for their needs. Users with PD have appliances at home that are not adjusted to their use requirements, which limits autonomy.

This research fits in the institutional project *"Identification of regularities for domestic interfaces design to use on patients with Parkinson Decease"*. Aims to design an experimental device, because it doesn't exist an interface showing of independently Design Variables of Appliances Control Interfaces (VDICE) which influence on time reaction and response quality of user with PD.

For this purpose, was surveyed to patients with PD to know their experiences during appliances interaction. Was analyzed decease symptoms and affectations to elucidate design variables involved. Also, are explored existing appliances at Cuban home and products designed for PD patients, depending on found variables. The experimental device was modeled considering achieved results.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Métodos teóricos.....	6
Métodos empíricos.....	7
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	10
1. Enfermedad de Parkinson	10
1.1 Procesos cognitivos	10
1.2 Manifestaciones de la Enfermedad de Parkinson	14
1.3 Tiempo de reacción y calidad de la respuesta	18
2. Diseño de interfaces de control de electrodomésticos	20
2.1 Diseño de interfaces	20
2.2 Componentes de la interfaz	21
2.3 Variables de diseño para interfaces de control	23
CAPÍTULO 2. VARIABLES DE DISEÑO	31
1 Identificación de las afectaciones causadas por la ep en los usuarios y sus repercusiones en el uso de electrodomésticos.	31
1.1 Resultados de la encuesta.....	31
1.2 Resultados del análisis documental y la consulta a especialistas	32
2 Diagnóstico de las variables de diseño de controles en los electrodomésticos y en los productos para usuarios con EP.	39
2.1 Tipo de control	40
2.2 Disposición	43
2.3 Contorno	43
2.4 Superficie.....	44
2.5 Altura	45

2.6 Color	46
2.7 Dimensiones	48
2.8 Proximidad	50
2.9 Rótulos.....	51
CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL	55
1 Requisitos generales del dispositivo	55
2 Estructura del dispositivo.	56
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS

Fig. 1 Memoria de trabajo	14
Fig. 2 Prueba del reloj	17
Fig. 3 Circunferencia cromática.....	25
Fig. 4 Dimensiones según tipo de control	29
Fig. 5 Distancias entre las teclas para máquinas.....	30
Fig. 6 Algoritmo de funcionamiento del dispositivo	56
Fig. 7 Módulos del teclado y tareas de la prueba.....	58
Fig. 8 Vista superior del teclado.....	59
Fig. 9 Modelo del teclado.....	60
Gráfico 1 Frecuencia de uso de los electrodomésticos por usuarios con EP.....	31
Gráfico 2 Productos electrodomésticos. Frecuencia relativa porcentual del tipo de control en el total de productos.	40
Gráfico 3 Productos para usuarios con EP. Frecuencia relativa porcentual del tipo de control en el total de productos.	41
Gráfico 4 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la disposición de los controles con respecto al total de productos.....	43
Gráfico 5 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color en los pulsadores.	46
Gráfico 6 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color en los pulsadores	46
Gráfico 7 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color de la pizarra.....	47
Gráfico 8 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color del control según los colores de la pizarra negro y blanco.	48
Gráfico 9 Productos electrodomésticos. Rangos de frecuencia en pulsadores de dimensiones dentro del rango [1; 300).	49
Gráfico 10 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la posición del rótulo con respecto al tipo de control	52
Gráfico 11 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color de rótulo.....	52
Gráfico 12 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color de rótulo..	53
Tabla 1 Valores de resistencia recomendados (N)	28
Tabla 2 Bradicinesia y acinesia.....	33
Tabla 3 Temblor en reposo	34

Tabla 4 Rigidez	35
Tabla 5 Convergencia insuficiente	36
Tabla 6 Sensibilidad al contraste visual	36
Tabla 7 Percepción del color	37
Tabla 8 Afectaciones en la memoria viso-espacial	38
Tabla 9 Afectaciones en la cinestesia y en las tareas viso- espaciales.	38
Tabla 10 Productos electrodomésticos. Frecuencia con la que ocurre una tipología de control para cada función.	41
Tabla 11 Productos para usuarios con EP. Frecuencia con la que ocurre una tipología de control para cada función.	42
Tabla 12 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la forma según tipo de control.	44
Tabla 13 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de la forma en los pulsadores.	44
Tabla 14 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la superficie en los pulsadores	45
Tabla 15 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de la superficie en los pulsadores... ..	45
Tabla 16 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la altura de los pulsadores.	45
Tabla 17 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color de la pizarra.....	47
Tabla 18 Productos electrodomésticos. Frecuencia de dimensiones de los pulsadores	49
Tabla 19 Productos electrodomésticos. Frecuencia de distancia entre pulsadores.	50
Tabla 20 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de distancia entre pulsadores.	50
Tabla 21 Productos electrodomésticos. Frecuencia del tipo de display del rótulo.....	51
Tabla 22 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del tipo de display del rótulo.	51

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones en la actualidad es el cambio en el perfil demográfico de la población que trae aparejado un incremento en el número de personas afectadas por enfermedades crónicas y degenerativas. La Enfermedad de Parkinson (EP) ocupa el segundo lugar a nivel mundial, después del Alzheimer, entre las enfermedades neurodegenerativas que afectan a las personas de la tercera edad. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se estima que en el mundo hay entre siete y diez millones de pacientes de Enfermedad de Parkinson con una tasa de prevalencia que aumenta en la medida que la población en estudio envejece (Fahn, Jankovic, & Hallett, 2011).

La prevalencia del Parkinson en Cuba se estima en 140 enfermos por cada 100 000 habitantes (Álvarez González, 2004). La EP está presente en el 2% de la población mayor de 65 años (Álvarez M. , 2014). Según los resultados de un estudio poblacional, dicha enfermedad neurodegenerativa fue de las más frecuentes del anciano, con una tendencia ascendente según la edad (Giroud, Collado, & Esteban, 2000).

La observación de que las tasas de prevalencia de la enfermedad se incrementan con la edad, concuerda con la hipótesis según la cual dicha enfermedad es el efecto de una noxa o noxas (ambientales o endógenas) que actúan sobre el circuito nigroestriado dopaminérgico, sobre todo cuando éste se encuentra funcionalmente deteriorado debido al envejecimiento. (Fahn, Jankovic, & Hallett, 2011) (Del Tredici & Braak, 2012) (Maetzler & Hausdorff , 2012). Teniendo en cuenta que para el 2050 se prevé que la población anciana se duplique (Organización Mundial de la Salud, 2015), y que la edad avanzada constituye un factor de riesgo para el padecimiento de EP, se presume que en un futuro cercano el número de pacientes con EP también aumente.

Los pacientes con Enfermedad de Parkinson presentan manifestaciones clínicas que incluyen síntomas motores y no motores (Parada, y otros, 2012) que los distinguen de otros grupos de usuarios. Las actividades de la vida cotidiana se dificultan para este grupo de usuarios (Martínez-Jurado, Cervantes-Arriaga, & Rguez-Violante, 2010). En muchos casos estas actividades están relacionadas con productos que han sido

diseñados para “usuarios sanos” (Rodea, 2011) por lo que para los pacientes se entorpece la interacción con las interfaces y pierden autonomía.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que los grupos conformados por las personas en condición de discapacidad y los adultos mayores constituyen los principales sectores con riesgo de exclusión. En atención a estos descriptores, las políticas mundiales actuales se comprometen a considerar a los seres humanos, independiente de sus capacidades y habilidades, para que puedan desempeñarse de manera autónoma y segura en cada una de las actividades de la vida diaria. Los conceptos de inclusión y equidad se encuentran generalmente relacionados en varios ámbitos, dado que confirman la existencia de desventajas y diferencias entre los individuos de una sociedad. Se refieren al reconocimiento de cada individuo como parte de la diversidad y a las diferencias en capacidades físicas y mentales entre unos y otros o incluso de los mismos individuos en distintas etapas de la vida (Rojas & García, 2013) (Clarkson & Coleman, 2015)

Entendiendo que el diseño desempeña un papel central en los procesos de transformación social y cultural, los actores que desde el diseño realizan su actividad, han asumido la responsabilidad que implica el diseño de espacios, servicios y objetos en pos de la calidad de vida, pues en la medida en que posibilitan el uso y el acceso, potencian la inclusión.

En el ámbito del diseño son varias las aproximaciones en este sentido. Dependiendo de la región puede encontrarse como Diseño Universal (Mace, 1985) (Preiser & Ostroff, 2001), Diseño Inclusivo (Coleman, 1994) (Imrie & Hall, 2001) o Diseño para Todos (EIDD, 2004). El objetivo de diseñar “*para todos*” parece imposible, la propia diferencia entre capacidades conlleva a que existan distintas necesidades. Confiar en que el diseño de un producto puede satisfacer las necesidades de toda la población puede ser utópico (Steinfeld & Tauke, 2002).

Otro enfoque es el Diseño Centrado en el Usuario (Norman & Draper, 1986), que en términos generales es el proceso de diseño en el cual el usuario final del producto participa e influye. Aunque se puede extender a otras áreas, es un enfoque desde el

Diseño de Interacción, por lo cual el objeto de diseño es la interfaz (Mao, Vredenburg, Smith, & Carey, 2005). Este diseño consulta con los usuarios sus necesidades y los involucra en etapas específicas durante el proceso; comúnmente durante la definición de requisitos y los test de usabilidad (Abrás, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004). Algunas de las técnicas empleadas en el proceso son el juego de roles y las simulaciones, con el objetivo de evaluar alternativas de diseño y recopilar información sobre necesidades y expectativas de los usuarios para elaborar un prototipo (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

Aunque hay productos en el mercado diseñados para la EP, la gran mayoría se centra en ayudas técnicas para la marcha u otras actividades como la alimentación o la escritura. Otros proyectos de I+D se concentran en la reducción o inhibición de los temblores, mientras otros explotan las posibilidades de las interfaces y de las nuevas formas de interacción (Arroyo & Finkel, 2014), como el BCI (Mason & Birch, 2003) (Huster, Mokom, Enriquez-Geppert, & Herrmann, 2013), para la rehabilitación de los pacientes.

Dentro de este conjunto destacan productos como: la cuchara portátil Liftware del desarrollador Lift Labs; este producto compensa hasta el 70 % de los temblores de la mano facilitando la ingestión de los alimentos. El BIG Track Ball funciona como sustituto del mouse regular para la interacción con la computadora; está dirigido a personas con problemas de movilidad en las manos. El ONE es un control universal para pacientes con discapacidad que mediante un solo botón puede controlar varias funciones en la sala de un hospital. Los productos de BJ Adaptaciones que son dos controles remotos universales, de estructura simplificada, para dirigir varias funciones del hogar. El AdMouse que es un dispositivo que funciona como sustituto del mouse descomponiendo todas sus funciones en 10 controles.

Muchos de estos productos requieren tecnologías avanzadas y muy pocos se plantean un rediseño de estructuras más simples dentro de los modelos conceptuales existentes para productos de mayor complejidad funcional, como es el caso de los

electrodomésticos¹. Se trata casi siempre de la misma tipología de producto: periféricos o productos para actividades muy específicas.

Los estudios de usabilidad son cada vez más requeridos en el ámbito del diseño y la tecnología, para la concepción de productos o interfaces adecuadas a las necesidades de poblaciones vulnerables.

No se evidencian en la literatura consultada, recomendaciones o regularidades en el diseño especializado para los usuarios con EP; por tanto, en algunos de estos productos destinados a enfermos de Parkinson, los criterios de diseño están implementados con una base empírica. Constituye un campo poco abordado, la posibilidad de adecuar las interfaces de los electrodomésticos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los enfermos de Parkinson.

La investigación que se presenta forma parte de un proyecto conjunto entre el Instituto Superior de Diseño (ISDi) y el Instituto de Neurología y Neurocirugía (INN) que se inserta dentro de la Línea de investigación institucional *Diseño y Neurociencias*. De manera que servirá para dar solución a uno de los objetivos de investigación del proyecto *“Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con Enfermedad de Parkinson”*. Además se espera sentar base para futuros estudios en beneficio de un diseño centrado en usuarios con EP.

Por lo tanto, se declara como **Problema científico**:

No existe una interfaz que presente de manera independiente las Variables de Diseño de las Interfaces de Control de Electrodomésticos (VDICE) que inciden en el tiempo y calidad de la respuesta de usuarios con EP.

El **objeto de estudio** es el Diseño para usuarios con Enfermedad de Parkinson (EP) y el **campo de acción** es el Diseño de interfaces de control para electrodomésticos.

¹ Electrodoméstico: máquina o aparato que permite realizar y agilizar algunas tareas domésticas de rutina diaria, contiene generalmente componentes electrónicos o mecatrónicos.

El objetivo general de la investigación es diseñar un dispositivo experimental para medir el tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con EP.

Preguntas Científicas

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos relacionados con la EP y con el diseño de interfaces?
2. ¿Cuáles son las variables de diseño de interfaz que se relacionan con las manifestaciones físicas y cognitivas de la EP?
3. ¿Qué estructura tiene la interfaz del dispositivo para la medición del tiempo y calidad de la respuesta de usuarios con EP?

Tareas de investigación

1. Sistematización de los principales fundamentos teóricos relacionados con el diseño de interfaces y con la EP.
2. Identificación de las afectaciones causadas por la EP en los usuarios y sus repercusiones en el uso de electrodomésticos.
3. Diagnóstico de las variables de diseño en los controles de los electrodomésticos más comunes en los hogares cubanos.
4. Diagnóstico de las variables de diseño en los controles de los productos existentes en el mercado internacional diseñados para usuarios con EP.
5. Determinación de condicionantes y requisitos para el dispositivo experimental.
6. Determinación de las VDICE para el dispositivo.

La investigación tiene carácter exploratorio - descriptivo pues está orientada a identificar las VDICE, para modelar un dispositivo que será usado en la fase experimental del proyecto *“Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con EP”*. Para tal experimento, estas VDICE y sus valores, fungirán como variables independientes; mientras que el *tiempo* y la *calidad de la respuesta*, serán variables dependientes.

Es importante precisar que, en la identificación de las VDICE, se consideró el aspecto físico o formal del componente “control” de las interfaces. Por tanto, quedan fuera de los límites de esta investigación, los indicadores (displays) y todos los aspectos propios de la interacción, como la retroalimentación o la relación display – control.

MÉTODOS TEÓRICOS:

Análisis Documental: Se revisaron fuentes documentales asociadas a las Ciencias Médicas y la Ergonomía, lo que permitió establecer la relación entre las manifestaciones de la enfermedad y sus repercusiones en el uso de las interfaces de electrodomésticos.

Análisis - Síntesis: Este método se empleó durante todo el proyecto de modo recurrente. Fue vital en la revisión de fuentes documentales para la sistematización de los fundamentos teóricos de la investigación. Se realizó el análisis de las afectaciones específicas de la Enfermedad de Parkinson a los procesos cognitivos y físicos y se sintetizaron las manifestaciones encontradas y las repercusiones de estas en el uso. Para determinar los valores de las variables, fue necesario también el análisis de información obtenida de la bibliografía y otras fuentes documentales sobre el tema Ergonomía y Usabilidad.

Inducción - Deducción: Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica no constituyeron conclusiones por sí solos, fue necesario el estudio de particularidades como: las afectaciones en los procesos cognitivos y en la motricidad de los pacientes con EP, estudio de varios tipos de repercusiones en el uso y rasgos independientes de los productos electrodomésticos. Por otro lado, se estudiaron generalidades como las experiencias de los usuarios con EP en el uso de las interfaces de electrodomésticos con el fin de deducir variables de diseño que afecten el uso.

Modelación: El método se empleó para la estructuración (diseño) del dispositivo y su representación. La modelación fue empleada a nivel icónico como construcción abstracta a partir de características de las interfaces de control de los electrodomésticos (realidad), independizando cada variable. El objetivo fue permitir el estudio de

cada variable como parte del proyecto *“Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con Enfermedad de Parkinson”*.

MÉTODOS EMPÍRICOS:

Observación:

El método fue empleado, para registrar las variables de diseño y las características individuales que se manifiestan, tanto en las interfaces de los electrodomésticos comunes en los hogares cubanos como en las interfaces de los productos diseñados para pacientes con EP. En ambos casos el muestreo fue dirigido (no probabilístico) (Sampieri, Fdez Collado, & Baptista Lucio, 2014) y la observación se realizó a partir de guías de observación (ver anexos 1 y 2).

Para definir la composición de la **muestra de electrodomésticos** se consultó el Informe Nacional del Censo Poblacional del año 2012, publicado en enero de 2014 en la página web de la Oficina Nacional de Estadísticas. En el informe se revisó la tabla V.17 que relaciona la tenencia de equipos electrodomésticos por cantidad y de ellos cuáles funcionan por zona de residencia en viviendas particulares con residentes permanentes.

De los equipos relacionados se escogieron los productos electrodomésticos con prevalencia de controles a accionar con los miembros superiores y con presencia en el mercado nacional. Los productos seleccionados fueron los siguientes: lavadora, olla arrocera y/ o multipropósito, batidora/ licuadora, cocina u hornilla eléctrica, ventilador, radio, plancha eléctrica, televisor en colores, horno microondas, teléfono fijo, aire acondicionado. El criterio de selección de estos modelos fue a partir de su existencia en las cadenas de tiendas nacionales (fueron seleccionados consultando sus tiendas online) y los que se constataron en los hogares, que pertenecieran a estas tipologías, aunque hubiesen sido importados a título personal. Se consideró escoger de cada categoría una muestra que ofreciera variedad en el diseño de las interfaces; como resultado hay de dos a seis representantes por cada tipo de producto.

Para la muestra de **productos para enfermos de Parkinson** se seleccionaron productos con diseño especializado para pacientes con EP o con alguna discapacidad

motora con afectaciones similares y se consideraron aquellos productos que constitúan interfaces de control. Se escogió también un producto accesorio por su función y las características de su diseño.

Se empleó la **medición** para la obtención de algunos de los datos considerados en las guías de observación. De forma general el procesamiento de los datos obtenidos requirió de **estadística descriptiva** para el cálculo de frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia agrupada, moda o intervalo modal, principalmente. Para su representación y discusión se recurrió a tablas e histogramas.

Encuesta

Esta técnica fue aplicada a una muestra de **pacientes con EP**, que se tratan en la clínica de trastornos del movimiento del INN. Se utilizó un cuestionario (ver anexo 3) con preguntas abiertas y cerradas con el objetivo de conocer principalmente cuáles son los electrodomésticos más usados por este grupo y las principales dificultades que enfrentan durante el uso de los mismos.

La muestra de pacientes fue seleccionada de forma intencional (no probabilística) pues no se pretende extrapolar los resultados a toda la población de pacientes con EP. Los criterios de selección se muestran a continuación.

Criterios de inclusión:

- a. Edad mayor igual que 21 años.
- b. Tener diagnóstico de EP según criterios del Banco de Cerebros de Londres (ver anexo 4).
- c. Ambos sexos.
- d. Aceptar la participación en la investigación mediante la firma del consentimiento informado por escrito (ver anexo 5).

Criterios de exclusión:

- e. Antecedentes de déficit intelectual o deterioro cognitivo.
- f. Evolución de la enfermedad por más de 5 años.

- g. Pacientes con patologías que alteren la dinámica de la marcha: osteoartropatías severas, artrodesis, enfermedades neurológicas con alteración de la marcha.

Consulta a especialistas

Se empleó para validar los resultados de los análisis de las manifestaciones de la enfermedad de Parkinson, las afectaciones en el uso de electrodomésticos y las variables de diseño con las que se relacionan. Además, para validar la selección de la muestra de pacientes con EP. Se realizó mediante entrevistas a clínicos especialistas, específicamente dos neurólogos que atienden las consultas y una fisioterapeuta especializada en neuro - rehabilitación.

Resultados

Se arribó, como resultados fundamentales, a las variables de diseño (y sus valores) a considerar para las interfaces de control de los electrodomésticos y a un modelo icónico o diseño de interfaz (dispositivo) que permitirá llevar a cabo la etapa experimental del proyecto institucional ISDi - INN, a partir del cual serán medidos el tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con EP.

Estructura de la Tesis:

La tesis se compone de tres capítulos. El **Capítulo 1 Fundamentos Teóricos** aborda los sustentos teóricos en los que se basan los resultados. Se divide en dos epígrafes que engloban las materias a tratar: Enfermedad de Parkinson y Diseño de interfaces de control de electrodomésticos. Responde a la primera pregunta científica. El **Capítulo 2 Variables de Diseño** presenta los resultados parciales obtenidos a partir del cumplimiento de la segunda, tercera y cuarta tarea de investigación, dando respuesta a la segunda pregunta científica. Se organiza a partir de los métodos empleados para la resolución de cada tarea. El **Capítulo 3 Diseño del Dispositivo** Resume los resultados de la quinta y sexta tarea científica. En este capítulo se aborda la estructuración y diseño del dispositivo.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. | ENFERMEDAD DE PARKINSON

La EP es un trastorno neurodegenerativo y pertenece al grupo de enfermedades llamadas trastornos del movimiento. Afecta al sistema nervioso central y hasta hoy se desconocen sus causas. Es una enfermedad crónica y progresiva, lo que significa que se extiende durante la vida del paciente y sus síntomas se van agravando con el tiempo. No se ha encontrado una cura, pero se han desarrollado disímiles investigaciones sobre el tema y es tratable mediante medicamentos y cirugías (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2015). Los tratamientos más conocidos y difundidos son: la Levodopa en el ámbito de los fármacos y la Estimulación Cerebral Profunda, en la cirugía.

1.1 Procesos cognitivos

El Parkinson a pesar de ser reconocido por sus síntomas físicos, consta también de una serie de síntomas cognitivos que complejizan la vida del paciente. Dado que el presente estudio da especial importancia a las afectaciones cognitivas de la EP, se hace necesario plasmar las funciones de los procesos cognitivos afectados: específicamente **percepción** y **memoria**.

- **Percepción**

La percepción es entendida como la imagen de los objetos o fenómenos que se crea en la conciencia del individuo con la participación de los órganos de los sentidos y del cerebro. Es el proceso que efectúa el ordenamiento y la asociación de las diferentes sensaciones en imágenes integrales de cosas y hechos, con la interpretación personal y, por tanto, subjetiva (Prado León & Ávila Chaurand).

Bases anatómicas de la percepción del color

De todos los sistemas sensoriales, el visual es el más utilizado en la vida diaria. Los mensajes visuales que recibimos no son más que el reflejo de la luz en los objetos. La estructura anatómica que recibe dichos reflejos es el ojo, allí se transforma la energía

radiante censada en energía nerviosa, luego es llevada al cerebro donde ocurre la percepción.

El ojo es una esfera compuesta de tres tipos de capas: la esclerótica (blanco de los ojos), la coroides (contiene a los vasos sanguíneos) y la retina. Esta última es la capa más interna, es la superficie sensible a la luz que recepciona la imagen y se proyecta al sistema nervioso central. Es en la retina donde se encuentran los neuro-receptores sensibles a la luz llamados “conos” y “bastones”; la información también viaja por las llamadas células horizontales y células amacrinas.

Los conos son los responsables de las sensaciones cromáticas y de la agudeza visual; los bastones, por otro lado, de las sensaciones acromáticas. En el área central de la retina se encuentra una zona llamada fovea que resuelve la imagen con mayor detalle y color. En ella se encuentran la mayor parte de los conos (5 millones de conos y 50 mil bastones, lo que representa un porcentaje pequeño en relación con la cantidad de bastones en la retina) (Prado León & Ávila Chaurand).

Identificación de los colores

Los conos son las células responsables de percibir los colores y de la calidad de la visión, gracias a sus tres funciones: definir la agudeza visual, ser más sensibles a los colores que otras células (pero menos a la intensidad de la luz) y captar las diferencias de color. Los conos se dividen en tres tipos, cada uno de los cuales reacciona a una longitud de onda diferente: rojo, azul y verde, los colores primarios para la óptica, también llamados colores luz. Para captar colores secundarios se estimulan los conos de manera combinada. Por ejemplo, el amarillo estimula conos rojos y verdes por igual, y el naranja estimula más conos rojos que verdes. Los colores rojo y verde son captados en la fovea, y los colores amarillo y azul son captados por el resto de la retina. Así, el ojo es capaz de identificar toda la gama de colores (Flores, Ergonomía para el diseño, 2001) .

Bases anatómicas de la percepción de la forma y del tamaño

La percepción visual del tamaño se desarrolla gracias a los mecanismos de adaptación del ojo a la distancia: acomodación y convergencia, de acuerdo al tamaño del objeto.

Sin embargo, la distancia también afecta la percepción del tamaño por lo que se hace necesaria la información de los mecanismos que identifican y procesan la distancia.

Acomodación: variación de la curvatura del cristalino para enfocar objetos de acuerdo a la distancia. Este mecanismo funciona en distancias menores de 6.5 m.

Convergencia: corresponde a la colocación de los ejes oculares sobre el objeto y aumenta con la cercanía de este. Al parecer la convergencia da información útil sobre la distancia a la que se encuentra objeto, siempre que sea menor de 6 m.

Además de los mencionados, existen otros factores que afectan la percepción del tamaño. El primero es la forma, pues las formas más alargadas parecen más grandes que los objetos de igual tamaño, pero más compactos. Por ejemplo, un cuadrado y un círculo se perciben como más pequeños que un rombo de la misma área. Obsérvese que la mayoría de estos factores extras se establecen a partir de juicios relativos, o sea que los objetos se perciben de mayor tamaño con respecto a otros, lo que pudiera ser significativo para destacar un elemento dentro de un conjunto o hacer que una forma sea más notable sobre otras.

La percepción visual de la forma tiene su base anatómica en los micro-movimientos del ojo que siguen el contorno de la figura para formar la imagen en la retina. Además la estructura de la retina es la que se encarga de la percepción figura fondo, lo que facilita la percepción de la forma en sí (Prado León & Ávila Chaurand).

Principios de distribución formal que afectan la percepción de la forma

En los inicios del siglo pasado, la psicología de la Gestalt se ocupó de estudiar la percepción de la forma considerando la relación entre los estímulos visuales; dio como uno de sus principales lemas “el todo no es la mera suma de sus partes”. Los principios de organización formal pautados por la escuela de la Gestalt describen cuáles son las características del estímulo visual para que este tenga mayor probabilidad de ser percibido. A continuación, se presentan algunos que son relevantes en esta investigación y fueron tomados del libro *Factores ergonómicos en el diseño. Percepción visual* de Prado y León.

Figura - fondo: la percepción se organiza distinguiendo la figura del fondo. El contorno aparece en el extremo de la forma y tiene carácter de cosa, a diferencia del fondo que tiene calidad de sustancia; la forma se percibe más cerca que el observador y es más pregnante que el fondo. Se presentan cuatro principios que intervienen en que una forma se perciba como figura y no como fondo:

Contraste figura fondo: diferencia de tono entre las dos partes, donde a mayor contraste más se distinguirá la figura del fondo.

Simetría y figura: las formas simétricas son más fáciles de reconocer y recordar que las asimétricas por lo que suelen percibirse como figura.

Límite definido: es un rasgo importante para discriminar la figura del fondo.

Agrupaciones perceptuales: los conjuntos de figuras se perciben como subconjuntos cuyos criterios de agrupamiento pueden ser luminosidad, proximidad, tamaño o conectividad. En situaciones reales todos estos criterios se ven relacionados.

- **Memoria**

El otro proceso cognitivo con afectaciones relevantes en esta investigación es la memoria. Según el Instituto de Memoria es un complejo sistema de información que trabaja a través de procesos de codificación, almacenamiento, reconstrucción y recuperación (Pérez Castelló & Cuat Sintés, 2011). Aunque hay diversos tipos de memoria, es la memoria de trabajo la que tiene una afectación preferencial en los pacientes con EP sin demencia.

Memoria de trabajo: se refiere a la atención - demanda de mantenimiento y manipulación de la información con el objetivo de la acción a corto plazo. La memoria de trabajo también está muy relacionada con las nociones de correlación entre estímulo- representación y la toma de decisiones (Bodis- Wolner & Antal, 2013). Su función principal es el procesamiento de información que llega del medio (en un período de aproximadamente 30 s) y la transferencia al almacén de largo plazo. Tiene carácter atencional, planificador y ejecutivo (Pérez Castelló & Cuat Sintés, 2011). En la Fig. 1 se muestra un esquema para facilitar su entendimiento.

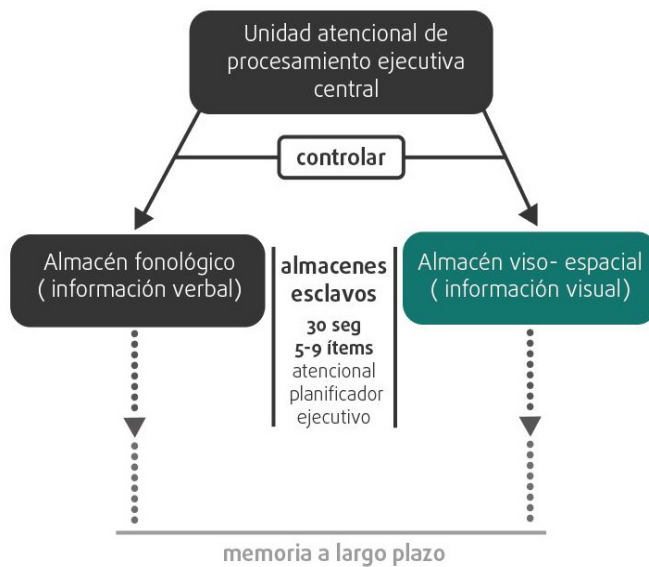


Fig. 1 Memoria de trabajo

1.2 Manifestaciones de la Enfermedad de Parkinson

A continuación, se mostrará una relación de los síntomas característicos de la enfermedad que son significativos para el desarrollo de este proyecto:

- Uno de los síntomas más marcados de la enfermedad es la lentitud de los movimientos voluntarios. Esta tiene dos componentes: la **bradicinesia** y la **acinesia**. La primera se refiere a la lentitud del movimiento mientras este ocurre, por lo que, ante un estímulo, este término mediría el tiempo en que se demora el paciente en completar el movimiento que ha iniciado. Es importante anotar, que este tipo de desorden también se caracteriza por movimientos pequeños y poco visibles. La acinesia, por otro lado, se refiere a la lentitud para iniciar un movimiento, por lo que, ante un estímulo, este término mediría, el tiempo de reacción, desde la orden hasta el inicio del movimiento. También encuentran dificultades para realizar movimientos simultáneos o secuenciales, pues el tiempo entre cada movimiento de la serie se prolonga (Jankovic, Fahn, & Hallett, Principles and practice of movement disorder, 2011).
- **El temblor en reposo** es reconocible por ser rítmico e involucra al pulgar y al índice, en caso de ser en la mano; puede aparecer también en la mandíbula o

en el pie. El temblor disminuye con el sueño y con el movimiento intencional, sin embargo, puede regresar al mantener una postura estática. Es típico en la flexión – extensión del codo, la pronación – supinación del antebrazo y en movimientos del pulgar a través de los dedos (Jankovic, Fahn, & Hallett, Principles and practice of movement disorder, 2011).

- **La rigidez**, también llamada resistencia al movimiento, se debe a que los pacientes no pueden relajar completamente sus músculos, por lo que estos permanecen tensos y contraídos. Esta afectación provoca dolor y limita el movimiento considerablemente. El miembro afectado solo realizará movimientos cortos y espasmódicos llamados rigidez de “rueda dentada”. (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2015).
- **Las afectaciones a la cinestesia**² fueron probadas en un estudio en 1997 por Demirci. Este demostró que cuando los pacientes con EP usaban la percepción cinestésica para ubicar un objetivo visual, percibían las distancias como más cortas (Jankovic, Fahn, & Hallett, Principles and practice of movement disorder, 2011). También se desarrolló un estudio encabezado por Lee y Harris, donde se descubrió una brecha en la percepción del movimiento en actividades diarias en pacientes con EP; entiéndase, dificultades al percibir distancias y movimientos en las calles, alcanzar objetos (Bodis- Wolner & Antal, 2013). Se han detectado problemas en pacientes con EP en la percepción de la alineación de dos puntos. En un artículo a cerca de los errores de percepción en la Enfermedad de Parkinson (Freedman, 2017) se afirma que los pacientes con EP presentan dificultades al intentar sentarse en una silla que no está correctamente alineada con el cuerpo, en interés de esta investigación se pudiera presumir que el mismo problema pudiera afectar la interacción con los controles.

² Cinestesia: Percepción del equilibrio y de la posición de las partes del cuerpo.

- En los pacientes con EP se han detectado trastornos en la eficiencia visual, más específicamente **la convergencia insuficiente**. Es muy común en estos pacientes y está asociada con la distancia y amplitud de la convergencia (+10 cm y amplitud lenta). Esta condición puede afectar la visión de cerca y dificultar la lectura, pero es tratable mediante la Levodopa (Rodnitzky, 2013).
- La **visión del color** es una de las manifestaciones cognitivas de la enfermedad que más se ha investigado. Algunos estudios, como el de B.A. Haug (sobre la afectación predominante en las vías del cono azul en la EP) (Rodnitzky, 2013) han detectado anomalías en la **percepción del color** en el eje azul-amarillo. La publicación explica que el sistema de cono azul es preferiblemente afectado en la retina por la EP ya que tiene un rango de respuesta limitado, es más vulnerable y las transmisiones de sus ondas se hacen a través de estructuras comprometidas por la enfermedad. Estas afectaciones en la percepción del color es posible detectarlas en estados tempranos de la enfermedad y pueden tratarse con Levodopa y otros fármacos. Un estudio realizado a pacientes tratados con este medicamento ayudó a determinar si el deterioro de la discriminación del color era progresivo en pacientes con EP. Los sujetos fueron testeados dos veces con una diferencia de 19.8 meses y se evidenciaron deterioros significativos (Rodnitzky, 2013).
- La **sensibilidad al contraste visual** (SCV), se mide al determinar el contraste mínimo requerido para distinguir objetos (unos de otros) presentes en una frecuencia espacial dada. Para los objetos espaciales que están muy juntos se dice que tienen una frecuencia espacial alta y para los que están muy separados, la frecuencia espacial es baja. Para medir la SCV se emplean comúnmente retículas sinusoidales³ de varias frecuencias espaciales.

³ Sinusoidal: se refiere a la disminución gradual del contraste en objetos adyacentes, en vez de una variación abrupta del contraste. (Rodnitzky, 2013)

En la EP la SCV es más reducida en la frecuencia espacial intermedia y la irregularidad es más pronunciada cuando la retícula está temporalmente modulada en frecuencias medias de 4 - 8 Hz. Las anomalías en la SCV tienen influencia directa sobre la orientación pues se detectó que tienen más problemas en realizar discriminaciones horizontales que verticales. (Rodnitzky, 2013)

- Estudios han demostrado que el **almacén viso - espacial de la memoria de trabajo**, el cual se encarga del mantenimiento de la información visual, muestra un detrimento selectivo en pacientes con EP. Se ha descubierto que el procesamiento visual de la ubicación espacial, el movimiento y las propiedades tridimensionales, se deterioran tempranamente en la enfermedad. En un experimento realizado, los pacientes fueron sometidos a pruebas de respuestas retrasadas. El objetivo era mantener el rastro en la memoria de la ubicación espacial de polígonos irregulares. El desempeño de los pacientes fue significativamente bajo, aunque sí pudieron mantener en mente cuáles eran las formas. En otro test se le presentó a los pacientes un diseño de geometría sencilla a modo de primer estímulo (E1), a esto lo sigue un segundo estímulo (E2), que puede ser el mismo que E1.

Cuando los tiempos entre E1 y E2 aumentan, los pacientes comienzan a mostrar déficit en la identificación de los estímulos, lo que sugiere un deterioro en la memoria de trabajo para las formas visuales (Bodis-Wolner & Antal, 2013). Un ejemplo clásico del deterioro de la visión espacial, es el reloj (Fig. 2), donde una porción significativa de los casos opinó que su dibujo era aceptable. Debido a esto se pudo concluir que

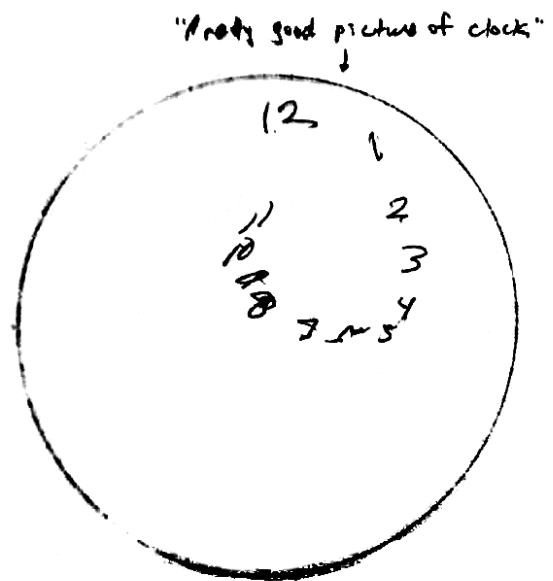


Fig. 2 Prueba del reloj

los pacientes presentan, sin notarlo, dificultades en copiar y reconocer diseños. (Freedman, 2017).

1.3 Tiempo de reacción y calidad de la respuesta

Tiempo de reacción

El tiempo de reacción humano puede dividirse en tres estadios: *sensar, tomar una decisión y acometer la decisión tomada*. *Sensar* depende de qué sentido se estimule y la intensidad del estímulo. *Tomar la decisión* depende de su complejidad (número de alternativas, conocimiento de las consecuencias y la experiencia). *Ejecutar las decisiones tomadas* depende del miembro del cuerpo que se use para el accionamiento, la distancia y precisión necesarias para el movimiento (Konz & Steven, 2004).

El tiempo de respuesta o tiempo de reacción hace referencia a la cantidad de tiempo que transcurre desde que percibimos algo hasta que damos una respuesta en consecuencia. Por tanto, es la capacidad de detectar, procesar y dar respuesta a un estímulo.

El tiempo de respuesta depende de varios factores:

Percepción: Ver, oír o sentir. El estímulo con seguridad es esencial para tener un buen tiempo de reacción.

Procesamiento: Es necesario centrarse y entender bien la información para un adecuado tiempo de reacción.

Respuesta: La agilidad motora es necesaria para actuar ante el estímulo y tener un buen tiempo de respuesta.

Si alguno de estos procesos se ve alterado, el tiempo de respuesta se verá afectado en consecuencia. Además, el tiempo de respuesta incluye necesariamente un componente motor, a diferencia de la velocidad de procesamiento. Es por esto que tener un buen tiempo de reacción se asocia con tener buenos reflejos.

La cadena de procesos (percibir, procesar y responder) se lleva a cabo en cuestión de milisegundos, pero el tiempo de respuesta puede variar dependiendo de diferentes factores:

Complejidad del estímulo: Cuanto más complejo sea, más cantidad de información habrá que procesar, por lo que habrá que emplear más tiempo en ello.

Familiaridad, preparación y expectativas: Si hay que responder a estímulos conocidos y a los que ya has dado respuesta anteriormente, el tiempo dedicado a procesar la información es menor. Cuanta menos información nueva haya que procesar, más rápida será nuestra respuesta.

Estado del organismo: Algunos factores que pueden afectar negativamente al tiempo de respuesta son la fatiga, la atención (estar adormilado), una alta temperatura, la edad avanzada o, incluso, el consumo de comidas copiosas o de sustancias como el alcohol u otras drogas. Pueden afectar negativamente tanto la detección del estímulo como a su procesamiento o la respuesta.

Modalidad sensorial estimulada: El tiempo de respuesta es menor cuando el estímulo (que desencadena la respuesta) es auditivo que cuando es visual, ya que los estímulos auditivos requieren un procesamiento menor. Cada modalidad sensorial conlleva un tiempo de respuesta distinto.

Además de los factores explicados, el tipo de estímulo también afectará el tiempo de respuesta:

Simple: hay una única respuesta a un único estímulo. Por ejemplo, pulsar la barra espaciadora cuando aparezca en la pantalla del ordenador cualquier palabra.

De elección: hay distintas respuestas a distintos estímulos. Por ejemplo, pulsar la flecha izquierda del teclado si aparece una palabra en inglés y pulsar la flecha derecha del teclado si aparece una palabra en castellano.

De selección: hay distintos estímulos, pero sólo tenemos que responder a uno de ellos. Por ejemplo, pulsar la barra espaciadora sólo cuando aparezca una palabra en castellano. Si aparece en inglés, no tocamos ninguna tecla.

Cualquier tipo de trastorno que conlleve problemas de percepción, procesamiento de la información o motores, va a afectar al tiempo de reacción. Es por esto que el tiempo de respuesta es una habilidad cognitiva muy sensible a las alteraciones. En general, en cualquier enfermedad neurodegenerativa como el Alzheimer, el Parkinson, la esclerosis múltiple o la corea de Huntington, habrá afectación del tiempo de reacción por el daño cerebral derivado de la enfermedad. Con respecto al momento de ejecutar la respuesta, las personas con acinesia o bradicinesia (como en los pacientes con EP), o problemas motores como la hemiparesia u otras parálisis, también pueden tener problemas a la hora de dar una respuesta motora.

Calidad de la respuesta

La calidad de respuesta se asocia con la eficacia durante la realización de una tarea. Eficacia es uno de los componentes de la usabilidad y refiere a *cuántos errores comete el usuario; cómo de graves son las consecuencias de esos errores; cómo de rápido puede el usuario deshacer las consecuencias de sus propios errores* (Nielsen, 2012). La calidad de respuesta puede ser entendida, en función de los aciertos y errores, como respuestas correctas, incorrectas u omisiones. Esta última se considera en el caso de que la respuesta no se efectúe en un periodo de tiempo determinado para los fines de la medición.

2. | DISEÑO DE INTERFACES DE CONTROL DE ELECTRODOMÉSTICOS

2.1 Diseño de interfaces

Es primordial para comprender que es el diseño de interfaces comenzar esclareciendo el concepto diseño. La definición dada por (Pérez & Peña, 2014) es integradora y precisa en cuanto a la función del diseño: *“Diseño es una actividad que tiene como objetivo la concepción de los productos para que estos cumplan eficientemente su finalidad útil y puedan ser producidos, garantizando su circulación y consumo.”*

En el texto *Las siete columnas del diseño*, su autor Gui Bonsiepe, esboza el objeto de la actividad de diseño cuando dice: *“El diseño es un dominio que puede manifestarse en cualquier área de conocimiento o acción humana, está orientado al futuro, relacionado con la innovación (el acto de diseño introduce algo nuevo en el mundo), conectado con el cuerpo y el espacio, sobre todo el espacio retinal, orientado a la acción eficiente, lingüísticamente arraigado en el campo de los juicios y enfocado a la interacción entre el usuario y el artefacto. El dominio del diseño es el dominio de la interface”* (Bonsiepe, 2000). Esta última intervención avala el carácter innovador del diseño y su estrecha relación con el factor humano, pero la referencia al término *“interface”* es fundamental en el marco de esta investigación.

“La interfaz de usuario es la frontera entre el hombre y la máquina” (Ergonomic Guidelines). Permite el flujo de información en el sistema hombre - máquina. Entre las funciones de las interfaces podemos encontrar: permitir la captación intuitiva de la información del sistema, producto, entorno; hacer visible la información; y transmitir información proveniente del hombre, hacia la máquina.

A partir de lo anterior se deduce el diseño de interfaces como un proceso o actividad que tiene como objetivo la concepción de la interacción o del intercambio de información en el sistema hombre - máquina, entendiendo como concepción *“... la creación y determinación de las propiedades multifacéticas que condicionan el proyecto [...] Resolver las relaciones funcionales y de significado, organizando el uso y las características formales y estructurales de la solución.”* (Pérez & Peña, 2014)

2.2 Componentes de la interfaz

La interfaz en la interacción hombre–máquina permite la entrada de información desde el hombre a la máquina (o al proceso) y se realiza mediante **controles** o mandos. El hombre recibe información sobre las variables del proceso, a través de los **indicadores**, que transforman estas variables en un tipo de información que pueda ser asimilada por el operador humano. La información es interpretada y puede dar lugar a una **decisión**, que se comunica a la máquina (o al proceso), mediante la operación sobre los **controles** (Medina, 2007).

Pueden identificarse dos componentes fundamentales de las interfaces: los indicadores (también referenciados como displays) y los controles (Konz & Steven, 2004). A los efectos de los límites definidos para esta investigación es imprescindible abordar el componente “control”.

Control

Controlar es dominar, guiar, conducir. Todo sistema debe estar proyectado para que pueda ser perfectamente controlado para de este modo garantizar la fiabilidad de su funcionamiento dentro de los límites previstos. (Mondelo P. , Gregori, Blasco, & Barrau, 2001). Los controles son instrumentos que transmiten información sobre algún mecanismo o sistema. Sirven para introducir la información y regular las operaciones de máquina y equipos (Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2006). Los dispositivos de control son la vía por la cual la información, de una decisión tomada por el hombre, es transferida a la máquina. (Karwowski & Marras, 2006). Los controles pueden ser clasificados según la función que realizan dentro del sistema.

Funciones de los controles

Las funciones básicas de los controles son (Mondelo P. , Gregori, Blasco, & Barrau, 2001):

- Activar o desactivar el sistema o parte de él (activar un torno, un coche, un ordenador, encender la luz eléctrica en un local).
- Impartir órdenes al sistema con valores discretos (seleccionar los canales en un receptor de televisión).
- Impartir órdenes al sistema con valores continuos (controlar el volumen de sonido de una radio).
- Impartir órdenes al sistema ininterrumpidamente (controlar la dirección de un vehículo).
- Introducir datos en el sistema (utilizar un programa informático en un ordenador personal).

2.3 Variables de diseño para interfaces de control

Para diseñar un sistema de control efectivo hay que tener en cuenta una serie de variables referentes a las aptitudes y conductas del usuario y al tipo de respuesta que se requiere.

Una variable es la propiedad, cualidad o atributo de un objeto o fenómeno que se puede observar bajo ciertas condiciones. Se entiende como cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores, es decir, que puede variar, aunque para un objeto determinado pueda tener un valor fijo. Las variaciones pueden producirse también para un mismo objeto y no solo entre diferentes objetos considerados. Cabe aclarar que el término valor debe entenderse en un sentido amplio y no en el más reducido de magnitud numérica. En este sentido las variables pueden ser cualitativas (son variables sobre las que no puede constituirse una serie numérica) o cuantitativas (aquellas variables que sí admiten una escala numérica de medición).

- **Tipo de Control**

La selección de una u otra tipología depende de la función y la situación de uso (contexto; extremidades del cuerpo involucradas y requerimientos de esfuerzo, rapidez y precisión). En el caso de las interfaces para electrodomésticos algunas tipologías no son compatibles o es muy poco probable su empleo, como es el caso de los pedales o pulsadores de pie, las manivelas o los volantes. Las tipologías de control más comunes en los equipos electrodomésticos son los pulsadores manuales, los selectores giratorios continuos y discretos, los selectores lineales continuos y discretos y los teclados.

Los controles con diferentes funciones dentro de la misma interfaz no deben ser idénticos en apariencia, el usuario debe ser capaz de distinguir los controles. La identificación de los controles se refiere a su codificación. La utilidad de la identificación radica en el número de diferenciaciones visibles que se pueden hacer, o sea, el número de configuraciones que se pueden identificar (McCormick, 1980). Debido a esto, varios autores definen variables que permiten la codificación.

- **Color**

Se emplea para estandarizar, aunque puede ser problemático para usuarios con una visión deficiente del color (Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2006). Según estudios en displays de luces, uno de los factores relacionados con la eficacia de la señal es el color. Considerando el tiempo de respuesta como un medidor de eficacia de la codificación del color, se propone el siguiente orden de más rápido a más lento: rojo, verde, amarillo y blanco. Sin embargo se deben considerar siempre otros factores como el color de fondo y la iluminación ambiental (McCormick, 1980).

Alrededor del 8 % de los hombres y el 4 % de las mujeres tienen problemas en la percepción de los colores. Además, para una correcta identificación se requiere iluminación blanca estándar. Solo unos pocos colores pueden ser utilizados: rojo, amarillo, verde, azul, blanco y negro (Konz & Steven, 2004) (Mondelo P. , Gregori, Blasco, & Barrau, 2001). Esta conclusión debería comprobarse en el futuro, por lo que la variable color es de interés en este estudio.

“El color es el resultado del modo como un objeto absorbe o refleja la luz del espectro visible. Un objeto que el sistema visual percibe como rojo absorbe todos los colores a excepción del rojo, que es el que refleja. El blanco se suele describir como el reflejo de todos los colores, mientras que el negro se describe como la absorción de todos ellos” (Grimley & Love, 2010). Es un elemento básico de la forma, una propiedad externa de las características morfológicas de las estructuras. Existen colores de luces y colores de pigmentos. Los colores primarios de luces son el rojo, el azul y el verde; los secundarios el amarillo, el cian y el magenta. En los colores de pigmento los primarios son el rojo el azul y el amarillo y los secundarios son el verde, el naranja y el violeta. (Abreu, 2004) Los colores se definen por sus atributos tinte (croma o tono), claridad y saturación, como definiera Munsell, lo que permite describir cada color mediante una notación decimal.

La circunferencia cromática (Fig. 3) desarrollada por Johannes Itten basándose en los colores primarios rojo, amarillo, azul, ilustra como a partir de dos mezclas sucesivas se logra como resultado 12 tonos. Entre los colores de la circunferencia cromática los hay con alto grado de semejanza, así como con elevada polaridad. En la circunferencia

cromática están los colores que contienen **tinte** por lo que no se incluyen el blanco, el negro, ni el gris que se consideran acromáticos.



Fig. 3 Circunferencia cromática

- **Ubicación**

En bajas condiciones de iluminación, la identificación de los controles por su ubicación en el sistema es muy común. Sin embargo, si hay muchas opciones entre las cuales elegir, la selección puede complicarse (McCormick, 1980). Ubicación es el lugar que ocupa un objeto en un entorno. Diferentes ubicaciones de un mismo elemento pueden provocar diferentes estados tensionales en el observador. Todo campo visual tiene zonas en las que el peso perceptivo es diferente. Por la relación ubicación- experiencia es posible lograr diferentes efectos perceptivos. Es importante tener en cuenta la dirección que se define a partir de la ubicación de las agrupaciones de controles (horizontal vertical, diagonal, etc.). Todo campo visual tiene direcciones consideradas principales. Un cambio de dirección modifica la percepción de la estructura. El énfasis de determinadas direcciones modifica las proporciones perceptivas de una estructura. Los cambios de direcciones, de ortogonales a diagonales enfatizan el efecto de la tridimensión en la bidimensión (Abreu, 2004).

- **Forma**

Es útil en bajas condiciones de iluminación o para personas que tengan afectadas la visión del color, es una ventaja a la hora de estandarizar controles. El código táctil no

es tan rápido como el código visual, pero los controles pueden ser usados sin emplear la visión. Las formas pueden ser también un signo visual (Konz & Steven, 2004).

Algunos autores consideran la forma a partir de la figura que define su contorno (circular, cuadrada, triangular, etc.). Otros incluyen además la concavidad de la superficie. Con la finalidad de discriminar estos dos aspectos, a los efectos de esta investigación se considerará “*forma*” como *contorno* (figura) y concavidad, convexidad o planeidad a partir de la variable *superficie*.

Los botones han sido estudiados extensivamente por diferenciación de forma, hasta nueve formas diferentes pueden ser usadas al mismo tiempo. En realidad, el grupo de formas diferenciales es: círculo, estrella, elipse, cuadrado, etc. (Esatman Kodack, 1983). Este autor apoya la decisión tomada anteriormente al asumir la *forma* del control como *contorno*.

Se considera contorno, el borde de una superficie o volumen virtual, pero es independiente de la superficie. El contorno, en la bidimensión, puede ser el límite de una superficie. Un conjunto de contornos puede constituir una trama o retícula. La superposición de contornos genera nuevos contornos (Abreu, 2004).

- **Superficie**

La superficie es un elemento bidimensional, o sea, es la extensión en que solo se consideran dos dimensiones. Según su estructura, puede ser plana o curva (cóncava, convexa). Según su contorno, puede ser geométrica, geometrizable o gestual (Abreu, 2004).

Los controles de tipo pulsador deben ser diseñados ligeramente cóncavos o poseer una textura que maximice la fricción. La razón por la que las teclas deben ser ligeramente cóncavas es para evitar las reflexiones y para permitir apoyar los dedos en el teclado más cómodamente, de forma tal que el dedo no se deslice con facilidad y evitar errores en la activación. (Karwowski & Marras, 2006).

- **Rótulo**

Los rótulos tienen la ventaja de que permiten la identificación de un gran número de controles y que no requieren de mucho aprendizaje. Sin embargo, pueden exigir un espacio adicional y no son ideales si no hay buenas condiciones de iluminación. Deben estar ubicados adecuadamente con respecto a los controles y se debe garantizar un buen contraste y tamaño del rótulo (Karwowski & Marras, 2006).

Un rótulo puede ser considerado indicador, pues brinda información adicional sobre este (su función específica). En este sentido puede decirse que el rótulo puede ser simbólico, figurativo o alfanumérico. En el caso de emplear rótulo alfanumérico se deben tener en cuenta además del contraste y el tamaño, las características de la tipografía, garantizando la legibilidad.

- **Resistencia**

Los controles deben ofrecer cierta resistencia al accionamiento, con el objetivo de evitar el accionamiento accidental o indeseado (Konz & Steven, 2004). A los usuarios les resulta necesario sentir determinada resistencia, como respuesta a su acción de oprimirla; algunos autores se refieren a esto como *feeling* o sensibilidad de la tecla. Si el *feeling* de la tecla fuese demasiado alto (lo que significa una alta sensibilidad), cualquier acción o roce involuntario del operador podría ser causa del accionamiento accidental de la máquina, por lo que, para reforzar lo dicho anteriormente, es imprescindible que la tecla ofrezca determinada resistencia frente a la presión que se ejerce sobre ella.

Vencer la resistencia es una de las mejores maneras que tiene el usuario de asegurarse que ha llevado a cabo la acción de control, pero la fuerza necesaria para pulsar una tecla no debe ser excesiva, ya que produciría una fatiga muscular del operador debido a la tensión de los músculos de los tendones de la mano. La Tabla 1, tomada de R.S. Bridger, *Introduction to Ergonomics*, 2003, muestra los valores de resistencia recomendados para distintas tipologías de control.

Tabla 1 Valores de resistencia recomendados (N)

Control	Resistencia óptima (N)
Controles accionados con los dedos	2 - 5
Controles accionados con la mano	5 - 15
Volantes	5 - 20
Pedales accionados con toda la pierna	45 - 90
Pedales accionados con el tobillo	20 - 30
Pulsadores accionados con los dedos	2

- **Dimensión**

Se refiere a las medidas absolutas o relativas de las partes. Entre los elementos morfológicamente idénticos, se agrupan los que tengan semejantes dimensiones. (Abreu, 2004) Las dimensiones de los pulsadores o teclas de electrodomésticos son un compromiso entre procurar área suficiente para el dedo, al mismo tiempo que se persigue minimizar las dimensiones totales de los paneles de control o pizarras (Karwowski & Marras, 2006).

Las dimensiones recomendadas por los autores son variadas y generalmente son dimensiones aplicables a los pulsadores. El tamaño puede variar, según una de las fuentes, desde 1,7 cm² hasta 25 cm² como máximo, de manera que puedan ser manipuladas con uno y hasta tres o cuatro dedos juntos, o con la zona inferior de la palma de la mano más cercana a la muñeca (Mondelo P. , Gregori, Blasco, & Barrau, 2001). Años después los mismos autores defienden que debe estar comprendido entre 12 x 12 mm y 15 x 15 mm (Mondelo P. R., Gregori, de Pedro, & Gómez, 2013). En Human Factors Design Handbook se recomienda 1 cm de diámetro para los pulsadores accionados con el índice y 1.3 cm de diámetro para los pulsadores accionados con el pulgar (Woodson, 1992). Otra fuente declara que los controles deben tener como mínimo 13 x 13 mm y 19 mm de distancia (de centro a centro) entre dos teclas consecutivas. La Fig. 4 muestra las dimensiones recomendadas para distintas tipologías de controles.


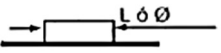
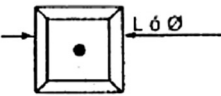




Botón pulsador emergente con 1 posición de reposo		$L \text{ ó } \varnothing \geq 20$
Botón pulsador sobresaliente o de tecla		Botón pulsador: $L \text{ ó } \varnothing \geq 20$ Tecla de teclado: $L \text{ ó } \varnothing \geq 12$
Tecla sensitiva		$L \text{ ó } \varnothing \geq 20$
Tecla de cursor		$L \geq 15$
Botón rotativo emergente por el anillo		Según utilización
Botón de cursor		$L \geq 15 - H \geq 7$
Botón pulsador tipo champiñón		$\varnothing \geq 40$ deseable 70-80

Fig. 4 Dimensiones según tipo de control. (Mondelo P. R., Gregori, de Pedro, & Gómez, 2013).

- **Distancia entre controles (Proximidad)**

La distancia entre controles, por una parte, optimiza las dimensiones del teclado, y por otra, evita en gran medida que se puedan pulsar varias teclas a la vez (Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2006) (Karwowski & Marras, 2006). Si las teclas están en muy juntas o son muy pequeñas, es mucho más fácil que el operador se equivoque de tecla o que se pulsen varias teclas a la vez, y si las teclas son muy grandes o están muy separadas, el teclado es excesivamente grande y provoca perder tiempo en ir a pulsar la tecla deseada (no existiría continuidad en las pulsaciones) (Mondelo P. R., Gregori, de Pedro, & Gómez, 2013).

La distancia entre controles puede determinar agrupaciones. Los controles más próximos se perciben como grupo y se separan de aquellos que se encuentren a mayor distancia.

En la Fig. 5 (Mondelo P. , Gregori, Blasco, & Barrau, 2001) se muestra un rango recomendado para la distancia entre teclas, lo llamativo en este caso es que se establece una relación de dependencia entre espaciado y las dimensiones de los controles, al ofrecer la distancia medida (de centro a centro) de los controles contiguos o a partir de los bordes de controles alternos.

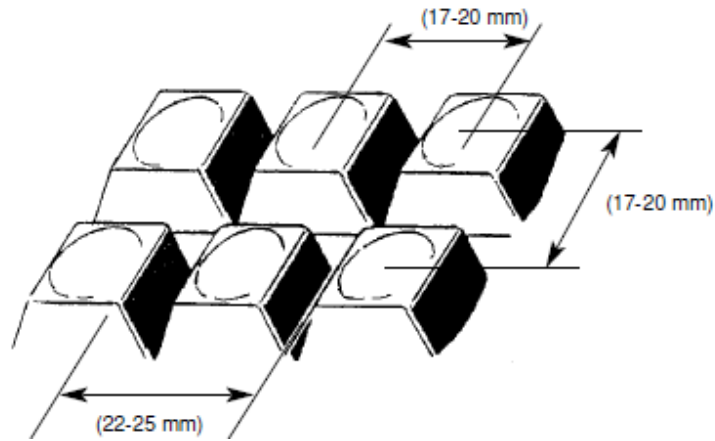


Fig. 5 Distancias entre las teclas para máquinas

CAPÍTULO 2

VARIABLES DE DISEÑO

CAPÍTULO 2

VARIABLES DE DISEÑO

1 | Identificación de las afectaciones causadas por la EP en los usuarios y sus repercusiones en el uso de electrodomésticos.

1.1 Resultados de la encuesta

Se aplicó un cuestionario (ver anexo 3) a un total de 12 pacientes con EP, de ellos 3 mujeres y 9 hombres. Todos con edades comprendidas entre los 55 y los 72 años de edad y con la enfermedad diagnosticada a partir de los criterios del Banco de Cerebros de Londres.

El Gráfico 1 muestra cuáles son los productos más usados por los sujetos en el momento en que se realizó la encuesta, en todos los casos se comprobó que las respuestas negativas no fuesen causadas por la no posesión del equipo, sino por imposibilidad de usarlo.

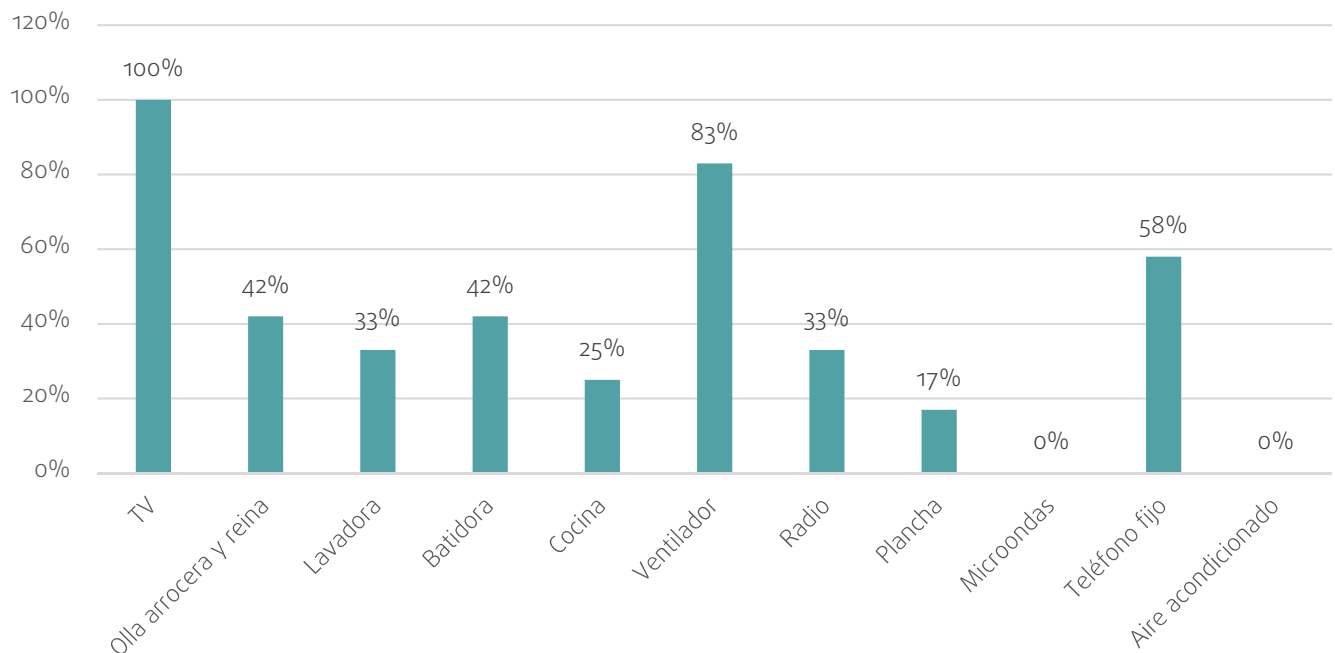


Gráfico 1 Frecuencia de uso de los electrodomésticos por usuarios con EP

Los electrodomésticos más usados fueron el televisor, el ventilador y el teléfono fijo, en ese orden. Se detectó mediante interrogantes elaboradas como comprobación, que estos resultados no están asociados a una mayor adecuación de las interfaces de estos tres equipos, sino que son resultado de la necesidad de usarlos por las propias funciones que estos cumplen. Tres de los encuestados declararon dedicar la mayoría de su tiempo a ver televisión o hablar por teléfono, ante la dificultad al realizar otras tareas.

A continuación, se expone una serie de observaciones que fueron frecuentes en los casos encuestados acerca de sus relaciones con los electrodomésticos.

Independientemente del equipo que se use y la frecuencia con que se haga, la mayoría declaró cometer errores con reiteración y tener dificultad para el accionamiento de los controles por motivos diversos como:

- Problemas de precisión a causa de los temblores (dificultad para controlar el movimiento).
- No se visualizan bien los controles.
- Imposibilidad de aplicar fuerza.
- Problemas con las teclas muy pequeñas y con las muy cercanas.
- Les cuesta trabajo visualizar las teclas acromáticas.

Los datos recogidos esbozan algunas de las variables de diseño que pueden afectar el uso de los electrodomésticos por los usuarios con EP. De sus respuestas a la encuesta, se deduce que las dimensiones, el color y la resistencia de los controles necesitan ser estudiadas.

1.2 Resultados del análisis documental y la consulta a especialistas

Para estudiar con mayor profundidad como influyen en el uso las manifestaciones de la enfermedad y las variables de diseño se tomaron en consideración las fuentes (en su mayoría libros o artículos publicados en revistas indexadas) que abordaban no solo las manifestaciones de la enfermedad (físicas y cognitivas), sino que esbozaban de

algún modo las repercusiones de estas manifestaciones en las rutinas del enfermo. A partir de la revisión se resumió en tablas cada una de las manifestaciones, las afectaciones asociadas con el uso de interfaces y las variables de diseño que a partir de su manejo, pueden influir en esas afectaciones. Es importante precisar que en este proceso la inducción - deducción fue la vía para lograr la integración y la determinación de las variables. A continuación, y en sucesivo, se mostrarán las tablas y una breve argumentación de las consideraciones sobre cada una de las variables.

Tabla 2 Bradicinesia y acinesia

Manifestaciones de la EP	Bradicinesia y acinesia (físicas) (lentitud en la ejecución e iniciación de los movimientos)
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del Tiempo de reacción. • Hay determinados controles que se les dificulta emplear, como los que impliquen un movimiento continuo (palanca o selector de rueda) o una combinación de controles para el desarrollo de la acción. • Estudios han demostrado que la bradicinesia también dificulta la realización de movimientos simultáneos o secuenciales pues el tiempo entre cada movimiento de la serie se prolonga (Jankovic, Fahn, & Hallett, Principles and practice of movement disorder, 2011).
Variable(s) de diseño implicada(s)	Tipo de control Color Proximidad entre los controles Disposición de los controles

En cuanto al **tipo de control** se debe considerar el uso de controles donde los movimientos de la mano sean cortos, por ejemplo: los pulsadores o selectores de pocos estados; los controles giratorios (que suelen tener más de dos estados) implican movimientos más complejos que los pulsadores o los selectores lineales de dos estados. Se verán afectadas funciones de control continuo o de fijación de valores continuos, o sea aquellas que requieran precisión.

Con respecto al **color**, hay estudios que afirman que determinados colores en display de luces pueden provocar tiempos de respuesta más eficientes (McCormick, 1980). Se consideró, entonces, el color como una variable a estudiar, para comprobar si sucede lo mismo en controles con los colores sugeridos por dichos estudios.

Para secuencias de uso que requieren activar controles en acciones sucesivas, su **proximidad** es un factor importante a tener en cuenta ya que el tiempo entre movimientos se retrasa y cada uno de ellos lleva un tiempo mayor que el que le toma a un usuario sano. Por lo tanto, la proximidad entre los controles podría hacer la diferencia entre alargar o acortar el tiempo para la activación.

La **distribución** de los controles regula las características de los movimientos a efectuar. Si la distribución es horizontal o vertical, entonces el usuario tendrá que desarrollar un solo tipo de movimiento; aunque no ocurrirá así, de haber diferentes tipos de distribuciones. La repetición de un solo tipo de movimiento puede mejorar la ejecución de las tareas sucesivas.

Tabla 3 Temblor en reposo

Manifestaciones de la EP	<i>Temblor en reposo (física) que afecta al índice y al pulgar. Aparece en las posturas estáticas</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • Se ve afectado el uso de controles que requieran precisión • Afectaciones en controles donde para su activación sea necesario mantenerlo accionado por un tiempo
Variable(s) de diseño implicada(s)	Tipo de control Dimensiones Proximidad entre controles Superficie Altura

Se verá afectada la ejecución de las funciones de control continuo o de fijación de valores continuos; pues son las que no tienen los estados bien definidos. Por esta

razón, se debe estudiar el **tipo de control** que mejor compense estas deficiencias o que pueda cumplir con la mayor cantidad de funciones.

Las **dimensiones** del control comprenden al tamaño de la zona de activación e implican a la dimensión antropométrica asociada. El ajuste del tamaño del control puede disminuir los errores de accionamiento provocados por los temblores.

La **proximidad** entre los controles debe estudiarse en pos de detectar una distancia que disminuya el riesgo de accionamiento accidental de un control, a causa de los temblores. Para ello, se deben considerar las recomendaciones sobre distancia entre los controles.

La superficie y la altura del control pueden ayudar a la identificación y a hacer más evidente al tacto, los límites del contorno y así disminuir el riesgo de activación accidental.

Tabla 4 Rigidez

Manifestaciones de la EP	<i>Rigidez de los miembros superiores (física)</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dificulta las relaciones de alcance, o sea, que los miembros involucrados no puedan desplazarse las distancias requeridas para el accionamiento de un control. Problemas para pizarras de controles muy amplias o que estén en una posición de difícil acceso.</i> • <i>Problemas para accionar controles que requieran de muchos movimientos de la mano o movimientos de larga duración.</i> • <i>Limitaciones en los controles que requieran de velocidad o de fuerza.</i>
Variable(s) de diseño implicada(s)	<p>Tipo de control</p> <p>Proximidad entre los controles</p> <p>Disposición de los controles</p>

No se debe afirmar que es el pulsador (**tipo de control** que menos movimientos le exige al usuario) es el más indicado para los enfermos de EP, sin antes corroborar todas las funciones que puede abarcar.

La rigidez provoca dificultades en la realización de los movimientos. Por tanto, las relaciones de **proximidad y la distribución** definirán cuáles son los alcances posibles para pacientes con EP y cuáles son las distribuciones de controles que facilitan esos movimientos. Se deberán considerar las recomendaciones existentes en la bibliografía.

Tabla 5 Convergencia insuficiente

Manifestaciones de la EP	<i>Convergencia insuficiente (sensorial)</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • Afectaciones en la lectura a distancias cortas
Variable(s) de diseño implicada(s)	Rótulos

La mayoría de los equipos electrodomésticos poseen **rótulos**. Estos son aún más necesarios cuando el usuario tiene problemas al identificar los diseños. De los rótulos se deben estudiar elementos como tipografía, relaciones de contraste, tipo de display empleado (simbólico o alfanumérico), ubicación y posición con respecto al control.

Tabla 6 Sensibilidad al contraste visual

Manifestaciones de la EP	<i>Sensibilidad al contraste visual (sensorial)</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en la lectura del rotulado • Dificultad en la percepción de controles que estén al mismo nivel de la superficie y sea la relación de contraste con el fondo la que los delimite
Variable(s) de diseño implicada(s)	Color Contraste Superficie Altura del control Disposición

El contraste, en este caso, se entiende como la capacidad de diferenciar colores o el mismo **color** con variaciones en sus propiedades a determinadas distancias. A medida que la distancia aumenta la capacidad de diferenciación disminuye. En cuanto a **color** y **contraste**, la afectación radica en los colores: azul y amarillo. Tanto entre ellos como con otros colores que no están afectados. Del mismo modo, debe haber un límite visible en las relaciones de contraste, para usuarios con EP, en el rango de colores que no está afectado (este rango debe ser encontrado en estudios posteriores). Según la bibliografía es más difícil para los pacientes hacer discriminaciones en secuencias horizontales que verticales, por lo que “**disposición**” es también una variable a considerar.

Las variables **superficie** (plana, cóncava y convexa) y **altura del control**, pueden verse implicadas o no (en dependencia de sus valores) ambas variables involucran comportamientos tridimensionales del control donde se generan sombras y se perciben las diferencias de volumen, aunque se vean afectadas las relaciones de contraste.

Tabla 7 Percepción del color

Manifestaciones de la EP	<i>Percepción del color (sensorial) Específicamente de los colores del eje azul y amarillo</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Afectaciones en la decodificación del modo de uso de controles que se encuentren identificados por color.</i> • <i>Dificultades al identificar la presencia de agrupaciones de controles (por cualquiera de los principios de organización) donde se haya utilizado el recurso color para agruparlos</i> • <i>Dificultades al percibir las relaciones de contraste que involucren a los colores afectados</i>
Variable(s) de diseño implicada(s)	Color Contraste

La visualización de los **colores** azul y amarillo son los que se ven afectados; sin embargo, se debe medir cómo responden (bajo los criterios que se estudiarán en el experimento) los pacientes a estos en comparación a los demás colores. Las relaciones de **contraste** de estos dos colores con otros, se deben ver afectadas si el color por sí solo está afectado.

Tabla 8 Afectaciones en la memoria viso-espacial

Manifestaciones de la EP	<i>Afectaciones en la memoria viso-espacial y en las tareas viso-espaciales de manera general (cognitiva)</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dificultad en el reconocimiento de las formas de los controles y por tanto en su respectiva codificación</i>
Variable(s) de diseño	Forma

Es necesario estudiar qué **formas** producen mejores respuestas en los usuarios con EP. Se deben considerar las geometrías básicas en pos de experimentar con las formas más pregnantes.

Tabla 9 Afectaciones en la cinestesia y en las tareas viso- espaciales.

Manifestaciones de la EP	<i>Afectaciones en la cinestesia y en las tareas viso-espaciales. (cognitiva)</i>
Afectación en el uso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Afectaciones en la precisión por errores de percepción de la distancia (la perciben más corta)</i> • <i>Dificultades en percibir que dos puntos no están correctamente alineados (dedo- control)</i>
Variable(s) de diseño	Dimensiones Proximidad entre los controles

Las adecuadas **dimensiones** podrían evitar la activación accidental (causada por estos síntomas) de algún control. Será necesario determinar las dimensiones antropométricas asociadas, para establecer un rango de tamaños para el control. Apropriadadas relaciones de **proximidad** pueden evitar el accionamiento accidental de un control, producto de los síntomas. Se deben considerar las relaciones antropomé-

tricas de los miembros involucrados y la amplitud de los movimientos provocados por los temblores.

Como resultado de la revisión bibliográfica y la consulta a especialistas, se consideraron relevantes para la investigación, las siguientes variables: **tipología de control**, **disposición de los controles** (horizontal, vertical, etc.), **forma**, **superficie**, **altura del control** con respecto a la carcasa, **color del control** y **contraste** con el fondo, **dimensión del control**, **proximidad** (distancia entre dos controles) y **rótulo** (identificación alfanumérica o simbólica, color del rótulo y disposición con respecto al control que identifica).

2 | Diagnóstico de las variables de diseño de controles en los electrodomésticos y en los productos para usuarios con EP.

A continuación, se presentan tablas y gráficos que muestran el comportamiento de las variables y sus valores. Estos datos fueron obtenidos a partir de las guías de observación aplicadas tanto a productos electrodomésticos como a productos de diseño especializado para pacientes con EP (ver anexos 1 y 2). Se emplearon las tablas de frecuencia para registrar los datos en cuanto a su presencia por productos; por ejemplo, aunque se observaron 8 pulsadores en un electrodoméstico, se reconoció que aparecía el valor pulsador una vez en ese producto. De este modo se pudo determinar cuál es el tipo de control que tiene más presencia en los productos.

Se observó una muestra de 55 electrodomésticos, compuesta por las tipologías definidas en el diseño metodológico a partir del Informe Nacional del Censo Poblacional del año 2012. Los productos diseñados para enfermos de Parkinson que se observaron fueron un total de 8: Liftware (cuchara), Emulador de Mouse, BIGtrack (trackball), ONE (control remoto universal), BJ Control Pro, BJ Control 6, AdMouse y un accesorio para teclado de PC.

Las variables *dimensión del control* y *proximidad* no se pudieron estudiar en los productos para EP, pues no se tuvo acceso a ellos físicamente para efectuar la medición y no se encuentran publicados sus planos o especificaciones técnicas.

2.1 Tipo de control

Fueron analizadas cinco tipologías de control: pulsador, control giratorio discreto, control giratorio continuo, selector discreto y selector continuo. Se decidió tipificar los teclados como pulsadores y no como tipología independiente, pues estos no son más que agrupaciones estandarizadas de pulsadores, que en todo caso constituyen una tipología de producto, más que una tipología de control.

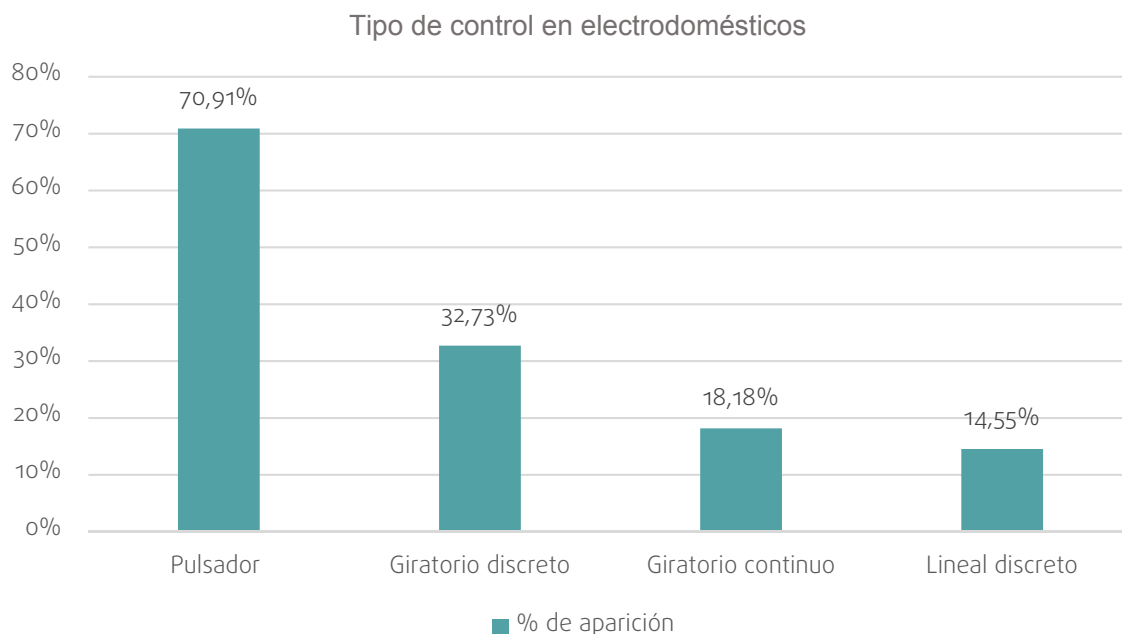


Gráfico 2 Productos electrodomésticos. Frecuencia relativa porcentual del tipo de control en el total de productos.

Como se puede apreciar en el Gráfico 2 la frecuencia de los pulsadores es significativamente superior a las restantes tipologías.

En la Tabla 10 se muestra la recurrencia de cada función de control en los electrodomésticos estudiados y las tipologías de control que satisfacen estas funciones. Se puede apreciar que el pulsador cumple todas las funciones y con excepción de la fijación de un valor continuo y el control continuo, es la tipología de control que se emplea con más frecuencia.

Tabla 10 Productos electrodomésticos. Frecuencia con la que ocurre una tipología de control para cada función.

<i>Función</i>		<i>Tipo de control</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Activación	45	pulsador	39	86.67%
		giratorio discreto	1	2.22%
		giratorio continuo	1	2.22%
		lineal discreto	5	11.11%
		lineal continuo	0	0.00%
Fijar valor discreto	47	pulsador	31	65.96%
		giratorio discreto	17	36.17%
		giratorio continuo	0	0.00%
		lineal discreto	5	10.64%
		lineal continuo	0	0.00%
fijar valor continuo	18	pulsador	6	33%
		giratorio discreto	0	0%
		giratorio continuo	10	56%
		lineal discreto	0	0%
		lineal continuo	2	14%
control continuo	4	pulsador	1	25%
		giratorio discreto		0%
		giratorio continuo	3	75%
		lineal discreto		0%
		lineal continuo		0%
entrada de datos	11	pulsador	11	100%
		giratorio discreto		

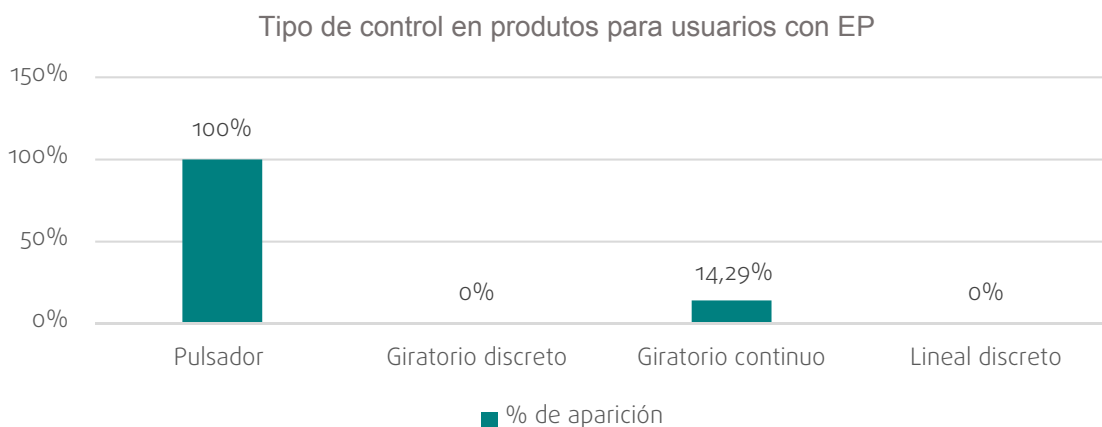


Gráfico 3 Productos para usuarios con EP. Frecuencia relativa porcentual del tipo de control en el total de productos.

En el caso de los productos diseñados para usuarios con EP, todos los productos observados emplean controles de tipo pulsador casi exclusivamente, lo cual puede observarse en el Gráfico 3. En la Tabla 11 se muestra la frecuencia con la que es usada cada tipología de control según la función que cumplen en las interfaces de los productos para EP.

Tabla 11 Productos para usuarios con EP. Frecuencia con la que ocurre una tipología de control para cada función.

Tipo de control/ funciones	Frecuencia	%
Pulsador (7)		
<i>Activación</i>	6	86%
<i>Fijación de valor discreto</i>	2	29%
<i>Fijación de valor continuo</i>	2	29%
<i>Control continuo</i>	5	71%
<i>Entrada de datos</i>	0	0%
Giratorio continuo (7)		
<i>Activación</i>	0	0%
<i>Fijación de valor discreto</i>	0	0%
<i>Fijación de valor continuo</i>	0	0%
<i>Control continuo</i>	1	14%
<i>Entrada de datos</i>	0	0%

A partir de los datos anteriores no solo se llegó a la conclusión de que el pulsador es el control más empleado (tanto en electrodomésticos como en productos para usuarios con EP), sino que es el control capaz de asumir la mayor cantidad de funciones, especialmente las dos que más frecuencia tienen en los productos electrodomésticos (activación y fijación de un valor discreto). Según la bibliografía, es la tipología con la que se logra menor tiempo de respuesta y requiere de menos fuerza para el accionamiento. Por tanto, **se determinó el pulsador como tipo de control más adecuado a las necesidades de los enfermos de Parkinson y a las funciones de control de los electrodomésticos.** En lo adelante el resto de las variables fueron evaluadas solo en los controles de tipo pulsador.

2.2 Disposición

Como se puede apreciar en el Gráfico 4 en los electrodomésticos la disposición horizontal y matricial tienen una frecuencia relativa significativamente superior. En el caso de los productos para enfermos de Parkinson, de la muestra compuesta por un total de siete productos, tres de ellos tienen solamente un control. Se observó que la disposición matricial fue la de mayor frecuencia absoluta, presentándose en tres de los cuatro productos. No obstante, por el tamaño reducido de la muestra (4) no se consideraron representativos los resultados para el caso de los productos para EP.

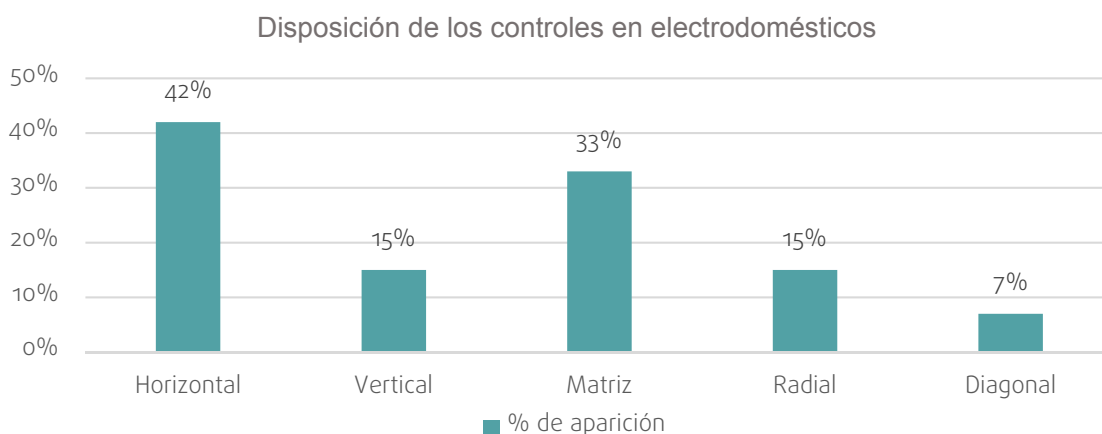


Gráfico 4 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la disposición de los controles con respecto al total de productos.

2.3 Contorno

En la bibliografía se menciona la “forma”, cuando en realidad refiere al **contorno** de los controles y no a su volumen, de ahí el nombre de la variable.

Se puede apreciar en las Tabla 12 y 13 que la frecuencia del contorno circunferencial es significativamente superior al resto, siendo la forma más común, tanto en los electrodomésticos como en los productos especializados.

A partir de este resultado **se determinó emplear la circunferencia como contorno para los controles del dispositivo, exceptuando aquellos en que se predefinió otro contorno geométrico básico para la experimentación con esta variable.**

Tabla 12 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la forma según tipo de control.

Control		Forma	Frecuencia	%
Pulsador	39	circunferencia	22	56.41%
		rectángulo	12	30.77%
		cuadrado	4	10.26%
		trapecio	4	10.26%
		triángulo	4	10.26%
		elipse	14	35.90%
		sección de elipse	6	15.38%
		polígono irregular	4	10.26%

Tabla 13 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de la forma en los pulsadores.

Control		Forma	Frecuencia	%
Pulsador	7	circunferencia	3	42.86%
		rectángulo	0	0.00%
		cuadrado	1	14.29%
		trapecio	0	0.00%
		triángulo	0	0.00%
		elipse	1	14.29%
		sección de elipse	0	0.00%
		polígono irregular	0	0.00%

2.4 Superficie

Se estudiaron los tres valores diferenciables táctil y visualmente: plano, cóncavo y convexo. Contrario a la recomendación de usar superficies cóncavas que ofrecen algunos de los autores consultados (Karwowski & Marras, 2006), se apreció un predominio de controles con superficie plana, tanto en los electrodomésticos (Tabla 14) como en los productos especializados para EP (Tabla 15). En consecuencia, **se determinó que los controles del dispositivo serían planos**. Por otro lado, **resultó imprescindible el estudio de la superficie como una de las variables de diseño del dispositivo**, debido a la contradicción encontrada.

Tabla 14 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la superficie en los pulsadores

Superficie	Frecuencia	%
Cóncavo	3	8%
Convexo	11	28%
Plano	29	74%

Tabla 15 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de la superficie en los pulsadores

Superficie	Frecuencia	%
Cóncavo	0	0%
Convexo	2	29%
Plano	7	100%

2.5 Altura

En los productos electrodomésticos la altura de mayor frecuencia fue 2 mm, como se puede apreciar en la Tabla 16. Esta altura, al igual que todos los valores observados, está comprendida dentro del rango de alturas recomendadas que se hallaron durante la revisión bibliográfica.

Tabla 16 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la altura de los pulsadores.

Altura (mm)	Frecuencia	%
1	7	18%
2	25	64%
3	3	8%
4	1	3%

Sin embargo, es importante destacar que en los productos para usuarios con EP se emplea una limitación que radica en colocar el control por debajo de la superficie para que el contorno esté más claro y disminuir errores de accionamiento accidental. Este recurso se emplea en el Mouse para discapacidad motriz y en el accesorio para teclado de PC. Debido a estas diferencias en el comportamiento de la **variable altura** entre los electrodomésticos y los productos especializados, **se consideró importante la inclusión de esta en el diseño del dispositivo.**

2.6 Color

De la variable color solo se estudió uno de sus indicadores: el **tinte**, pues es el único que se puede determinar a simple vista. No obstante, se pudo apreciar que la saturación (en una escala de alta, media o baja) es alta en la mayoría de los casos. La variable **contraste** se estudió desde las relaciones entre los colores de los controles y las pizarras.

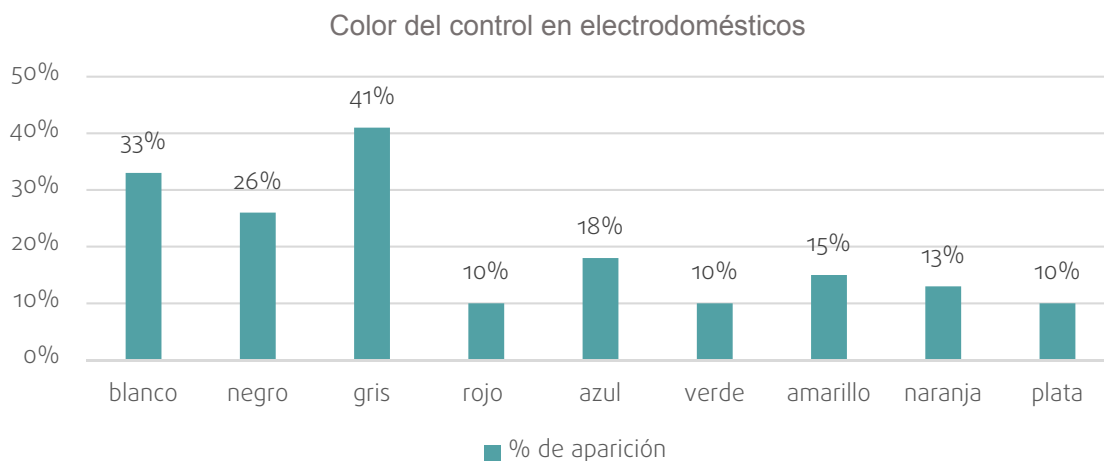


Gráfico 5 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color en los pulsadores.

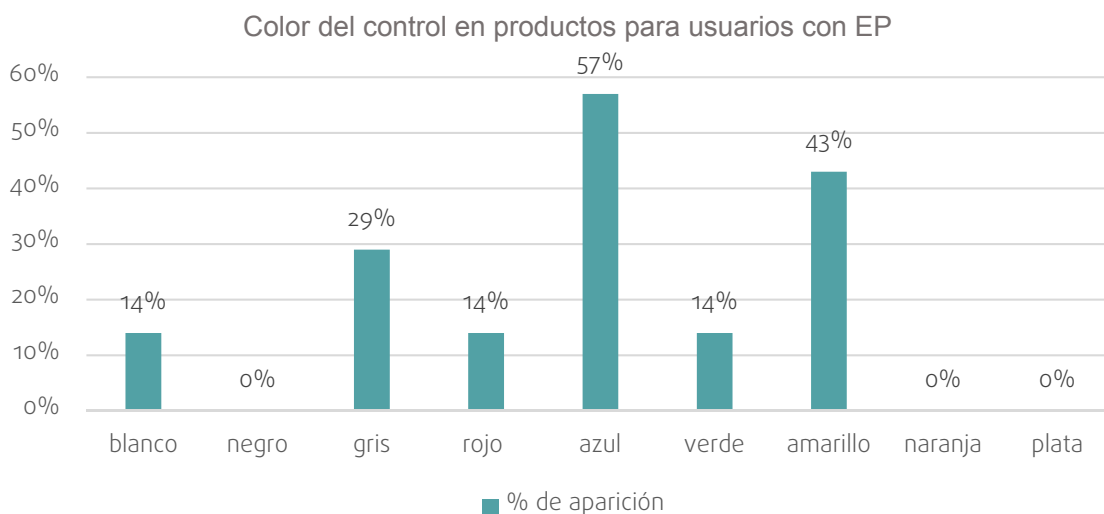


Gráfico 6 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color en los pulsadores

En el Gráfico 5 se puede ver la variedad de colores que presentan los pulsadores en los electrodomésticos, no obstante, destaca el **gris** con una frecuencia relativa del 41%. En consecuencia, **fue seleccionado este color para los controles del dispositivo.**

En el caso de los productos especializados, son más comunes los pulsadores de color azul o amarillo con una frecuencia relativa de 57% y 43% respectivamente (Gráfico 6). Los pacientes de Parkinson presentan irregularidades en la percepción del color, fundamentalmente en el eje azul-amarillo (Rodnitzky, 2013). Es difícil entender entonces, bajo qué criterios fueron seleccionados esos colores, por lo que **se consideró el color como una de las variables a tener en cuenta en el diseño del dispositivo.**

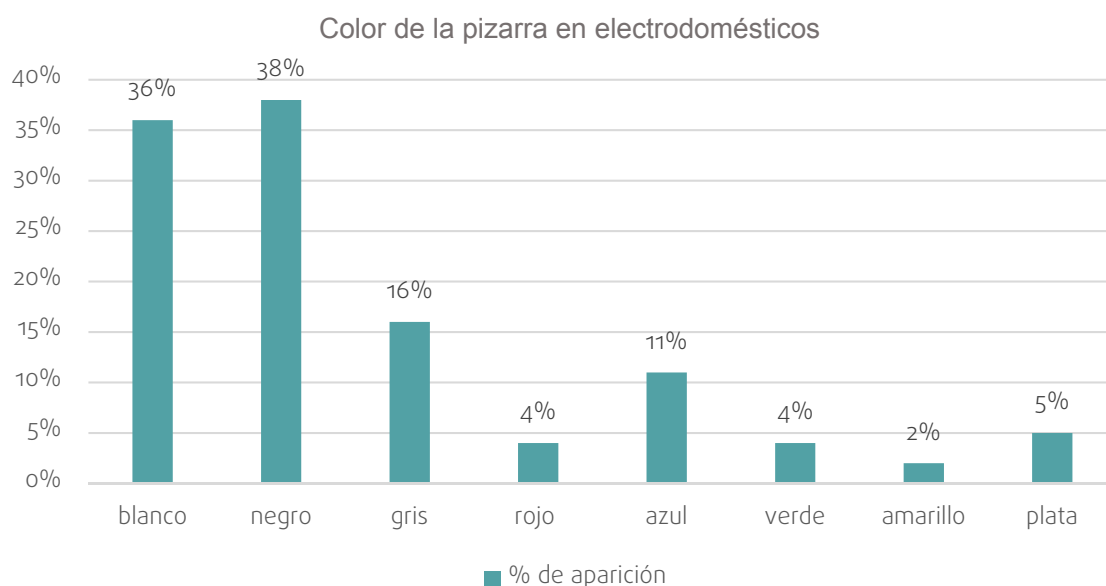


Gráfico 7 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color de la pizarra.

Tabla 17 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color de la pizarra.

Color de la pizarra	Frecuencia	%
blanco	4	57%
gris	3	43%

Se consideraron los dos colores de pizarra con mayor frecuencia en los electrodomésticos (negro y blanco) para determinar cuáles son las relaciones de contraste (pizarra – control) más comunes. Estas resultaron ser pizarra blanca – control gris y pizarra negra – control negro. Destacar que estos son casos de poco o casi ningún contraste. El Gráfico 7 y la Tabla 17 muestran la frecuencia del color de la pizarra en los electrodomésticos y los productos para EP, respectivamente.

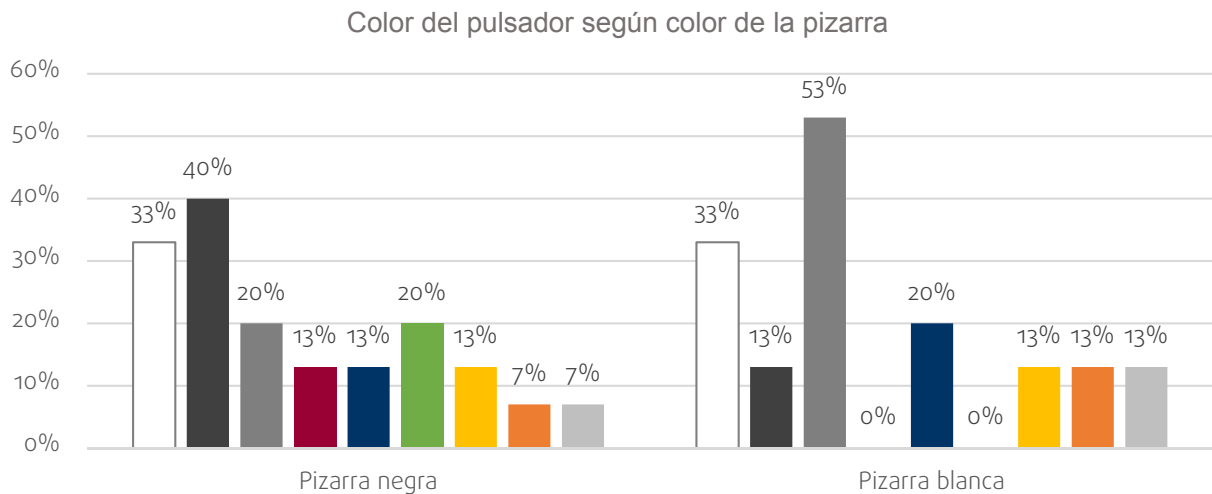


Gráfico 8 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color del control según los colores de la pizarra negra y blanco.

Como conclusión de los datos que se ofrece en la Gráfico 7, se decidió asumir el **negro** como color para la carcasa del dispositivo, por ser de los más frecuentes en los electrodomésticos. **Se consideró incluir la variable color en el dispositivo empleando en los controles blanco, negro, gris, rojo, azul, amarillo y verde sobre fondo negro y sobre fondo blanco.** Se desestimaron el naranja y el color plata porque no se observaron en los productos para EP y no son mencionados por los autores en sus recomendaciones.

2.7 Dimensiones

Para el estudio de las dimensiones se escogieron los pulsadores circunferenciales, rectangulares, cuadrados y elípticos por ser los contornos de mayor frecuencia. Para poder establecer comparación entre las dimensiones de formas tan distintas se

calcularon las áreas. Fue necesario establecer rangos, debido a la cantidad de valores distintos.

Tabla 18 Productos electrodomésticos. Frecuencia de dimensiones de los pulsadores

Rangos (mm ²)	cantidad	%
[1,300)	47	92%
[300,600)	8	67%
[600,900)	2	28%
[900,1200)	1	15%
[1200,1500)	1	%
[1500,1800)	0	0%
[1800,2100]	1	%

Como se observa en la Tabla 18 el rango [1,300) es el de mayor frecuencia, sin embargo, es muy amplio por lo que se establecieron varios rangos dentro de este para una mejor observación del comportamiento de las medidas. El Gráfico 9 ilustra las frecuencias de esos rangos.

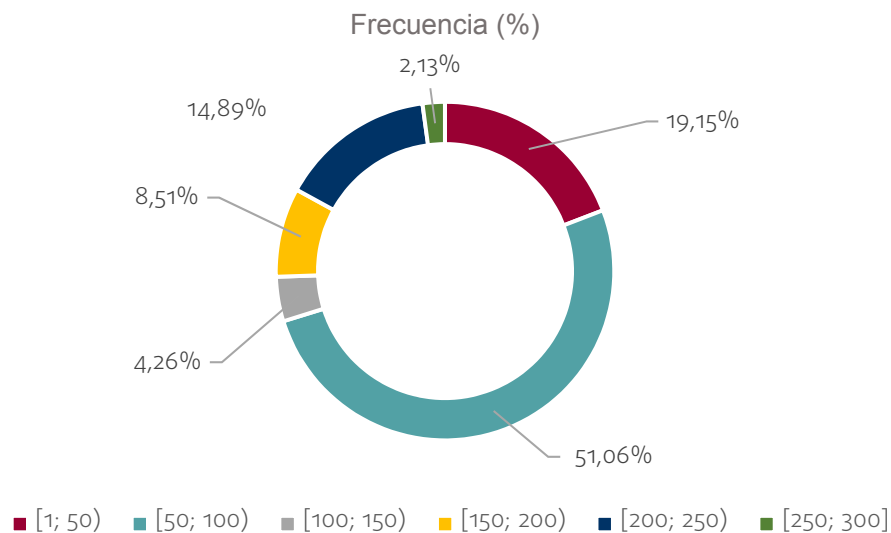


Gráfico 9 Productos electrodomésticos. Rangos de frecuencia en pulsadores de dimensiones dentro del rango [1; 300).

Tomando como referencia el círculo que es el contorno de mayor frecuencia. La bibliografía plantea que las medidas recomendadas son 12, 13 o 15 mm de diámetro. Las áreas de estos círculos serían 113 mm², 132.6 mm², 176 mm². Sin embargo, el

rango que más se repite en los electrodomésticos es de [50; 100) mm². Por tanto, **se estableció 10 mm como diámetro para los controles del dispositivo**, valor contenido en el rango que más frecuente. Además, **se determinó la variable dimensión para presentarla de manera independiente en el dispositivo**. Tomando como valor medio 10 mm, se consideraron valores no contenidos en el rango más frecuente (6 mm y 13 mm); porque es interés del proyecto “*Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con Enfermedad de Parkinson*”, determinar si a mayor dimensión, hay menor tiempo y mayor calidad de respuesta en los usuarios con EP.

2.8 Proximidad

Se establecieron rangos de medidas que contuvieran todo el registro de dimensiones encontradas en los pulsadores. Según los valores de las Tabla 19 y Tabla 20 los rangos del [1; 5) y del [5; 10) son los más frecuentes.

Tabla 19 Productos electrodomésticos. Frecuencia de distancia entre pulsadores.

Rangos (mm)	cantidad	%
[1,5)	36	92%
[5,10)	26	67%
[10,15)	11	28%
[15,20]	6	15%

Tabla 20 Productos para usuarios con EP. Frecuencia de distancia entre pulsadores.

Rangos (mm)	cantidad	%
[1,10)	2	40%
[10,20)	2	29%
[20,30]	1	20%

Por la influencia de la **proximidad** en la ocurrencia o no de activación accidental, se decidió incluirla como variable en el dispositivo. Teniendo en cuenta los rangos más frecuentes se escogieron tres valores equidistantes correspondientes a: **muy próximo (3 mm), próximo (7mm) y no tan próximo (11 mm)**.

2.9 Rótulos

Aunque el total de productos para usuarios con EP es 7, solo 4 poseen rótulos. El display simbólico es el más empleado en estos productos. Sin embargo, en muchos casos (ya que algunos no son propiamente para usuarios con EP) se ha perdido de vista la dificultad que puedan tener los ancianos para recordar y asociar figuras. Es esta la ocasión donde se debe recurrir al display alfanumérico, especialmente cuando se desean identificar muchas funciones.

Tabla 21 Productos electrodomésticos. Frecuencia del tipo de display del rótulo.

<i>Tipo de display de rótulo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Alfanumérico	51	93%
Simbólico	23	42%

Tabla 22 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del tipo de display del rótulo.

<i>Tipo de display de rótulo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Alfanumérico	0	0%
Simbólico	4	100%

La posición del rótulo forma parte de las relaciones de contraste con respecto al color del control o de la pizarra, en dependencia de donde esté ubicado el rótulo. El Gráfico 10 ofrece las frecuencias de cada posición asumida por los rótulos en los electrodomésticos observados. Se omitió la tabla de resultados en productos para usuarios con EP por la brevedad de los resultados, pues en el 100% de los casos el rótulo se encuentra dentro del control.

Como en la mayoría de los productos, la posición del rotulado que prima es dentro del pulsador (Gráfico 10) y los colores que destacan son blanco y negro, no se evaluó la relación de contraste del rotulado con la pizarra.

Posición del rótulo con respecto al control en electrodomésticos

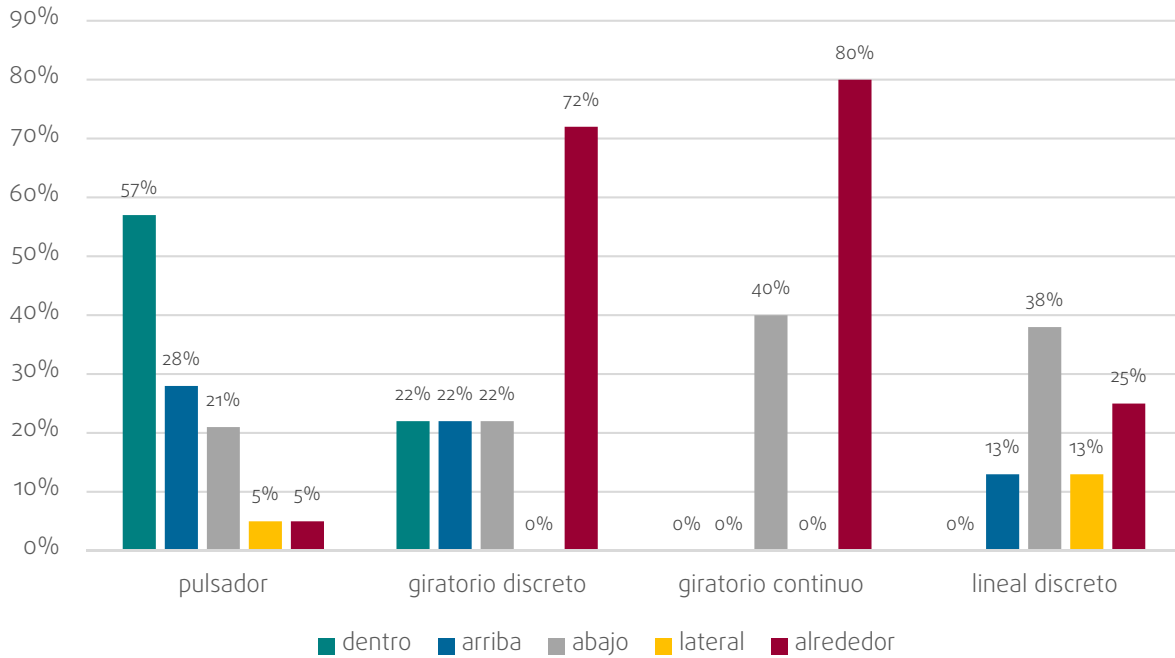


Gráfico 10 Productos electrodomésticos. Frecuencia de la posición del rótulo con respecto al tipo de control

Color del rótulo en electrodomésticos

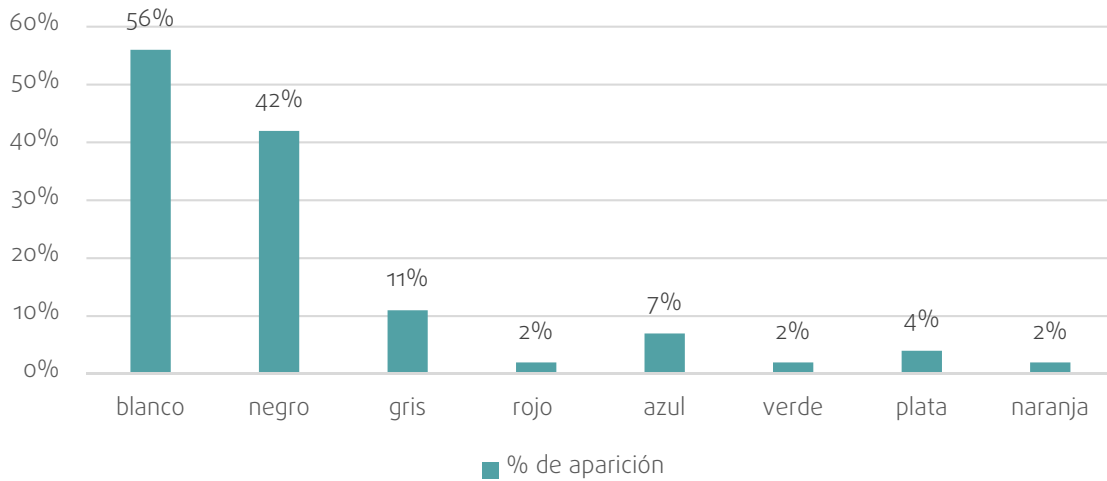


Gráfico 11 Productos electrodomésticos. Frecuencia del color de rótulo.

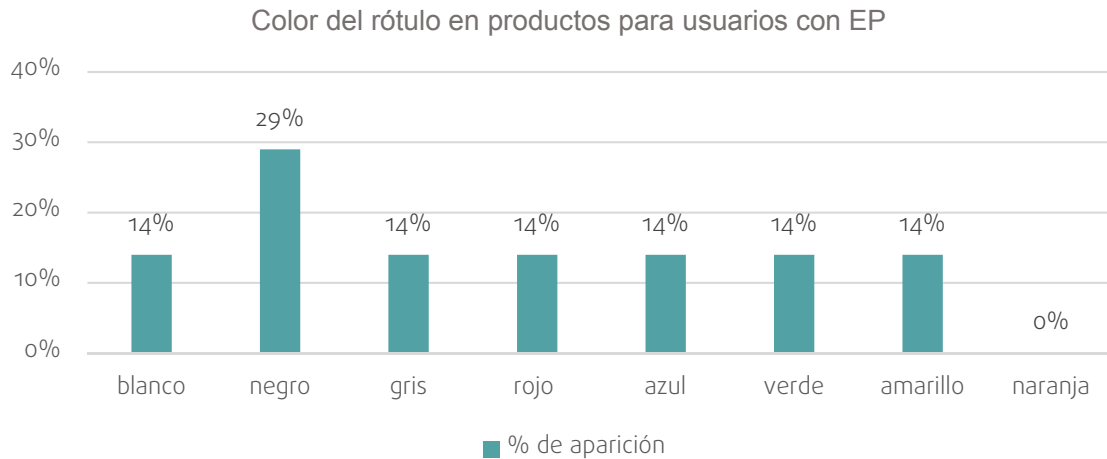


Gráfico 12 Productos para usuarios con EP. Frecuencia del color de rótulo.

En todos los rótulos observados se recurre a **tipografías sans serif** para los displays alfanuméricos. Este tipo de display es el más empleado en los electrodomésticos; sin embargo, para el caso de los productos diseñados para usuarios con EP, el que más se maneja es el simbólico. En cuanto a la ubicación, se suelen encontrar los display dentro del control. **Los colores de rótulos más frecuentes son el blanco y el negro por lo que se decidió emplearlos en el diseño del dispositivo.**

El diagnóstico del comportamiento de las variables de diseño en los electrodomésticos y en los productos para usuarios con EP, contribuyó al establecimiento de varias de las características del dispositivo.

De los resultados obtenidos se pudo concluir que las VDICE que el dispositivo debe presentar de manera independientes son:

Color y contraste: Se refiere al croma del control en relación con el fondo. Sus valores están dados en la diferencia de la propiedad tinte para los cromáticos (100% de saturación) y claridad en el caso de los acromáticos.

Contorno: Los valores se enuncian como formas bidimensionales porque esta variable hace referencia al contorno que describe el control y no a su volumen. Si entendemos al control como un prisma en todos los casos, la variable haría referencia al contorno de la base de dicho prisma.

Superficie: Se refiere a la forma que describe el plano superior del control, con lo que el usuario hace contacto. Puede ser plana o curva.

Dimensiones: Se refiere a las áreas que definen los contornos de los controles. Es el área con la que tendrá contacto el usuario.

Altura: Es la distancia entre la superficie de la pizarra hasta el punto más alto del control.

Proximidad: Distancia entre dos controles consecutivos tomando como referencia los puntos extremos de sus contornos.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Luego de definidas las VDICE y antes de acometer el diseño del dispositivo fue imprescindible la determinación de sus requisitos.

1 | Requisitos generales del dispositivo:

- **Interruptor de inicio** que permita al evaluador dar comienzo de forma manual a la prueba.
- **Señal de inicio** que indique al paciente que debe comenzar la prueba. La señal será exclusivamente auditiva y no auditiva – visual porque los estímulos auditivos y los visuales no se procesan a igual velocidad. El tiempo de reacción requerido ante señales sonoras es menor que ante señales visuales. Hay un menor daño de los analizadores auditivos que de los visuales con el avance de la edad y la EP. Además, hay menos dispersión de la atención si la persona evaluada se concentra en la tarea, la cual es visual.
- **Temporizador**, que inicie simultáneamente con la señal de inicio, que mida el tiempo límite de cada ensayo de la prueba. El tiempo de duración definido para cada ensayo es de 10 segundos.
- **Cronómetro** que se inicie simultáneamente con la señal de inicio y se detenga una vez que el paciente ejecute la prueba (presionar el control). El cronómetro debe contar con cuatro dígitos, uno para los segundos y tres para los milisegundos.
- **Señal de cumplimiento de la prueba** (auditiva) que indique al paciente que a ha ejecutado la prueba (ha ejercido la presión necesaria para accionar un control).
- Agrupación de **pulsadores** que presente de forma independiente las variables de diseño **color, dimensión, proximidad, contorno, superficie y altura**.

2 | Estructura del dispositivo.

Fue necesario la separación de las funciones del dispositivo en dos unidades. Una de ellas es el contador externo que contiene el interruptor y la señal de inicio, el temporizador; el cronómetro y la señal de cumplimiento de la prueba. La otra unidad es el teclado, a través del cual se evaluarán las variables para el diseño de interfaces de control. La Fig. 6 muestra el algoritmo de funcionamiento conjunto del contador externo y el teclado. Seguidamente se explican las funciones de cada uno de los componentes electrónicos y sus relaciones.

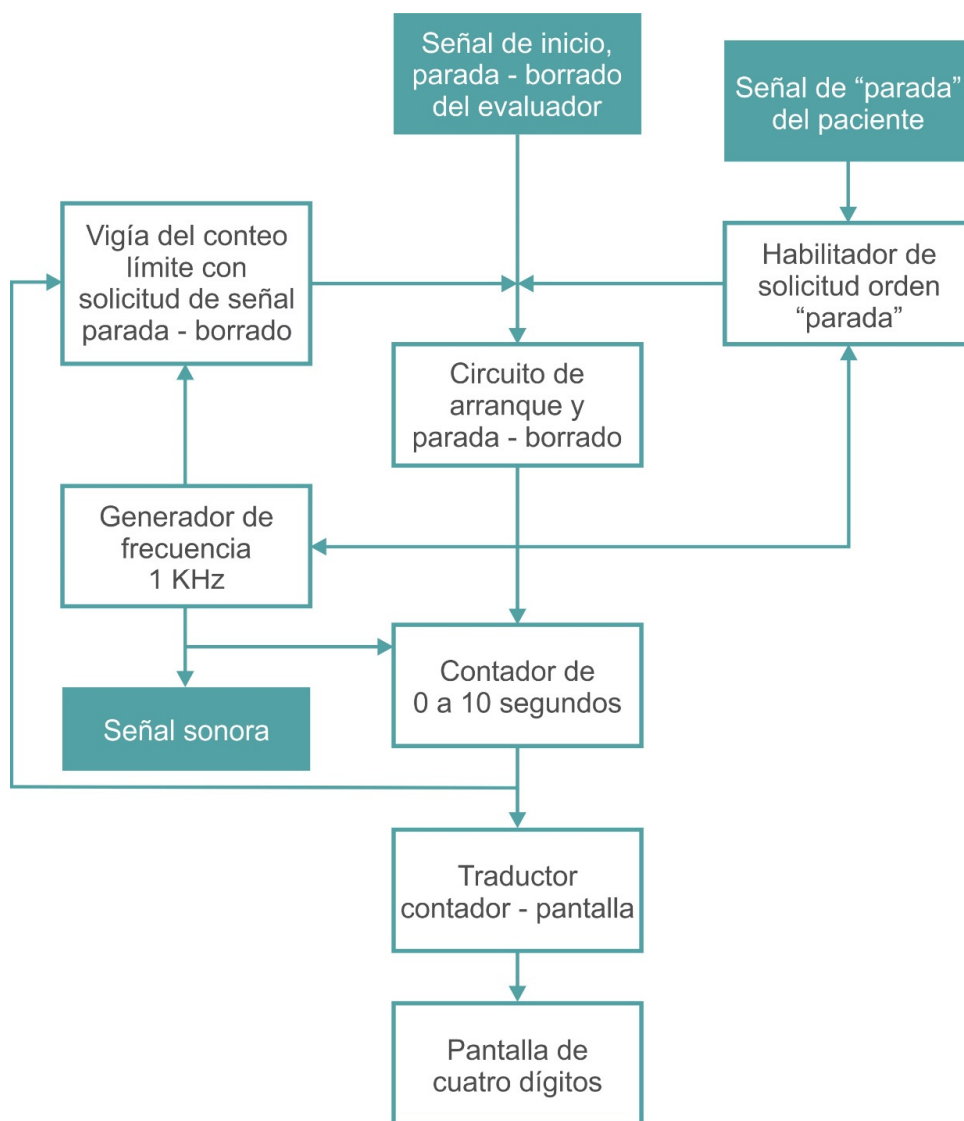


Fig. 6 Algoritmo de funcionamiento del dispositivo

Las **señales de inicio, parada – borrado** son señales generadas por el evaluador pulsando un control ubicado en el contador externo. Con la misma señal de parada se borrará la información del contador. **La señal “parada” del paciente** es la señal generada por un paciente pulsando cualquiera de los controles del teclado.

El **Circuito de arranque y parada – borrado** es el encargado de dar cumplimiento a las ordenes solicitadas. Las ordenes de inicio y parada – borrado son opuestas entre sí, por lo que implementar la señal de parada – borrado equivaldrá a deshacer la señal de arranque.

El contador externo cuenta además con un circuito encargado de activar una **señal sonora** por espacio de 250 milisegundos, cada vez que se ejecute una orden de inicio o parada – borrado. El **generador de frecuencia de KHz** es el encargado de suministrar una señal a ser empleada como tono indicador de arranque o parada – borrado, como base de tiempo para el circuito contador o como sincronismo por el circuito vigía. La frecuencia de un KHz asegura efectuar conteos en el orden de los milisegundos ($t = 1/F = 1 \text{ ms}$)

El **habilitador de solicitud de orden “parada”** es el circuito encargado de solicitar que el contador no este detenido, en cuyo caso no se atenderá la solicitud hecha por el paciente a través del teclado. El **contador de 0 a 10 segundos** tiene velocidad de conteo por milisegundos. El circuito diferenciará el valor de 4 cifras de tiempo: segundos más décimas, centésimas y milésimas de segundo. El máximo valor a cronometrar será de 9999 milisegundos.

El circuito **vigía del conteo límite** se encargada de chequear constantemente el valor del circuito contador. Si el tiempo cronometrado alcanza el conteo 10 segundos el vigía generará una orden de parada borrado, hacia el circuito de parada – borrado.

El **traductor contador – pantalla** es el circuito encargado de decodificar o traducir la información de salida del circuito contador a un lenguaje comprensible en la **pantalla de 4 dígitos** conformada por lámparas de 7 segmentos, cada una encargada de visualizar la cifra de tiempo correspondiente.

El protocolo del experimento divide la prueba en etapas, cada una de ellas destinada a evaluar una de las variables (color, dimensión, proximidad, contorno, superficie y altura). Debido a esto el teclado se configuró, como se muestra en la Fig. 7, para ofrecer una sucesión lógica de las tareas en la prueba, garantizando una división por módulos. Cada uno de ellos dedicado a la evaluación de una de las variables de diseño definidas y compuesto por tres o más controles que presentan distintos valores de la variable según sea el caso. Los controles que se encuentran numerados en la figura, representan las 37 tareas (accionamientos) que conforman la prueba.

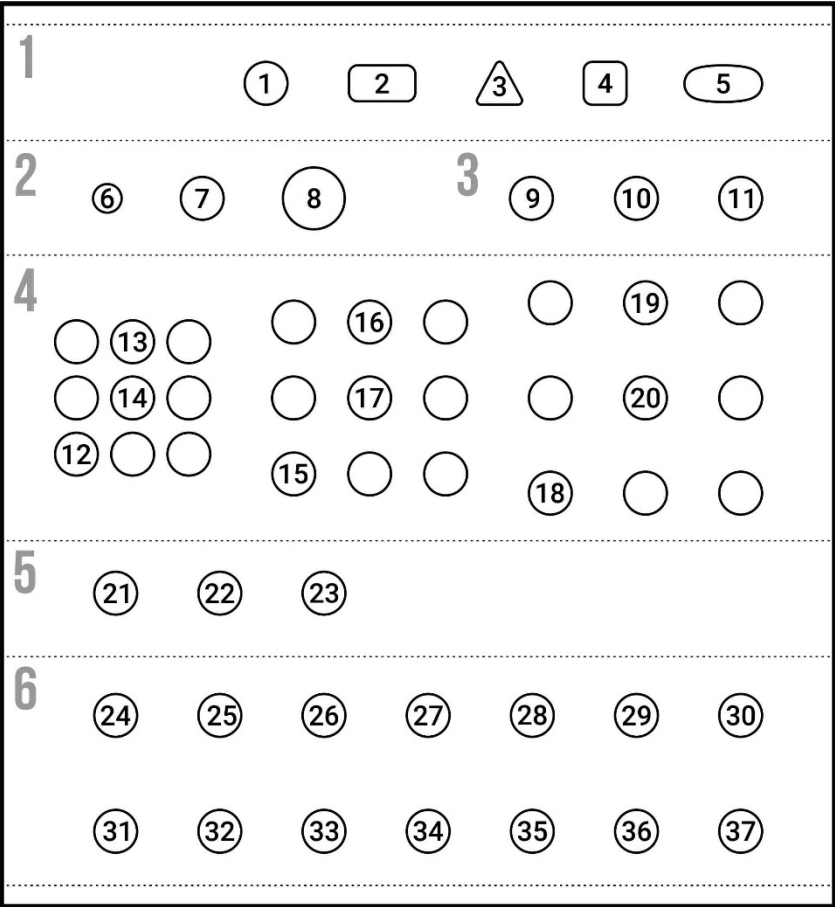


Fig. 7 Módulos del teclado y tareas de la prueba.

Para asegurar la confiabilidad de los resultados que se obtengan de la experimentación fue necesario definir características estables en los controles, asegurando así que la única variación en valor se efectuó para la variable a evaluar en cada etapa. Estas características son (Fig. 8): contorno circular, diámetro igual a 10 mm,

proximidad de 11 mm, altura de 3 mm, superficie plana, color gris medio sobre fondo negro y rótulo con tipografía sans serif, color negro y altura de la letra igual a 6mm. Además, para todos los controles del teclado deberá emplearse un material rígido y los mismos componentes electrónicos (push button switch) en los controles para asegurar la misma resistencia y recorrido de los controles.

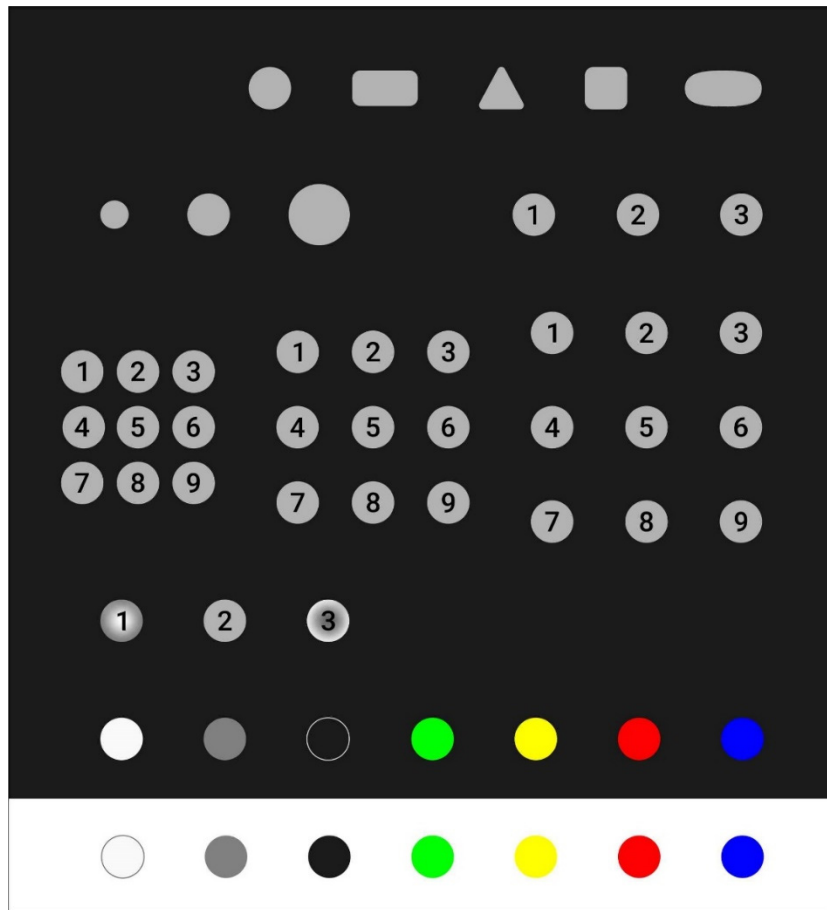


Fig. 8 Vista superior del teclado.

El **módulo 1** se destinó a la variable **contorno** y comprende 5 controles que representan figuras geométricas básicas (circunferencia, rectángulo, triángulo, cuadrado y elipse). Los vértices serán fileteados, pues se manifiestan de este modo en el 81% de los casos observados.

El **módulo 2** representa la variable dimensión. Posee tres controles que se corresponden con: pequeño (6 mm), mediano (10 mm) y grande (13 mm).

El **módulo 3** se destinó a la variable **altura** y comprende 3 controles con alturas correspondientes a: rasante ($h=0$), altura media ($h=3$ mm) y altura máxima ($h=6$ mm).

En el **módulo 4** se dispusieron 3 matrices de 9 controles para presentar la variable **proximidad**. Cada una de ellas con valores distintos de espaciado entre los controles, correspondiendo con: muy próximos (3 mm), próximos (7 mm) y alejados (11 mm)

El **módulo 5** presenta los tres valores de la **superficie**: plano, cóncavo y convexo.

En el **módulo 6** se muestra los valores de la variable **color**: blanco, gris medio, negro, verde, amarillo, rojo y azul para los controles y blanco – negro para el fondo. Para un total de 14 controles en este módulo. Es importante precisar que se definió 100 % de saturación para los cuatro colores cromáticos.

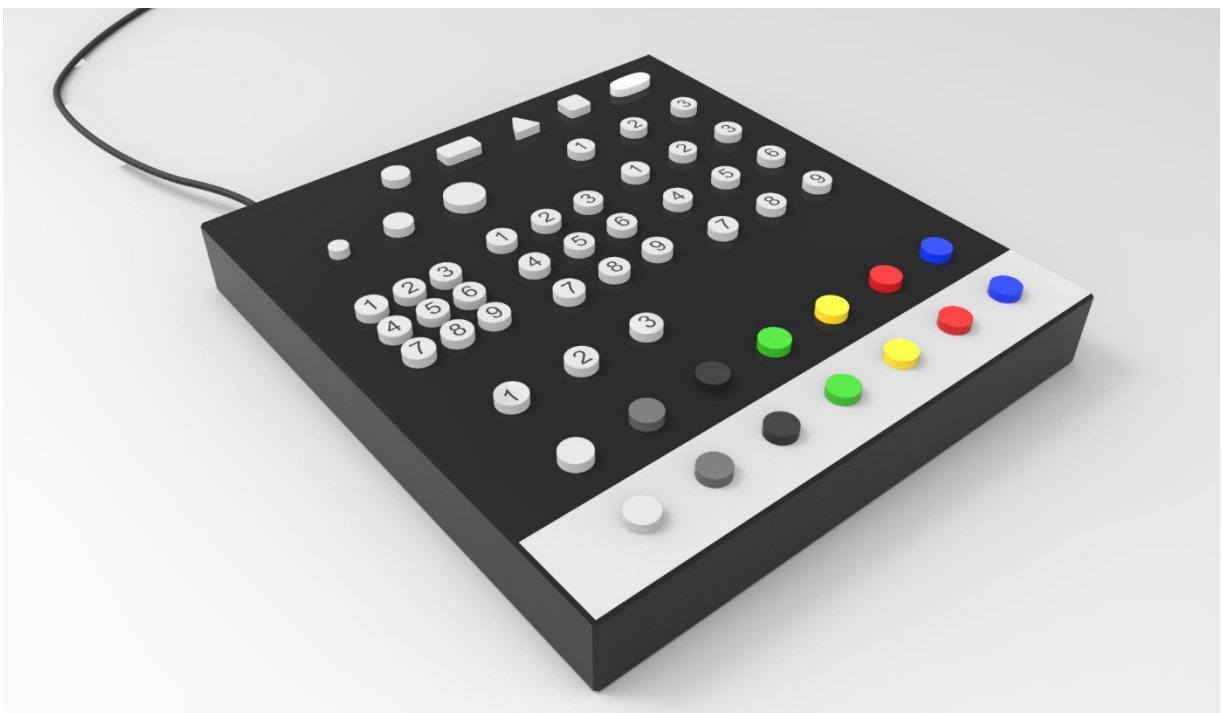


Fig. 9 Modelo del teclado.

La configuración propuesta para el teclado permite identificar cada módulo por separado debido a la distancia entre ellos y dispone un total de 55 controles en un teclado de 180 x 190 x 25 mm (Fig. 9).

CONCLUSIONES

De las manifestaciones de la EP que se recogen en la bibliografía consultada, las más significativas para la investigación se resumieron en tres grupos. Las asociadas con la motricidad: bradicinesia y acinesia, temblor en reposo y rigidez; las vinculadas con el sistema sensorial: convergencia insuficiente, afectaciones en la percepción del color y sensibilidad al contraste y las relacionadas con la cognición: afectaciones en la memoria viso - espacial y la en la cinestesia.

A partir de las encuestas realizadas a los pacientes y el análisis documental, se concluyó un conjunto de seis variables de diseño de interfaz, asociadas a las manifestaciones de la EP. Las variables son: color, dimensión, proximidad, contorno, superficie y altura. El diagnóstico a las interfaces de control de los electrodomésticos y de los productos especializados para EP tributó a la definición de los valores para cada caso.

Se diseñó un dispositivo experimental para medir el tiempo y la calidad de respuesta de usuarios con EP. Se estructuró en dos unidades, una de ellas es el contador externo que contiene el interruptor y la señal de inicio; el temporizador; el cronómetro y la señal de cumplimiento de la prueba. La segunda unidad es teclado a través del cual se evaluarán las variables de diseño de interfaces de control. Este último está compuesto por cincuenta y cinco pulsadores organizados en seis módulos, cada uno dedicado a evaluar una de las variables de diseño definidas.

RECOMENDACIONES

Construir el prototipo del dispositivo a partir del diseño propuesto, para una vez implementado y validado, dar continuidad a la investigación con la fase experimental del proyecto *“Identificación de regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con Enfermedad de Parkinson”*.

Socializar los resultados de esta investigación a través de publicaciones científicas (A3manos) y ponencias en Eventos Internacionales (Congreso FORMA 2019).

Desarrollar una investigación experimental que comprenda el estudio de la resistencia como variable para el diseño de los controles en equipos electrodomésticos para usuarios con EP.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. In *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445-456.*
2. Abreu, M. (2004). Recursos básicos para el diseño de estructuras formales. Ediciones Forma.
3. Adler, C. H. (2009). Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders, 81-82.*
4. Álvarez González, L. (2004, septiembre). Parkinson. *Consulta Médica.* (J. A. de la Osa, Interviewer) Granma. Consultado en <http://www.granma.cu/granmad/salud/consultas/p/c12.html>
5. Álvarez, M. (2014, marzo 20). Enfoque multidisciplinario a enfermedades neurodegenerativas. (M. Jiménez, Interviewer) Juventud Rebelde. Consultado en <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2014-03-20/enfoque-multidisciplinario-a-enfermedades-neurodegenerativas>
6. Álvarez, M. (2016). *Datos blandos para ciencias duras. Psicología y neurociencias.* EOS.
7. Álvarez, M., Pérez Abalo, C., Macías, S., & Rodríguez, A. (2008). *Temas de Neurociencias para psicólogos.* La Habana: Felix Varela.
8. Arroyo, M., & Finkel, L. (2014). Requisitos para una vida cotidiana asistida en hogares con enfermos de Parkinson. *Departamento de Sociología IV. Universidad Complutense de Madrid.*
9. Bertado Ramírez, N., Plascencia Álvarez, N., Quiñones Aguilar, S., & Núñez Orozco, L. (2009). Datos clave para el diagnóstico clínico de enfermedad de Parkinson. *Revista Mexicana de Neurociencia, 10(5), 340-343.*
10. Blair-Early, A., & Zender, M. (2008). User interface design principles for interaction design. *Design Issues, 24(3), 85-107.*

11. Bodis- Wolner, I., & Antal, A. (2013). Primary Visual and Visuocognitive Deficit. In C. d. autores, *Parkinson's Disease and Nonmotor Dysfunction* (Segunda ed., pp. 317-334). Humana Press.
12. Bonsiepe, G. (2000). *Las siete columnas del diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
13. Bridger, R. (2008). *Introduction to Ergonomics* (3rd ed.). New York: Taylor & Francis.
14. Cabo López, I. (2008). *Complicaciones motoras en la Enfermedad de Parkinson. Estudio prospectivo a 10 años*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
15. Calderón, J., Bolaños-Jiménez, R., Carrillo-Ruiz, J., & Rivera-Silva, G. (2010). Interpretación neuroanatómica de los principales síntomas motores y no-motores de la enfermedad de Parkinson. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 11(3), 218-225.
16. Carayon, P. (2012). *Handbook of Human Factors and Ergonomics in Health Care and Patient Safety. Second edition*. (2nd ed.). Taylos and Fracis Group.
17. *Casa del mimbre. Sucursal Cienfuegos*. (2018, enero 11). Consultado en <https://www.carlostercero.ca>
18. Catalán , M. J., & Rodríguez del Álamo, A. (2015). *Asociación Parkinson Madrid*. Consultado en Asociación Parkinson Madrid: www.parkinsonmadrid.org
19. Clarkson, P., & Coleman, R. (2015). History of inclusive design in the UK. *Applied Ergonomics*, 46(Part B), 235-247.
20. Coleman, R. (1994). The case for inclusive design - An overview. *In Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Toronto: International Ergonomics Association.
21. De Buen Unna, J. (2013). *Diseño, comunicación y neurociencia*. TREA.
22. Del Tredici, K., & Braak, H. (2012). Lewy Pathology and Neurodegeneration in Premotor Parkinson's Disease. *Mov Disord*, 25(7), 597-607.

23. Department of Defense. (1995). *Handbook for human engineering design guidelines*. USA.
24. EIDD. (2004). *Stockholm Declaration*. Consultado en Design for All Europe: <http://www.designforalleurope.org/Design-for-All/EIDD-Documents/Stockholm-Declaration/>
25. *El Caribe. Guantánamo*. (2018, enero 11). <https://www.carlostercero.ca>
26. *Envío Cuba*. (2018, enero 11). <https://www.enviocuba.ca>
27. Fahn, S., Jankovic, J., & Hallett, M. (2011). *Principles and Practice of Movement Disorders* (2nd ed.). Elsevier Saunders.
28. Ferrer, O., Soto, M., Ferre, Y., Ferrer, A., Ferrer, Y., Hernández, A., . . . Noguera, O. (2013). Alteraciones cognitivas en pacientes con la enfermedad de Parkinson. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 14(5), 237-242.
29. Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño*. Guadalajara: Designio.
30. Flores, C. (2011). Conocer a los usuarios, análisis de las poblaciones para el diseño. En C. Flores, M. E. Heredia, A. Rodea, E. Morales, B. L. Salazar, L. A. Vázquez, . . . A. Rodríguez, O. Salinas Flores, & A. M. Losada (Edits.), *Diseño y Ergonomía para poblaciones especiales*. México: Designio.
31. Freedman, J. (2017). Misperception and Parkinson's Disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 42-46.
32. García de la Figal, A. (2016). *Teoría y Metodología de la Investigación Científica*. La Habana: Félix Varela.
33. Giroud, J., Collado, F., & Esteban, E. (2000). Prevalencia de la enfermedad de parkinson en un área urbana de la provincia Ciudad de La Habana, Cuba. Estudio poblacional "puerta a puerta". *Neurología*, 15(7), 269-273.
34. Grimley, C., & Love, M. (2010). *Color, espacio y estilo. Detalles para diseñadores de interiores*. Barcelona: Gustavo Gili.
35. *Guamá desde Pinar del Río*. (2018, enero 11). <https://www.carlostercero.ca>

36. Guger, C. (2015). *Brain-Computer Interface Research: A State-of-the-Art Summary 4*. Springer International Publishing.
37. Gumán Galarza, M. (2011). *Teoría y práctica del color*. Cuenca, Ecuador.
38. *Hamilton Beach*. (2018, enero 11). <https://www.hamiltonbeach.com>
39. Heredia, M. E. (2011). Aspectos psicosociales de la discapacidad y necesidades de diseño. In C. Flores, M. E. Heredia, A. Rodea, E. Morales, B. L. Salazar, L. A. Vázquez, . . . A. Rodríguez, *Diseño y Ergonomía para poblaciones especiales*. (pp. 45-70). México: Designio.
40. Huster, R., Mokom, Z., Enriquez-Geppert, S., & Herrmann, C. (2013). Brain–computer interfaces for EEG neurofeedback: Peculiarities and solutions. *International Journal of Psychophysiology*.
41. Imrie, R., & Hall, P. (2001). *Inclusive Design: Designing and Developing Accessible Environments*. London: Spon Press.
42. Jankovic, J., & Tolosa, E. (2007). *Enfermedad de Parkinson y trastornos del movimiento* (5ta ed.). España: Wolters Kluwer Health España.
43. Jankovic, J., Fahn, S., & Hallett, M. (2011). *Principles and practice of movement disorder*. Elsevier Saunders.
44. Karwowski, W., & Marras, W. (2006). *The Occupational Ergonomics Handbook* (2nd ed.). USA: CRC Press.
45. Konz, S., & Steven, J. (2004). *Work Design: occupational ergonomics*. (6th ed.). USA: Holcomb Hathaway Publishers.
46. Mace, R. (1985). Universal design: Barrier free environments for everyone. *Designers West*, 33(1), 147-152.
47. Maetzler, W., & Hausdorff, J. (2012). Motor Signs in the Prodromal Phase of Parkinson’s Disease. *Mov Disord*, 27(5), 627-33.
48. Mao, J. Y., Vredenburg, K., Smith, P. W., & Carey, T. (2005). The state of user-centered design practice. *Communications of the ACM*, 48(3), 105-109.

49. Martínez-Jurado, E., Cervantes-Arriaga, A., & Rguez-Violante, M. (2010). Calidad de vida en pacientes con Enfermedad de Parkinson. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 11(6), 480-486.
50. Mason, S., & Birch, G. (2003). A General Framework for Brain–Computer Interface Design. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 11(1).
51. McCormick, E. J. (1980). *Human Factors in Engineering and Design*. Barcelona: Gustavo Gili.
52. Medina, D. A. (2007). *Tema 6. Ergonomía cognitiva y usabilidad*.
53. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2006). NTP 214: Mandos y señales: ergonomía de percepción. *Notas Técnicas de Prevención*. España.
54. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2006). NTP 226: Mandos: ergonomía de diseño y accesibilidad. *Notas Técnicas de Prevención*. España.
55. *Mobile World Capital Barcelona*. (2014, octubre 8). Consultado en Mobile World Capital Barcelona: <http://www.mobileworld.com>
56. Mondelo, P. R., Gregori, E., de Pedro, O., & Gómez, M. A. (2013). *Ergonomía 4. El trabajo en oficinas* (2nd ed.). Barcelona: Mutua Universal.
57. Mondelo, P., Gregori, E., Blasco, J., & Barrau, P. (2001). *Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo* (2nd ed.). Barcelona: Ediciones UPC.
58. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2015, octubre 27). *National Institute of Neurological Disorders and Stroke*. Consultado en National Institute of Neurological Disorders and Stroke: <http://www.ninds.nih.gov>
59. Nielsen, J. (2012, January 4). *Usability 101: Introduction to Usability*. Consultado en Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

60. Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.
61. Norman, D., & Nielsen, J. (2010). Gestural Interfaces: A Step Backwards in Usability. *Interactions*, 12(5).
62. Osborne, D. (1987). *Ergonomía en acción*. Trillas.
63. Oh, J. Y., Kim, Y.-S., Choi, B. H., Sohn, E. H., & Lee, A. Y. (2009). Relationship between clinical phenotypes and cognitive impairment in Parkinson's disease (PD). *Archives of Gerontology and Geriatrics*(49), 351-354.
64. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). *Informe Mundial sobre el Envejecimiento y la Salud*. EE.UU.: Ediciones de la OMS.
65. Organización Mundial de la Salud. (2015). *Envejecimiento y salud*. Consultado en Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
66. Ospina-García, N., Pérez-Lohman, C., Vargas-Jaramillo, J. D., Cervantes-Arriaga, A., & Rodríguez-Violante, M. (2017). Ganglios Basales y Conducta. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18(6), 74-86.
67. Parada, Y., Soto, A., Lara, G., Santos, A., Hernández, T., & Mesa, Y. (2012). Síntomas no motores en pacientes con enfermedad de Parkinson. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 4(3).
68. Pérez Castelló, J. A., & Cuat Sintés, M. I. (2011). Déficit en la memoria de trabajo en personas con la enfermedad de Parkinson. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 111- 118.
69. Pérez, M., & Peña, S. (2014). Diseño: Una definición integradora. *A3manos*, 21-37.

70. Persson, J. (2017). A review of the design and development processes of simulation for training in healthcare – A technology-centered versus a human-centered perspective. *Applied Ergonomics*(15), 314-326.
71. Plaza Carlos III. *La casa de la familia cubana*. (2018, enero 11). Consultado en <https://www.carlostercero.ca>
72. Prado León, L., & Ávila Chaurand, R. (n.d.). *Factores ergonómicos en el diseño. Percepción visual*. Guadalajara: Editorial Universitaria.
73. Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
74. Preiser, W., & Ostroff, E. (2001). *Universal Design Handbook*. New York: McGraw-Hill.
75. *Red Latinoamericana de Diseño*. (2014). Consultado en Red Latinoamericana de Diseño: <http://www.redlatinoamericanadediseño.com>
76. Rodea, A. (2011). Diseño para poblaciones especiales, tratamiento antropométrico y estadística. In C. Flores, M. E. Heredia, A. Rodea, E. Morales, B. L. Salazar, L. A. Vázquez, . . . A. Rodríguez, *Diseño y Ergonomía para poblaciones especiales* (pp. 71-87). México: Designio.
77. Rodnitzky, R. L. (2013). Visual Disfunctions in Parkinson's Disease. In C. d. Autores, *Parkinson's Disease and Non Motor Dysfunctions* (Segunda ed., pp. 305- 315). Humana Press.
78. Rojas, C., & García, H. (2013). Diseño inclusivo: La participación activa de las personas. *Revista KEPES*, 10(9), 297-314.
79. Ruiz- Sánchez de León, J., & Fernández -Guinea, S. (2005). Proceso visuoperceptivo en la Enfermedad de Parkinson: de la retina a la corteza frontal. *REV NEUROL*, 557- 562.
80. Salvendy, G. (Ed.). (2012). *Handbook of human factors and ergonomics* (4th ed.). John Wiley & Sons.

81. Sampieri, R., Fdez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. DF, México: McGraw-Hill.
82. Scott, P., Kogi, K., & McPhee, B. (2010). *Ergonomics Guidelines for occupational health practice in industrially developing countries*. Germany: Institute for Ergonomics at the University of Darmstadt.
83. Shneiderman, B. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. (6th ed.). Pearson.
84. Simón Pérez, E., Núñez Lahera, I., & Aguilera Pacheco, O. (2016). Caracterización de los síntomas no motores en la enfermedad de Parkinson. *Jornada de Neurología y Neurocirugía NEUROSANTIAGO* (pp. S24-S25). Rev Cubana Neurol Neurocir.
85. *SmartCity*. (2012, septiembre 18). SmartCity: <http://www.smartcity.com>
86. Solis, S. O. (2000). Características neuropsicológicas de la Enfermedad de Parkinson. *REV NEUROL*, 788- 796.
87. Stanton, N., & Mark, S. (2016). *Guide to Methodology in Ergonomics: Designing for Human Use, Second Edition*. . (2nd ed.). Taylor and Francis Group.
88. Steinfeld, E., & Tauke, B. (2002). Universal designing. In *Universal Design. 17 Ways of Thinking and Teaching* (J. Christophersen ed., pp. 165-189). Norway: Husbanken.
89. Tamayo, C., Roca, M., & Nápoles, G. (2017). La modelación científica: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Santiago(142)*, 79-90.
90. Tankus, A., Fried, I., & Shoham, S. (2014). Cognitive-motor brain-machine interfaces. *J Physiol Paris*, 38-44.
91. Tinazzi, M., Del Vesco, C., Fincati, E., Ottaviani, S., Smania, N., Moretto, G., & et al. (2006). Pain and motor complications in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry(77)*, 822-5.

ANEXO 1

Guía de observación para los productos electrodomésticos del hogar cubano

Esta guía de observación está destinada a analizar las características de los controles de los electrodomésticos del hogar cubano en busca de particularidades que sirvan de base para diseños futuros dirigidos a usuarios con la Enfermedad de Parkinson.

GRUPO 1: características básicas

1. Tipología de producto. Marca
2. Frecuencia de uso del producto en baja, media o alta. Los valores pueden ser estimaciones en dependencia de su experiencia personal. Use el siguiente ejemplo como referencia:

Producto	Referencia diaria	Referencia semanal	Cantidad de veces al día	Cantidad de veces a la semana	Frecuencia de uso
Lavadora		x		1	Baja
Olla arrocera	x		1	7	Media
Teléfono fijo	x		5	35	Alta

3. Secuencia de uso.
4. Cantidad total de controles
5. ¿Qué tipo de controles son?
6. ¿Qué funciones cumplen?
7. **Requerimientos de uso.**
Diga bajo qué condiciones se usará: fuerza, precisión o velocidad
8. **Requerimientos de información**
Diga qué información debe brindar el control y cómo la brinda, o sea si es información que identifica el control (*mediante color, forma, ubicación, rotulación o modo operacional*)
9. En caso de poseer rotulado diga: la posición que ocupa el rotulado con respecto al control, de qué tipo de display se trata. En caso de ser alfanumérico diga si es una tipografía serif o sans serif.
10. Dentro de esta organización, ¿cuál es la relación posicional entre los controles? (Distribución en una línea horizontal o vertical, distribución radial alrededor de un control específico, etc.)

GRUPO 2: características específicas

11. ¿Cuáles son las dimensiones estimadas de los controles?
12. ¿Cuáles son las distancias estimadas entre cada control?
13. ¿Cuáles es la altura de los controles?
14. ¿Qué forma tienen los controles? Ej.: cuadrada, esférica. (tanto plana como tridimensional)
15. ¿Qué relación tienen con la superficie del producto? (sobresalen, están al mismo nivel, están por debajo, cóncavos, convexos, planos)
16. ¿Qué colores tiene cada control?
17. ¿Qué colores tiene el rotulado?
18. ¿Qué colores tiene la pizarra?

ANEXO 2

Guía de observación para productos con diseño especializado y accesorios para pacientes con Enfermedad de Parkinson

Esta guía de observación está destinada a analizar las características de productos diseñados para usuarios con la Enfermedad de Parkinson en busca de particularidades que sirvan de base para diseños futuros dirigidos a este público meta. Agradecemos su colaboración.

GRUPO 1: características básicas

1. Nombre del producto. Desarrolladores
2. ¿Qué tipo de producto es?
3. Función básica.
4. Secuencia de uso
5. Cantidad total de controles
6. ¿Qué tipo de controles son?
7. ¿Qué funciones cumplen?
8. Requerimientos de uso
Diga bajo qué condiciones se usará: fuerza, precisión o velocidad
9. Requerimientos de información
Diga qué información debe brindar el control y cómo la brinda, o sea si es información que identifica el control (*mediante color forma, textura, ubicación, rotulación o modo operacional*)
10. En caso de poseer rotulado diga: la posición que ocupa el rotulado con respecto al control, de qué tipo de display se trata. En caso de ser alfanumérico diga si es una tipografía serif o sans serif.
11. Dentro de esta organización, ¿cuál es la relación posicional entre los controles? (Distribución en una línea horizontal o vertical, distribución radial alrededor de un control específico, etc.)
12. ¿A qué producto sustituye?

GRUPO 2: características específicas

13. ¿Cuáles son las dimensiones estimadas de los controles?
14. ¿Cuáles son las distancias estimadas entre ellos?
15. ¿Cuáles es la altura de los controles?
16. ¿Qué forma tienen los controles? Ej.: cuadrada, esférica. (tanto plana como tridimensional)
17. ¿Qué relación tienen con la superficie del producto? (sobresalen, están al mismo nivel, están por debajo, cóncavos, convexos, planos)
18. ¿Qué colores tiene cada control?
19. ¿Qué colores tiene el rotulado?

ANEXO 3

Cuestionario para pacientes con Enfermedad de Parkinson

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Nivel de escolaridad (grado): _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Telf: _____ Tiempo con EP (años): _____

Lateralidad: _____ Hemisferio más afectado: _____

Otras enfermedades: _____

1. Posee usted alguno de estos equipos electrodomésticos.

Lavadora Olla arrocera y/ o multipropósito Batidora/ Licuadora
 Cocina u hornilla eléctrica Ventilador Radio Plancha eléctrica
 Televisor en colores Horno microondas Teléfono fijo
 Aire acondicionado

2. ¿Cuáles usa después de manifestar síntomas de la enfermedad?

Lavadora Olla arrocera y/ o multipropósito Batidora/ Licuadora
 Cocina u hornilla eléctrica Ventilador Radio Plancha eléctrica
 Televisor en colores Horno microondas Teléfono fijo
 Aire acondicionado

3. ¿Por qué motivo dejó de usar los productos?

ANEXO 5

Consentimiento informado

En el día de hoy _____ la(s) doctora(s) _____ me ha explicado que están realizando una investigación en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía con los pacientes con Enfermedad de Parkinson.

La participación en el estudio es voluntaria, y si lo desea puedo abandonar la investigación sin que por ello se afecte su atención médica. El estudio no interferirá en su tratamiento. No se realizará ningún estudio invasivo, molesto o que represente un riesgo para su salud.

Informan que se me realizará examen físico, así como varias pruebas con electroencefalograma y la utilización de un dispositivo similar a los controles remotos para evaluar el funcionamiento del cerebro durante la utilización del dispositivo. Esta investigación permitirá conocer mejor cómo los pacientes con Parkinson utilizamos este tipo de dispositivos y cómo deberían fabricarlos para que los utilicemos con mayor facilidad.

Luego de aclaradas las dudas acepto participar en el estudio.

Nombre y apellidos _____

Provincia _____

ANEXO 4

Criterios utilizados para arribar al diagnóstico de Enfermedad de Parkinson según el Banco de Cerebros de Londres:

Criterios de inclusión para EP:

- a. Escalón I: para el diagnóstico de EP se precisa que exista hipobradicinesia, y al menos uno de los siguientes: rigidez muscular, temblor de reposo de 4-6 Hz, o inestabilidad postural.
- b. Escalón III: *criterios prospectivos de apoyo* (se requieren tres o más para el diagnóstico de seguridad): comienzo unilateral, presencia de temblor de reposo, curso progresivo, asimetría persistente con mayor afectación del lado por el que comenzaron las alteraciones, respuesta excelente a la Dopa (70-100%), corea intensa producida por dopa, respuesta a la levodopa persistente al menos 5 años, y curso clínico prolongado por 10 años o más.

Criterios de exclusión para el diagnóstico:

- a. Escalón II: *criterios de exclusión de la EP*: evidencias de ictus a repetición con progresión escalonada del síndrome parkinsoniano, historia de Trauma Craneoencefálico, historia definitiva de encefalitis, crisis oculogiras, tratamiento neuroléptico al inicio de los síntomas, afectación de más de un familiar, remisión persistente de la sintomatología, signos unilaterales estrictos después de tres años, parálisis supranuclear de la mirada, signos cerebelosos, intensa afectación autonómica precoz, intensa demencia precoz con afectación de la memoria, lenguaje y praxis, signo de Babinski, hallazgo de tumor cerebral o hidrocefalia comunicante en la TC cerebral, respuesta negativa a dosis muy elevadas de levodopa (si se excluye una malabsorción), y exposición a MPTP.
- b. Enfermedad de Parkinson Complicada.