

**DISPOSITIVO PARA LA PREVENCIÓN DE LA APARICIÓN DE EPISODIOS DE
CONGELAMIENTO DE LA MARCHA Y BRADICINESIA EN PERSONAS CON LA
ENFERMEDAD DE PARKINSON**

AUTOR

CRISTIAN CAMILO CASTRO PEDROZA

crcastro08@uan.edu.co

DIRECTOR

CAMILO ERNESTO FUENTES ARCINIEGAS

cfuentes32@uan.edu.co

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE ARTES

DISEÑO INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2.021

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	6
2. MÉTODO GENERAL	8
2.1. Metodología de desarrollo	8
2.1.1. Fase de investigación	9
2.1.2. Fase de síntesis	10
2.1.3. Fase de requerimientos y determinantes	11
2.1.4. Fase de revisión de referentes	12
2.1.1. Fase de configuración	13
2.2. Problema a solucionar	13
2.3. Justificación	14
2.4. Objetivos	16
2.4.1. Objetivo General	16
2.4.2. Objetivos Específicos	16
2.5. Marco de Referencia	17
2.5.1. ¿Qué es la enfermedad de Parkinson?	17
2.5.2. Tratamientos	17
2.5.2.1. Terapias no inmersivas	18
2.5.2.2. Terapias semi inmersivas	18
2.5.2.3. Terapias inmersivas	18
2.5.3. ¿Qué otros síntomas y qué otras escalas son utilizadas para el diagnóstico de la	

enfermedad Parkinson?	24
2.5.4. Vivir con Parkinson	25
2.5.5. ¿Qué es la industria biomédica?	26
2.5.6. ¿Qué son los wearables?	27
2.5.6.1. Tech dogs	27
2.5.6.2. Fashionable technology	27
2.5.6.3. Soft circuits	27
2.5.6.4. E-Textiles	27
2.5.6.5. Ubiquos computing	28
2.5.6.6. DIY wearables	28
2.5.7. ¿Qué es el congelamiento de la marcha?	28
3. DESARROLLO	29
3.1. Capítulo del desarrollo coherente al Objetivo 1	29
3.2. Capítulo del desarrollo coherente al Objetivo 2	32
3.3. Capítulo del desarrollo coherente al Objetivo 3	35
3.4. Desarrollo de la metodología	40
4. CONCLUSIONES	42
5. RECOMENDACIONES	43
6. REFERENCIAS	44
7. TERMINOLOGÍA BÁSICA	45
8. ANEXOS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de desarrollo.	8
Figura 2. Fase de investigación.	9
Figura 3. Fase de síntesis.	10
Figura 4. Fase de requerimientos y determinantes.	11
Figura 5. Fase de revisión de referentes.	12
Figura 6. Fase de configuración.	13
Figura 7. Síntomas motores.	19
Figura 8. Escala de estadios de Hoehn y Yahr.	22
Figura 9. Escala de cuantificación de síntomas.	23
Figura 10. Diagnóstico.	25
Figura 11. Portada bases para modelo ergonómico.	30
Figura 12. Índice de bases para modelo ergonómico.	31
Figura 13. Recolección de información.	32
Figura 14. Anexo 2.	33
Figura 15. Anexo 3.	34
Figura 16. Render 1.	35
Figura 17. Render 2.	36
Figura 18. Render 3.	37
Figura 19. Render 4.	38

Figura 20. Render 5.	39
Figura 21. Render 6.	40
Figura 22. Render 7.	42

1. RESUMEN

Este trabajo de grado propone una solución ante la problemática resumida en la pregunta problema u oportunidad (¿Cómo desde el diseño industrial y basándonos en el desarrollo de wearables para la industria biomédica, podemos prevenir, disminuir, tratar o eliminar los episodios de congelamiento de la marcha y la bradicinesia en personas con la enfermedad de Parkinson?).

Este trabajo de grado consta de un proceso de desarrollo basado en cinco etapas, la de investigación, la de síntesis, la de construcción de requerimientos y determinantes, la de revisión de referentes y configuración de la propuesta. Para cumplir con las fases o etapas, fue necesario desarrollar una serie de resultados, entre ellos hay una investigación en torno a la enfermedad de Parkinson, materiales y tecnología, basada en fuentes indirectas, como bases de datos, revistas científicas, diagramas y libros; otro de los resultados es un documento que contiene unas bases de modelo ergonómico, construida con información de diversas fuentes; otro de los resultados es una herramienta metodológica de síntesis de información correspondiente a referentes, requerimientos, determinantes, componentes y funciones; por último el documento contiene la síntesis de dos exploraciones formal-estéticas de propuestas que cumplan con el objetivo de prevenir la aparición de episodios de congelamiento de la marcha y bradicinesia en personas con la enfermedad de Parkinson.

PALABRAS CLAVES

Dispositivo, Parkinson, congelamiento, marcha, prevención, estímulos, sensorial, síntoma, enfermedad y episodio.

ABSTRACT

This degree work proposes a solution to the problem summarized in the problem or opportunity question (How from industrial design and based on the development of wearables for the biomedical industry, we can prevent, reduce, treat or eliminate episodes of freezing of gait and bradykinesia in people with Parkinson's disease).

This degree work consists of a development process based on five stages: research, synthesis, construction of requirements and determinants, review of references and configuration of the proposal. In order to complete the phases or stages, it was necessary to develop a series of results, among them there is a research on Parkinson's disease, materials and technology, based on indirect sources, such as databases, scientific journals, diagrams and books; another result is a document containing ergonomic model bases, built with information from various sources; another of the results is a methodological tool for the synthesis of information corresponding to referents, requirements, determinants, components and functions; finally, the document contains the synthesis of two formal-aesthetic explorations of proposals that meet the objective of preventing the appearance of episodes of freezing of gait and bradykinesia in people with Parkinson's disease.

KEYWORDS

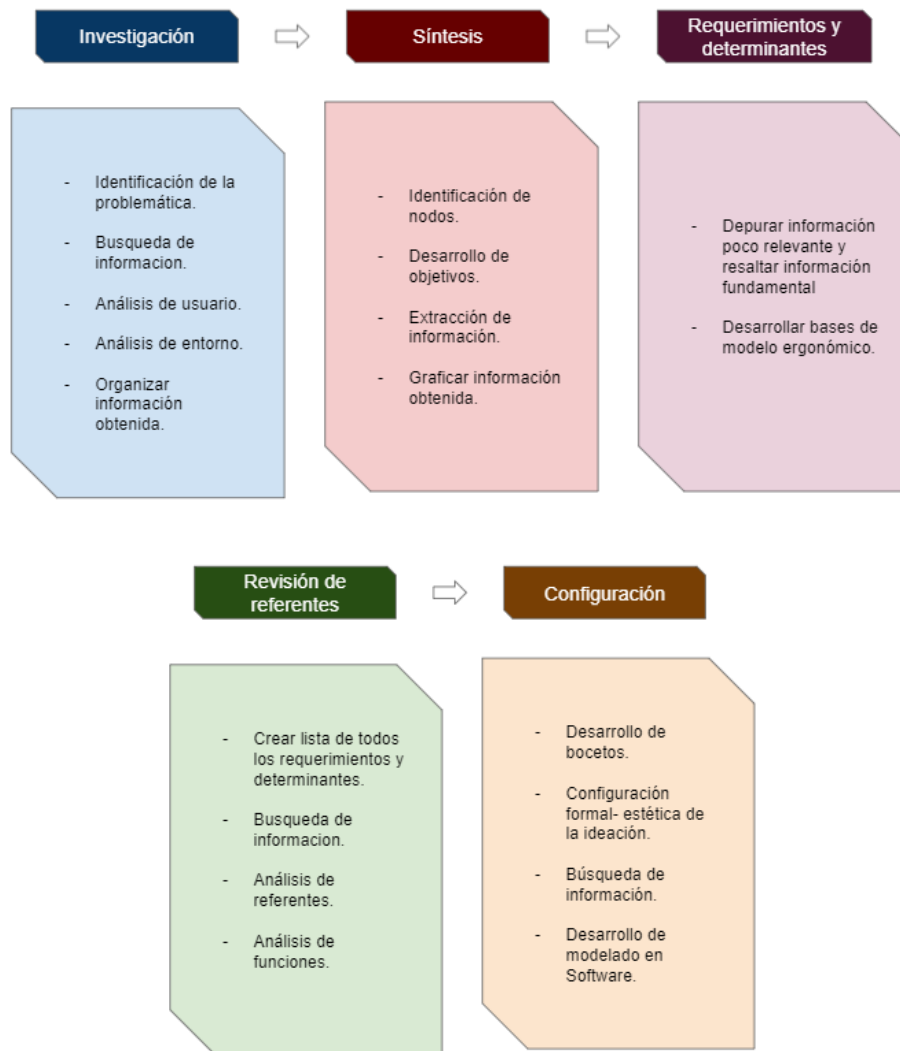
Device, Parkinson, freezing, gait, prevention, stimuli, sensory, symptom, disease and episode.

2. MÉTODO GENERAL

2.1. Metodología de desarrollo

Figura 1

Metodología de Desarrollo



(Elaboración propia, 2021)

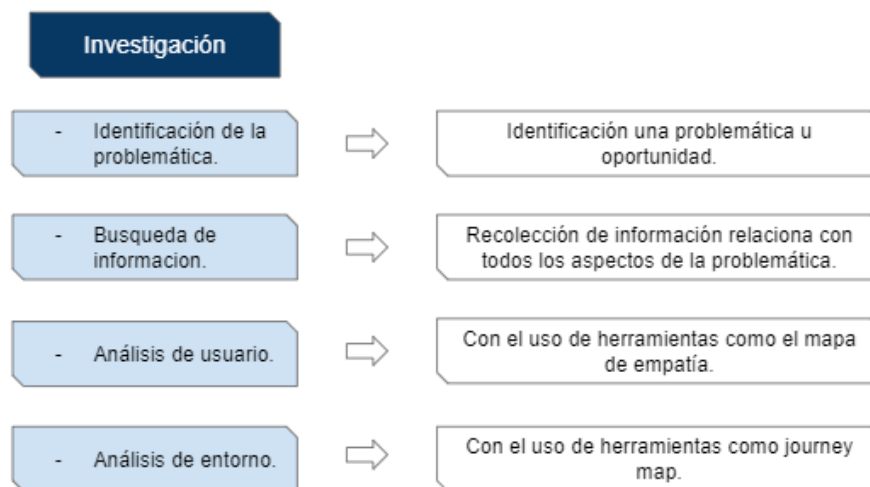
La metodología de desarrollo del proyecto consiste en cinco fases, la primera es la de

investigación, la segunda es la de síntesis, la tercera es la de creación de requerimiento y determinantes, la cuarta es la de revisión de referentes y la quinta es la de configuración.

2.1.1. Fase de investigación

Figura 2

Fase de investigación



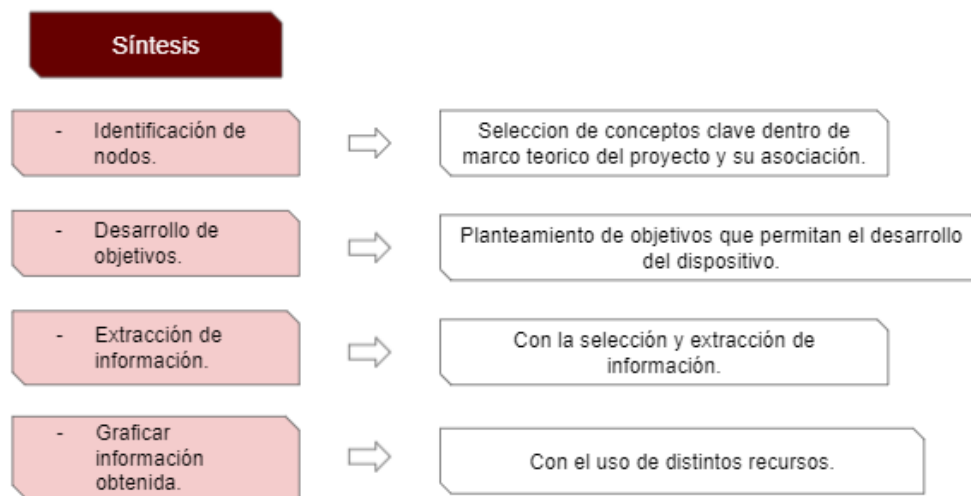
(Elaboración propia, 2021)

Los objetivos de la fase de inmersión son, establecer una problemática u oportunidad, extraer información de diversas fuentes, analizar el usuario del dispositivo, analizar el contexto y esquematizar la información con el fin de generar conclusiones para la siguiente fase de la metodología.

2.1.2. Fase de síntesis

Figura 3

Fase de síntesis



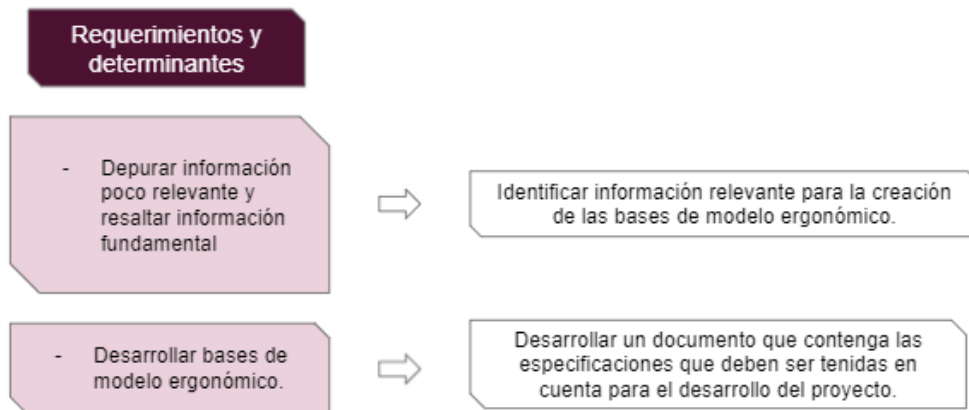
(Elaboración propia, 2021)

La segunda fase tiene como objetivos con ayuda de los insumos generados en la primera fase, identificar conceptos clave de la recolección de información, desarrollar objetivos a cumplir; recolectar, extraer y graficar información, con el fin de posibilitar la siguiente fase de la metodología de desarrollo.

2.1.3. Fase de requerimientos y determinantes

Figura 4

Fase de requerimientos y determinantes



(Elaboración propia, 2021)

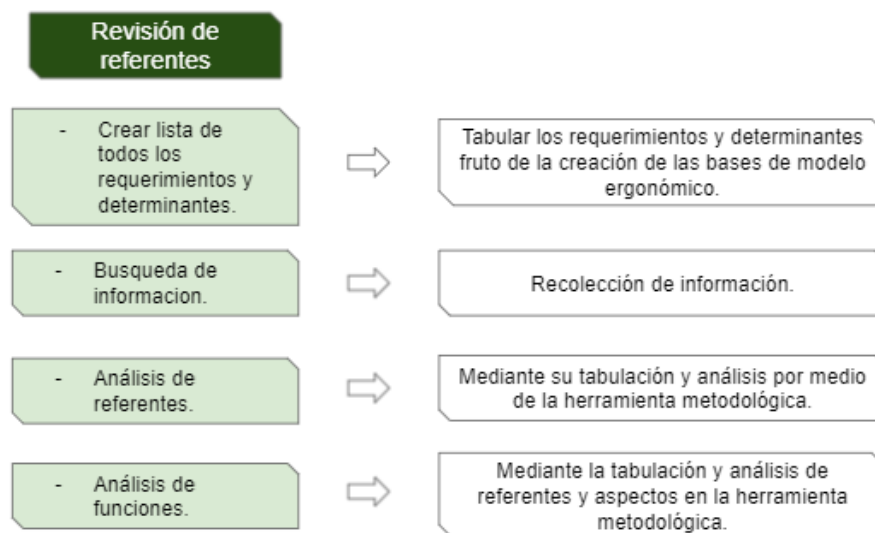
El objetivo principal de la tercera fase del proyecto es el de desarrollar unas bases de modelo ergonómico con el fin de establecer requerimientos y determinantes para la configuración y desarrollo futuro del proyecto. Pero surge la pregunta ¿Por qué unas bases de modelo ergonómico y no un modelo ergonómico?, la creación de un modelo ergonómico requiere de diversos estudios, realizados por personal profesional en el ámbito de la salud y en este caso específico un neurólogo, además, se requiere de un grupo amplio a estudiar de personas con congelamiento de la marcha y bradicinesia, por ende para la creación de este proyecto se

contemplaron fuentes de información indirectas y estudios encontrados en la literatura, que sirvieran para el desarrollo de la ideación.

2.1.4. Fase de revisión de referentes

Figura 5

Fase de revisión de referentes



(Elaboración propia, 2021)

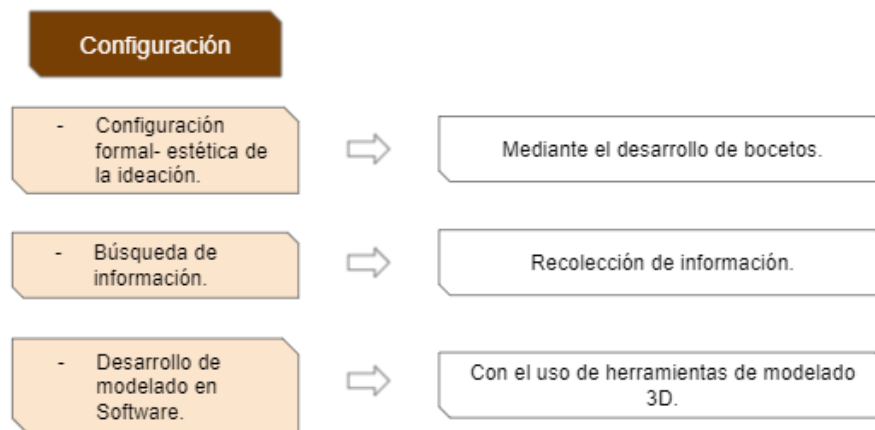
En la cuarta fase de desarrollo, algunos de los objetivos son analizar referentes, analizar funciones y recolectar información mediante la creación y desarrollo de una herramienta metodológica capaz de sintetizar información de referentes, de requerimientos, de determinantes y de eficiencia de funciones; esto con el fin de crear y coleccionar aspectos a tener en cuenta para la

configuración formal de la ideación.

2.1.5. Fase de configuración

Figura 6

Fase de configuración



(Elaboración propia, 2021)

El objetivo principal de la última fase de la metodología es el de configurar formalmente la ideación, mediante la bocetación y el modelado 3d en software.

2.2. Problema a Solucionar

Dos de los síntomas motores más comunes de la enfermedad de Parkinson son el congelamiento de la marcha (Incapacidad de continuar la marcha) y la bradicinesia (Lentitud en los movimientos), el CDM (Congelamiento de la marcha) actualmente puede ser tratado con

medicamentos, pero su uso constante provoca resistencia a los efectos del mismo en el ser humano, los episodios de congelamiento causan accidentes que hasta en un 35% de quien sufre de los estos, sufren de fracturas por los accidentes, además, teniendo en cuenta que más del 80% de las personas que acumulan de 15 a 20 años de avance en la enfermedad, sufren de congelamiento, esto convierte a los episodios en una problemática de alto impacto en las personas con EP, otro de los síntomas más comunes es la bradicinesia que provoca accidentes por la ineficiencia de los movimientos. Teniendo la oportunidad de desarrollo a partir de la problemática establecida y el usuario de la ideación, se estableció un cuestionamiento que sea capaz de guiar el rumbo y el destino del diseño, esta pregunta es: ¿Cómo desde el diseño industrial y basándonos en el desarrollo de wearables para la industria biomédica, podemos prevenir la aparición de episodios de CDM y la bradicinesia en personas con EP (enfermedad de Parkinson)?

2.3. Justificación

El Parkinson es la enfermedad neurodegenerativa más común después del mal de Alzheimer. Quien la padece, debe lidiar con síntomas como el temblor en extremidades, CDM y la bradicinesia, que suponen cambios en la vida del afectado, por ende, actualmente es tratado con el uso de medicamentos, terapias y otras estrategias para superar los episodios de congelamiento, la lentitud en los movimientos y los temblores; aunque muchos de estos tratamientos funcionan temporalmente y no para todos los afectados son efectivos. Según Parkinson's Foundation, un estimado de 10 millones de personas en el mundo tiene la Enfermedad de Parkinson (EP), según la universidad javeriana 200.000 de ellas son residentes en

Colombia y según el ministerio de salud, 2.200 de ellas viven en Bogotá; debido a la naturaleza de la enfermedad, el tratamiento de los síntomas es fundamental para quien la padece y para quienes rodean al afectado, ya que la enfermedad hasta el momento no tiene cura; el funcionamiento en conjunto de diversos actores y elementos en pro de la disminución de la intensidad, eliminación parcial o definitiva de los síntomas es clave para garantizar a la persona con EP condiciones de vida similares a las que se puede llegar a tener con la ausencia del trastorno progresivo; los apoyos como tratamiento a los síntomas de la enfermedad, provienen de diversos campos de estudio con la asistencia de otros, campos como la industria médica, la industria farmacéutica, la industria biomédica, la fisioterapia, diseño de producto, entre otras, que funcionan entre sí, para configurar ideaciones a oportunidades de mejora de ciertos aspectos o solución de problemáticas establecidas. Algunos estímulos sensoriales son capaces de evitar la aparición de episodios de congelamiento y de bradicinesia, por ende son un recurso directo que son capaces de limitar el impacto negativo que tienen estos síntomas sobre las personas con EP, algunos de los estímulos que tienen esta capacidad sobre los afectados son los estímulos táctiles, visuales y auditivos. Entonces es oportuno guiar el desarrollo del dispositivo en torno a la exploración de estos, pero cabe recalcar que durante el desarrollo e ideación del dispositivo llegaron cuestionamientos que lograron delimitar la cantidad de sentidos que se utilizarían para llevar a cabo la estimulación, por ejemplo, ¿Es oportuno que el desarrollo de un dispositivo para personas mayores de 45 años, se base en estímulos visuales, teniendo en cuenta que la visión es un sentido que se ve altamente afectado con el pasar de los años? ¿Es oportuno trabajar con estímulos visuales, sabiendo que esto puede derivar en obstrucciones al momento de realizar

acciones cotidianas? ¿Es oportuno contemplar los estímulos visuales, sabiendo que posiblemente estos puedan llegar a provocar accidentes por la importancia que tiene la visión en acciones como la marcha?. Cuestionamientos como estos, llevan a descartar la idea de emplear estímulos visuales en la ideación, es así como se toma la decisión de emplear los estímulos auditivos y los estímulos táctiles, para mitigar el impacto que tienen los síntomas como la bradicinesia y el CDM, característicos de la EP.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta formal estética de un dispositivo que a través de la estimulación intersensorial, prevenga los episodios de congelamiento de la marcha y la bradicinesia en personas con la enfermedad de Parkinson.

2.4.2. Objetivos Específicos

Desarrollar unas bases de un modelo ergonómico basado en información de la literatura y otras fuentes indirectas, que recopile y diagrame aspectos de la enfermedad de Parkinson, las características de la marcha, las características del que sería el usuario del dispositivo, las particularidades de las personas con edad avanzada, diseño universal, las características de los distintos estímulos y demás aspectos que se deban tener en cuenta para la configuración de la ideación.

Desarrollar una herramienta metodológica, que permita evaluar referentes a la luz de requerimientos y determinantes de la ideación, mediante la diagramación y síntesis de los

aspectos mentales del usuario, aspectos de la edad avanzada, aspectos de la enfermedad de Parkinson, aspectos de diseño universal y referentes.

Desarrollar una representación del dispositivo en un software de modelado 3d, con el fin de comunicar la propuesta y compararla con la escala humana.

2.5. Marco de Referencia

2.5.1. ¿Qué es la enfermedad de Parkinson?

La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo, el cual interviene en el sistema nervioso y es la segunda enfermedad de esta naturaleza más frecuente después del mal de Alzheimer. El origen de esta enfermedad es atribuido a una anomalía en la creación de la dopamina en el cerebro humano; la dopamina es un neurotransmisor indispensable para llevar a cabo las funciones motoras en el cuerpo humano.

2.5.2. Tratamientos.

Históricamente, la mayoría de los tratamientos de los síntomas de dicha enfermedad, estaban basados en la intervención quirúrgica, pero diversos avances médicos, permitieron dar con la levodopa, una sustancia capaz de convertirse en la dopamina ausente en el sistema nervioso de las personas con la enfermedad, para así controlar los síntomas de Parkinson, otros de los tratamientos para algunos de los síntomas, son las terapias, que actualmente incluyen tecnologías contemporáneas para lograr resultados sobre las personas afectadas, un ejemplo son las terapias con realidad virtual, estas se clasifican teniendo en cuenta el nivel de interacción del paciente con las tecnologías y el entorno virtual, estos niveles son definidos por los grados de

inmersión, entre más alta sea la percepción del paciente de estar en un entorno virtual, mayor es el grado de inmersión. Este tipo de terapias se clasifican en:

2.5.2.1. Terapias no inmersivas.

Se caracterizan por tener una mínima interacción con elementos que permiten crear un entorno virtual, aquí se emplean elementos como una pantalla y un teclado.

2.5.2.2. Terapias semi inmersivas.

Se caracterizan por tener un nivel más alto que el sistema terapéutico anteriormente mencionado, pero aún permite el contacto con elementos del mundo real, aquí se emplean elementos como el Cyberglove y Nintendo Wii.

2.5.2.3. Terapias inmersivas.

Se caracterizan por tener una integración completa en una realidad virtual predefinida; la mayoría de las percepciones del mundo real son bloqueadas y en su lugar, los elementos tecnológicos generan percepciones en el paciente, aquí se emplean sistemas como el Oculus rift, Playstation move y el Glasstrom.

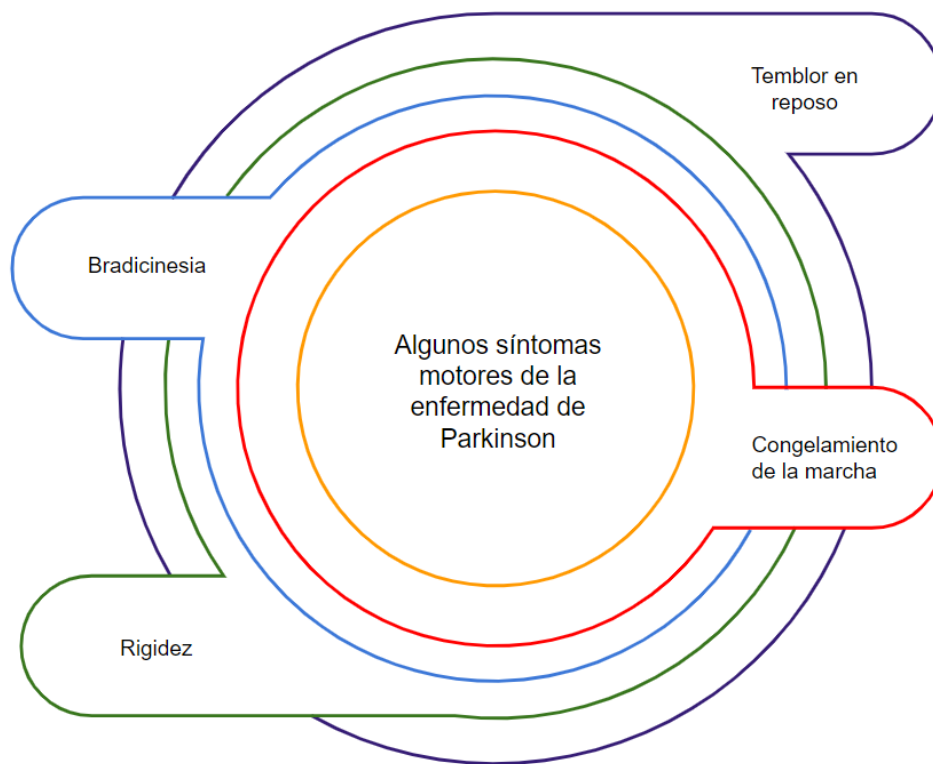
Según Betancur et al. (2017) en la actualidad se emplea la imaginación como una de las estrategias, también las experiencias en ambientes virtuales y la inmersión para lograr una integración sensorial en personas con la enfermedad de Parkinson. Aunque no todas las personas son aptas para recibir terapias, este tipo de sistemas terapéuticos de realidad virtual funciona como fuente de aprendizaje motor en los pacientes.

Esta enfermedad no tiene cura, por ende, es fundamental un diagnóstico minucioso, ya

que gracias a él se puede llegar al tratamiento específico de cada caso. La mayoría de sus signos son manifestados en las características y dificultades en los movimientos de la persona, entre sus principales síntomas motores están: la rigidez y lentitud de sus acciones, inestabilidad en la postura, los temblores principalmente observables en estado de reposo, alteración en el equilibrio y el congelamiento de sus movimientos, evidente en la mayoría de sus casos al caminar.

Figura 7

Síntomas Motores



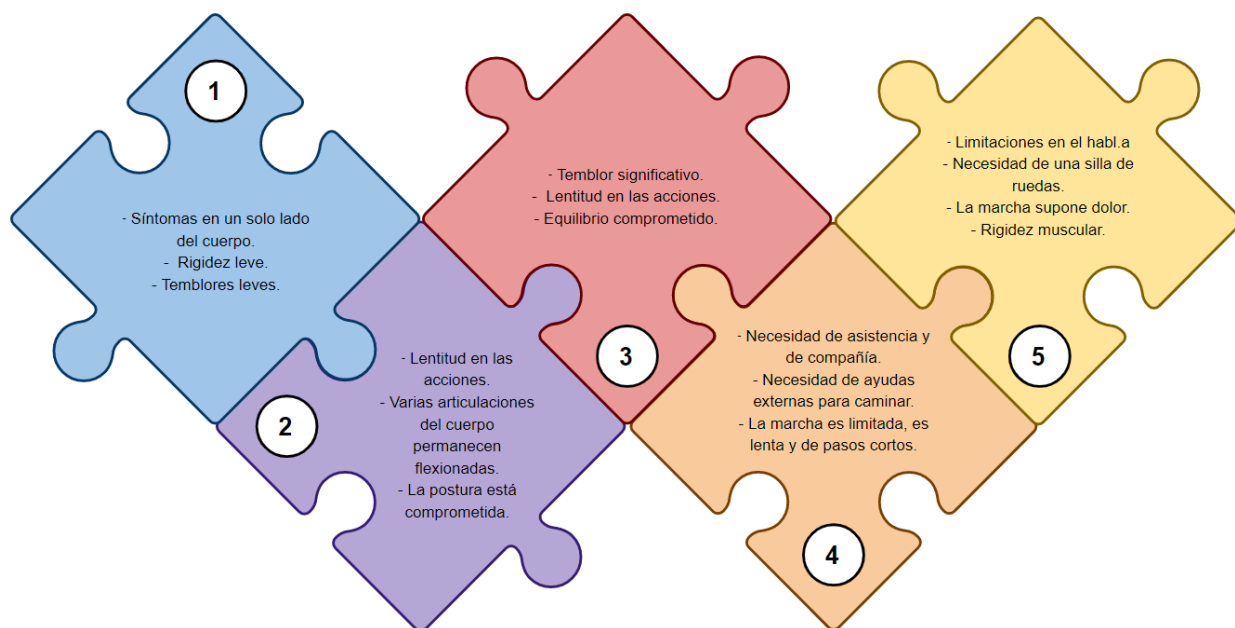
(Elaboración propia, 2021)

Según Gasca et al. (2016) la enfermedad es causada por un mal funcionamiento del sistema de los ganglios basales, ubicados en el cerebro de las personas. Esta falla es causada por la pérdida o inexistencia de dopamina en esta área, además estudios epidemiológicos sugieren que: el número de nuevos casos registrados en un determinado rango de tiempo y el número de casos generales registrados sin importar la fecha, la enfermedad afecta entre 1,5 y 2 veces más a los hombres que a las mujeres, lo que puede indicar efectos de los estrógenos, presentes en mayor medida en las mujeres, sobre el trastorno. Existen factores que sugieren un riesgo de desarrollo de la enfermedad, como la exposición a sustancias como pesticidas y traumatismos en el área cerebral, el factor hereditario también influye en el desarrollo del trastorno en personas menores de 40 años, también se ha asociado el factor genético de cada individuo, pero se señala como la principal causa de la enfermedad al envejecimiento. Según Carrillo et al. (2013), otros factores que pueden provocar el desarrollo de la EP son la exposición al humo residuo del tabaco y demás gases como el residuo de la combustión en los vehículos o el resultante de algunos procesos industriales como el manganeso, monóxido de carbono y organofosforados, además del asbesto y exceso en el consumo de alcohol. A nivel genético, se han encontrado genes como el PARK8 el cual es causa de la enfermedad. En el mismo artículo Carrillo et al. (2013) manifiestan que hay dos escalas de la enfermedad de Parkinson, con los criterios para evaluar el estado de la persona frente a la enfermedad y así diagnosticar, la primera es la escala de estadios de Hoehn y Yahr, que está contenida en la Escala Unificada de Calificación de la Enfermedad de Parkinson UPDRS y consiste en la clasificación del estado de la enfermedad basado en los síntomas y en las magnitudes reflejadas en cinco etapas, en la primera etapa los síntomas son evidentes en un

solo lado del cuerpo, hay rigidez y temblores en las extremidades, aunque son relativamente leves y no suponen mayor molestia para las acciones diarias; en la segunda etapa, la persona presenta lentitud en sus movimientos, varias de las articulaciones del cuerpo permanecen flexionadas, la postura se ve comprometida al expresar una desviación y las acciones del día a día se limitan; en la etapa tres, el afectado presenta temblores significativamente aumentados, lo que le dificulta muchas acciones, además de tener lentitud, la persona tiene dificultades con el equilibrio, a tal punto que le cuesta mantenerse de pie y caminar sin tener accidentes; en la cuarta etapa, la compañía y asistencia de una persona capacitada es fundamental, además de apoyo externo como un objeto para la ayuda al caminar, la persona pierde la capacidad de dar pasos como lo hacía antes, ahora son cortos, apresurados y arrastrando los pies, además la inclinación en la postura es cada vez más notoria, lo que le añade dificultad al caminar; por ultimo esta la etapa cinco, allí la persona presenta limitantes para hablar, es necesario el uso de silla de ruedas para desplazarse y por lo general las personas permanecen en cama debido a la falta de equilibrio, a la rigidez muscular y caminar o estar de pie supone una molestia y dolor; cabe resaltar que al ser una enfermedad degenerativa, las personas aumentan de etapa conforme pasa el tiempo.

Figura 8

Escala de Estadios de Hoehn y Yahr



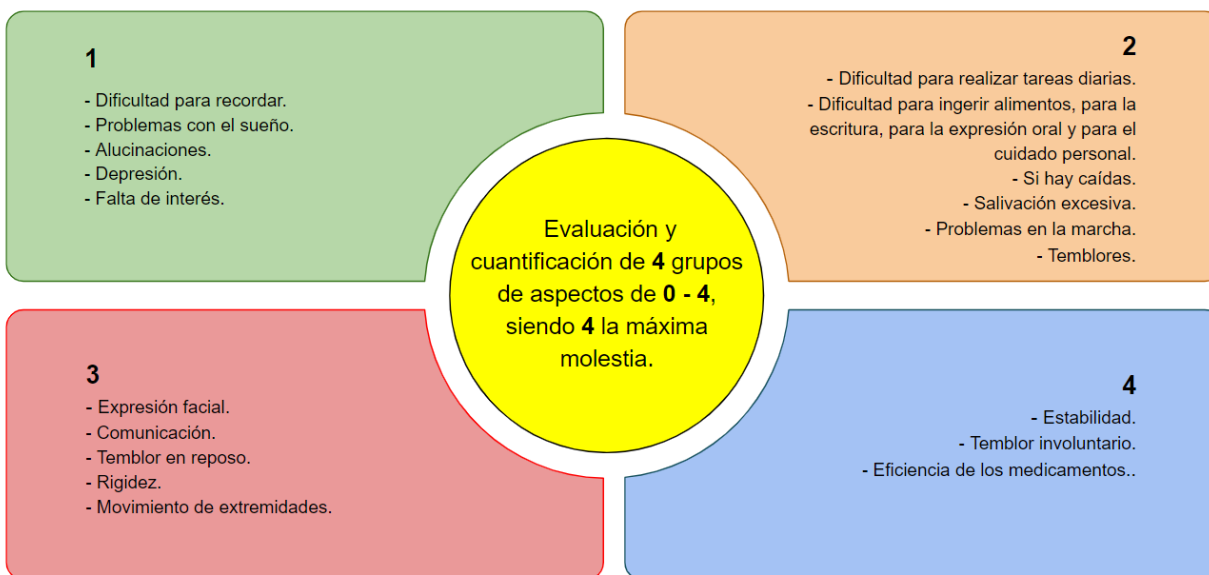
(Elaboración propia, 2021)

La otra escala UPDRS, es una herramienta que consiste en cuantificar unos aspectos característicos de los síntomas del Parkinson, esta escala de valores va de 0 a 4 siendo 0 ninguno y 4 el máximo valor de molestia, a nivel general son 4 aspectos a evaluar en la escala, el primer aspecto es mental, conductual y de ánimo, es este se evalúa la dificultad para recordar, problemas con el sueño, alucinaciones, depresión y falta de interés; el segundo aspecto evalúa la dificultad para realizar actividades diarias, dificultad con la expresión oral, salivación excesiva, dificultad para la ingesta de alimentos, escritura, aseo y cuidado personal, si presenta caídas, y presenta

congelamiento de la marcha, si tiene problemas para caminar y en qué situaciones presenta temblores; en el tercer aspecto se evalúan apartados como la expresión facial, la comunicación, el temblor en reposo, rigidez y movimiento de extremidades; el cuarto y último aspecto cuantifica la estabilidad, los temblores involuntarios y la eficiencia ante los medicamentos.

Figura 9

Escala de Cuantificación de Síntomas



(Elaboración propia, 2021)

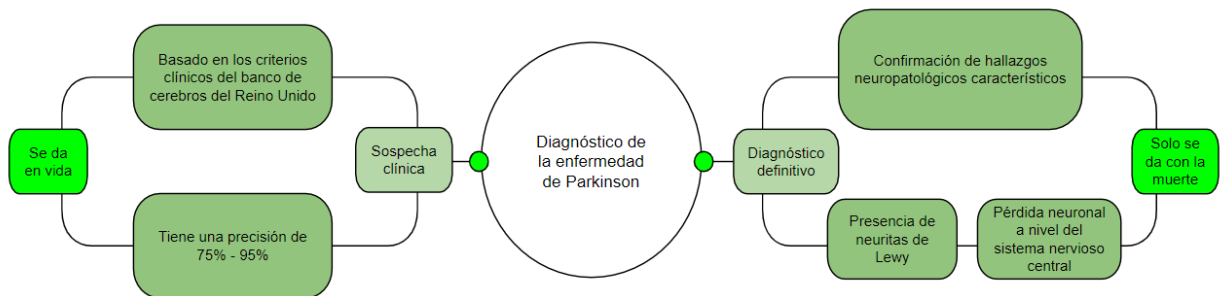
La recopilación de síntomas, así como la recolección de escalas de magnitudes para la enfermedad de Parkinson, nos permite saber cuáles son las oportunidades y problemáticas para trabajar en el proyecto de diseño.

2.5.3. ¿Qué otros síntomas y que otras escalas son utilizadas para el diagnóstico de la EP?

Según Gasca et al. (2016) el diagnóstico para la EP se puede dar de dos maneras, el de sospecha clínica, el cual está basado en comportamientos y síntomas motores; el otro es el diagnóstico definitivo sólo se puede hacer analizando aspectos internos del cerebro de la persona, por ende no se puede hacer en vida; el diagnóstico clínico está basado en los criterios del banco de cerebros de Reino Unido para el diagnóstico de enfermedad de Parkinson idiopática y consiste en una serie de pasos que contienen signos característicos, el primer paso (Diagnóstico del síndrome parkinsoniano), busca evaluar la lentitud de los movimientos, rigidez, temblor e ineficiencia al caminar; el segundo paso (Criterios de exclusión de enfermedad de Parkinson), busca antecedente heredables, antecedentes de otras enfermedades relacionadas o antecedentes de accidentes que puedan causar la enfermedad de Parkinson; el tercer paso (Datos de apoyo positivos en el seguimiento de la enfermedad), consiste en un seguimiento de diversos aspectos de la enfermedad, como la asimetría en los movimientos, respuesta a la levodopa y presencia de temblores. El cúmulo de síntomas sumado a la falta de apoyo que reciben muchas de las personas que conviven con la enfermedad de Parkinson, se convierten en un desafío de dificultad creciente, que además de impactar a la persona directamente afectada por la enfermedad, afecta a los familiares, amigos y organizaciones encargadas de las personas con la EP.

Figura 10

Diagnóstico



(Elaboración propia, 2021)

2.5.4. Vivir con Parkinson.

El día a día de las personas con la enfermedad de Parkinson en su mayoría, debe ser asistido por una persona que apoye todas las actividades de quien tiene la enfermedad. Para la persona afectada directamente por la enfermedad, los síntomas suponen frustración por la limitación y la incapacidad de hacer las acciones que años atrás podía concluir sin problema alguno. Gracias a la naturaleza de la enfermedad, la vida de las personas que padecen el trastorno se ve afectada, al tener síntomas cada vez más comprometedores e incapacitantes. La incertidumbre a las personas implicadas nunca las desampara. La posibilidad de accidentes que comprometan la seguridad de la persona con la enfermedad y de las personas que la rodean, cada vez es más grande, debido al constante incremento en las limitaciones motoras del afectado directo. Según Ballesteros et al. (2013), los esfuerzos de personas que desean ayudar y brindar asistencia a los afectados por la enfermedad de Parkinson son de gran magnitud, aun así, no son

suficientes para brindar la ayuda eficiente, eficaz, de calidad y multidisciplinar necesaria. La interdisciplinariedad es un recurso clave para el desarrollo de ideas que solucionen las problemáticas y oportunidades del mercado actual y sus exigencias, una de las industrias que es capaz de solucionar problemas médicos y clínicos por medio del desarrollo y la aplicación de tecnología y que además sea capaz de funcionar en torno a la interdisciplinariedad es la industria biomédica.

2.5.5. ¿Qué es la industria biomédica?

Es la disciplina encargada de solucionar desafíos médicos por medio del desarrollo y utilización de conocimiento biológico, desarrollo tecnológico e innovación, uno de los objetivos de esta industria es el de mejorar la calidad de vida en torno al desarrollo de productos médicos, de diagnóstico y medicamentos; entre sus campos de acción está la industria farmacéutica, que es la encargada del desarrollo de sustancias químicas con fines médicos; la biotecnología, que es la aplicación de tecnologías contemporáneas a diversos procesos biológicos; desarrollo de dispositivos médicos, de diagnóstico y laboratorio. En las industrias biomédicas, la interdisciplinariedad es un pilar fundamental, según Simini y Vienni (2016) la interdisciplinariedad como un concepto capaz de sinergizar los enfoques específicos, habilidades y destrezas de cada disciplina por separado. Una de las categorías de productos que surge de la unión de diversas áreas del conocimiento y disciplinas son los wearables, ya que muchos de ellos reúnen desarrollos propios de diversos campos, entre ellos la medicina.

2.5.6. ¿Qué son los wearables?

Wearable, traduce “usable” y son definidos como la tecnología ponible y que funciona

como complemento del cuerpo humano, herramienta que facilita o permite una acción, potenciador de las habilidades humanas. Su llegada masiva se le atribuyen a tres factores, el tamaño de los componentes tecnológicos, el cual ha permitido el desarrollo de estas tecnologías a esa escala, el costo de los componentes ha reducido debido a la cantidad de componentes que salen al mercado y por último está el desarrollo constante de nuevas tecnologías que fácilmente hacen obsoletas las versiones anteriores, incentivando el flujo constante de productos en el mercado. Según Luque (2016) algunas de las categorías de los wearables son:

2.5.6.1. Tech togs.

Tecnología en la cual, a una prenda de ropa se le implementa en cualquier lugar un sistema que permita la conectividad, por ejemplo, una camiseta que permita monitorear la posición.

2.5.6.2. Fashionable technology.

Es la aplicación de diversas tecnologías que permiten expandir la experiencia de llevar un artículo de moda, su enfoque suele ser nada más en la apariencia.

2.5.6.3. Soft circuits.

Categoría de circuitos fabricados en materiales flexibles, brindando así la posibilidad de incorporarse en una mayor cantidad de superficies, un ejemplo es una tela que está hecha de materiales conductores que permite el flujo de la corriente eléctrica para ejecutar acciones.

2.5.6.4. E-textiles.

Textiles desarrollados con algún tipo de tecnología, que le permita a las prendas creadas a partir de ellos tener características ideales para tener en la ropa, por ejemplo, ropa con sensores

para monitorear el cuerpo humano o telas con la capacidad de repeler la suciedad.

2.5.6.5. Ubiquos computing.

Hace referencia a la cercanía que podemos tener con los sistemas interconectados o informáticos.

2.5.6.6. DIY Wearables.

Hace referencia a la espontaneidad para generar un wearable que satisfaga una necesidad personal.

En función de las tecnologías desarrolladas y a la capacidad de implementar y traducirlas de la mejor manera posible, se puede llegar al desarrollo de wearables que trabajen directamente sobre la problemática u oportunidad de mejora, en este caso, sintomatología correspondiente a la enfermedad de Parkinson.

2.5.7. ¿Qué es el congelamiento de la marcha?

El congelamiento de la marcha es uno de los síntomas de la EP más comunes y este se caracteriza por la incapacidad de continuar la marcha, algunos afectados lo describen como si los pies se quedarán pegados al suelo, pero este trastorno no es solo de la marcha, este se puede manifestar en otras acciones. Según Gonçalves y Pereira (2013) el congelamiento de la marcha afecta a más de un tercio de las personas con EP. Además, según Arbelo et al. (2013) se estima que los episodios de congelamiento de la marcha pueden ser responsables de caídas en personas que padecen este síntoma. También el 80% de las personas que tienen de 15-20 años con la EP tienen congelamiento de la marcha, que se deriva en caídas y accidentes que producen fracturas

hasta en un 35% de los casos. Este síntoma supone diversas problemáticas para la persona que padece la enfermedad, pero algunos estímulos sensoriales son capaces de evitar episodios de congelamiento de la marcha y de superar los mismos cuando se presentan; según la literatura, los estímulos sensoriales que son capaces de tratar el congelamiento son los estímulos táctiles, los estímulos visuales y los estímulos auditivos, según Cano et al. (2019) se concluye que el giro en la marcha, es capaz de desencadenar el bloqueo hasta en un (63%), aunque el congelamiento también se puede dar al inicio de la marcha en un (23%), al caminar por espacios reducidos (12%) y al llegar a algún lado en específico con un (9%). Teniendo en cuenta la información anterior, es necesario precisar también que la aplicación de estímulos auditivos es más eficiente para aumentar la cadencia en la marcha y que los estímulos visuales y táctiles son más eficientes para aumentar la longitud de los pasos que componen la marcha de la persona con este síntoma.

También se puede recurrir a la aplicación simultánea de los estímulos auditivos, visuales o táctiles (estimulación intersensorial) para lograr una mayor eficiencia al momento en el que las personas con congelamiento inician la marcha.

3. DESARROLLO

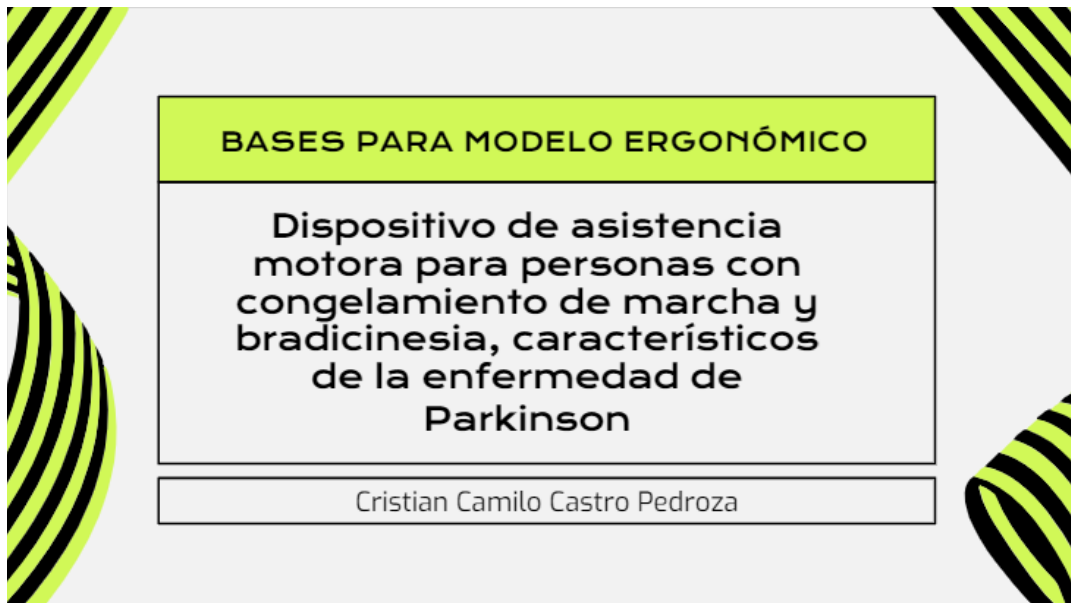
3.1. Desarrollo coherente al Objetivo 1

Recordando el primer objetivo específico que era (Desarrollar unas bases de un modelo ergonómico basado en información de la literatura y otras fuentes indirectas, que recopile y diagrame aspectos de la enfermedad de Parkinson, las características de la marcha, las características del que sería el usuario del dispositivo, las particularidades de las personas con

edad avanzada, diseño universal, las características de los distintos estímulos y demás aspectos que se deban tener en cuenta para la configuración de la ideación.), para el desarrollo del mismo, se partió de las investigaciones, recopilaciones de información y síntesis de la misma, para iniciar con la construcción de un documento que contuviera todos los datos y especificaciones que abrieron las puertas a la creación de requerimientos y determinantes.

Figura 11

Portada bases para modelo ergonómico



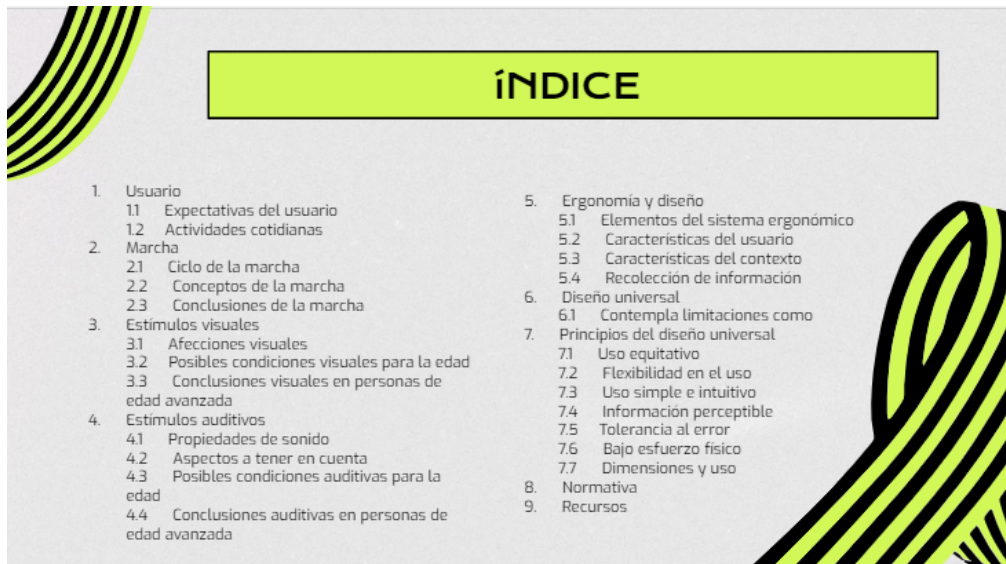
(Elaboración propia, 2021)

Este documento tiene el fin de recopilar información relacionada con el tema de estudio y encontrada en la literatura, con el fin de general especificaciones y requerimientos propias para la ideación (Dispositivo de asistencia motora para personas con congelamiento de marcha y

bradicinesia, característicos de la enfermedad de Parkinson).

Figura 12

Índice bases para modelo ergonómico

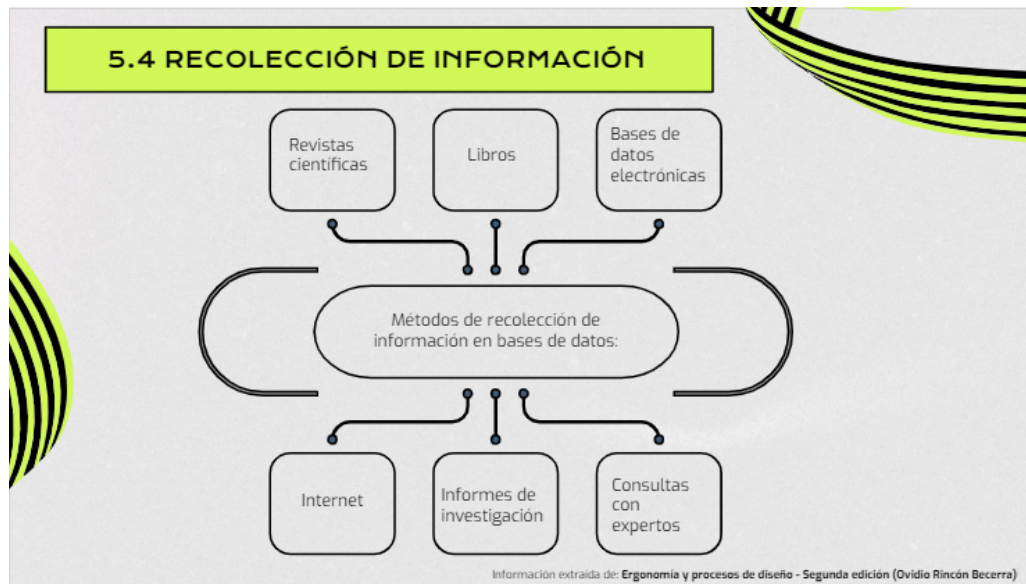
The image shows a table of contents for a document titled 'Índice bases para modelo ergonómico'. The title is in a yellow box at the top center. The content is organized into two columns of numbered items. The left column contains items 1 through 4, and the right column contains items 5 through 9. The items are: 1. Usuario (1.1 Expectativas del usuario, 1.2 Actividades cotidianas); 2. Marcha (2.1 Ciclo de la marcha, 2.2 Conceptos de la marcha, 2.3 Conclusiones de la marcha); 3. Estímulos visuales (3.1 Afecciones visuales, 3.2 Posibles condiciones visuales para la edad, 3.3 Conclusiones visuales en personas de edad avanzada); 4. Estímulos auditivos (4.1 Propiedades de sonido, 4.2 Aspectos a tener en cuenta, 4.3 Posibles condiciones auditivas para la edad, 4.4 Conclusiones auditivas en personas de edad avanzada); 5. Ergonomía y diseño (5.1 Elementos del sistema ergonómico, 5.2 Características del usuario, 5.3 Características del contexto, 5.4 Recolección de información); 6. Diseño universal (6.1 Contempla limitaciones como); 7. Principios del diseño universal (7.1 Uso equitativo, 7.2 Flexibilidad en el uso, 7.3 Uso simple e intuitivo, 7.4 Información perceptible, 7.5 Tolerancia al error, 7.6 Bajo esfuerzo físico, 7.7 Dimensiones y uso); 8. Normativa; 9. Recursos. The background of the page has decorative curved lines in the corners.

(Elaboración propia, 2021)

Este documento está construido en base a información recolectada en diversas fuentes y está diagramada de tal manera que se generen y resalten conclusiones que son las que metodológicamente deben resultar del proceso de construcción de las bases para el modelo ergonómico.

Figura 13

Recoleccion de informacion



(Elaboración propia, 2021)

El documento completo correspondiente a las bases de modelo ergonómico, corresponde al Anexo 1.

3.2. Capítulo del desarrollo coherente al Objetivo 2

Recordando el segundo objetivo específico que es (Desarrollar una herramienta metodológica, que permita evaluar referentes a la luz de requerimientos y determinantes de la ideación, mediante la diagramación y síntesis de los aspectos mentales del usuario, aspectos de la edad avanzada, aspectos de la enfermedad de Parkinson, aspectos de diseño universal y referentes), se partió de todas las conclusiones desarrolladas en las bases para modelo

ergonómico, para así crear la lista de todos los aspectos, requerimientos y determinantes que deben ser contemplados para el desarrollo de la propuesta

Figura 14

Anexo 2

		Dispositivos						
		Referentes actuales				Posibles ideaciones		
Aspectos a tener en cuenta en el desarrollo del dispositivo		Baston que emite estímulos	Dispositivo tipo "smartwatch"	Dispositivo laser, ubicado en las extremidades inferiores	Dispositivo (Intel) de alerta con sensores en los tobillos y el cuello que emite vibraciones	Dispositivo que emite estímulos auditivos y se conecta con un cinturón que percibe que el usuario está en un episodio de congelamiento	Gafas	Dispositivo ubicado detrás del oído que emite estímulos auditivos y estímulos táctiles
Aspectos mentales del usuario	- Contemplar que las personas con EP tienen dificultad para ejecutar acciones	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green
	- Contemplar que las personas con EP requieren de una asistencia o apoyo	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green
	- Contemplar que las personas con EP tienen frustración por no poder realizar acciones	Red	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	Green
	- Contemplar que en personas con EP se presenta el miedo a accidentes	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green

(Elaboración propia, 2021)

La primera tabla de este objetivo, corresponde al Anexo 2 y tiene la función de analizar referentes y posibles propuestas conceptuales, esto con la ayuda de su comparación ante el cumplimiento, cumplimiento parcial o incumplimiento de los aspectos enlistados en la parte izquierda de la tabla.

Figura 15

Anexo 3

		Dispositivos				
		Referentes actuales				
Aspectos a tener en cuenta en el desarrollo del dispositivo	Baston que emite estímulos	Dispositivo tipo "smartwatch"	Dispositivo laser, ubicado en las extremidades inferiores	Dispositivo (Intel) de alerta con sensores en los tobillos y el cuello que emite vibraciones	Dispositivo que emite estímulos auditivos y se conecta con un cinturón que percibe que el usuario está en un episodio de congelamiento	
Aspectos mentales del usuario	- Contemplar que las personas con EP tienen dificultad para ejecutar acciones					
	- Contemplar que las personas con EP requieren de una asistencia o apoyo					
	- Contemplar que las personas con EP tienen frustración por no poder realizar acciones					
	- Contemplar que en personas con EP se presenta el					

(Elaboración propia, 2021)

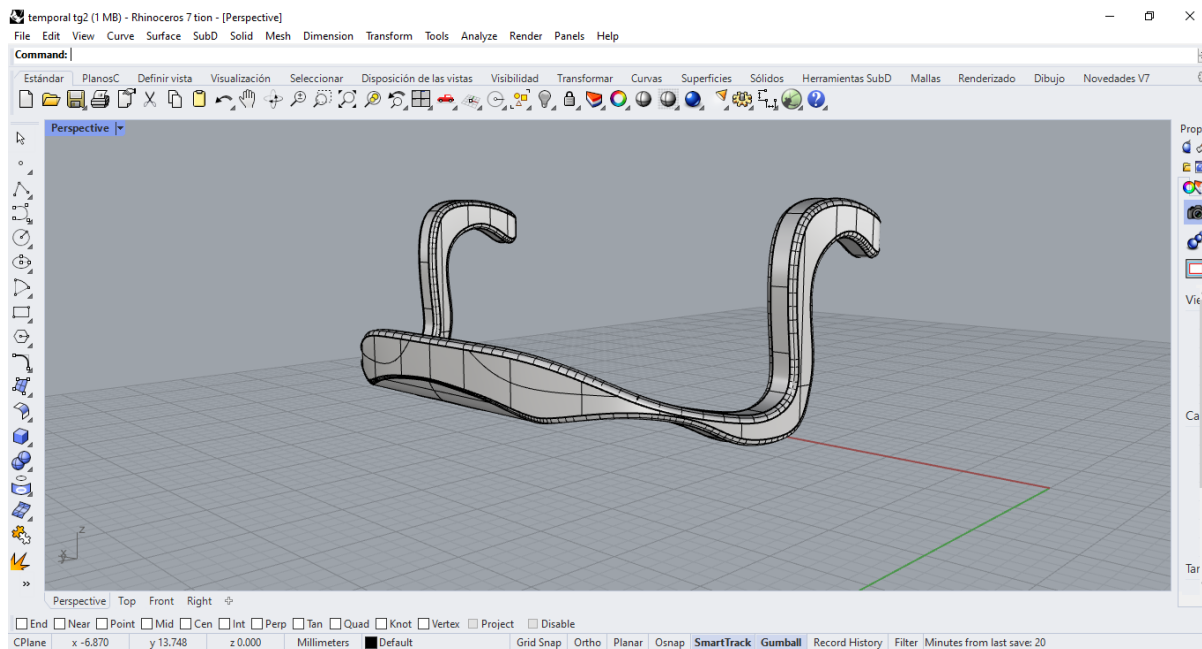
La función del Anexo 3 dentro del objetivo específico 2, es la de resaltar sólo los aspectos de los referentes que realmente son útiles para el desarrollo de la propuesta, ya que no todos los aspectos resultantes del análisis del Anexo 2, son útiles. Cabe aclarar que la decisión si es un aspecto que vale la pena o no tomarlo como referente es de criterio propio, basado en las evidencias que hay las diversas fuentes de información indirecta en torno a los referentes.

3.3. Capítulo del desarrollo coherente al Objetivo 3

Recordando el tercer objetivo específico (Desarrollar una representación del dispositivo en un software de modelado 3d, con el fin de comunicar la propuesta y compararla con la escala humana), se partió de exploraciones por medio del boceto para iniciar el modelado en Rhinoceros 3D.

Figura 16

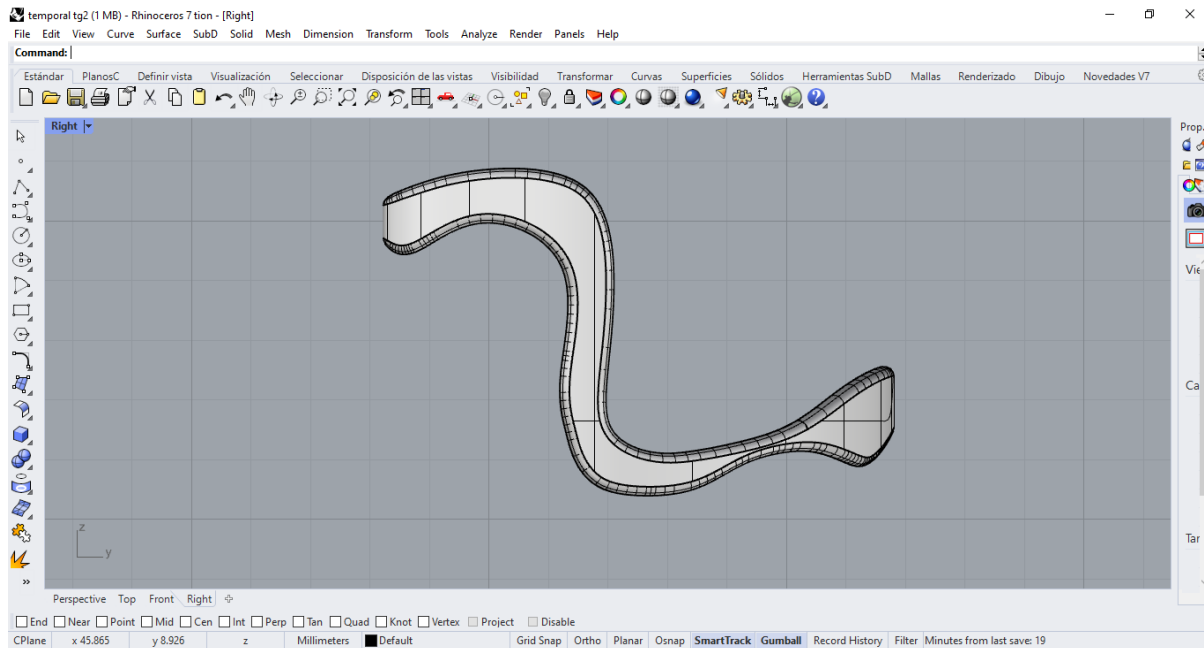
Render 1



(Elaboración propia, 2021)

Figura 17

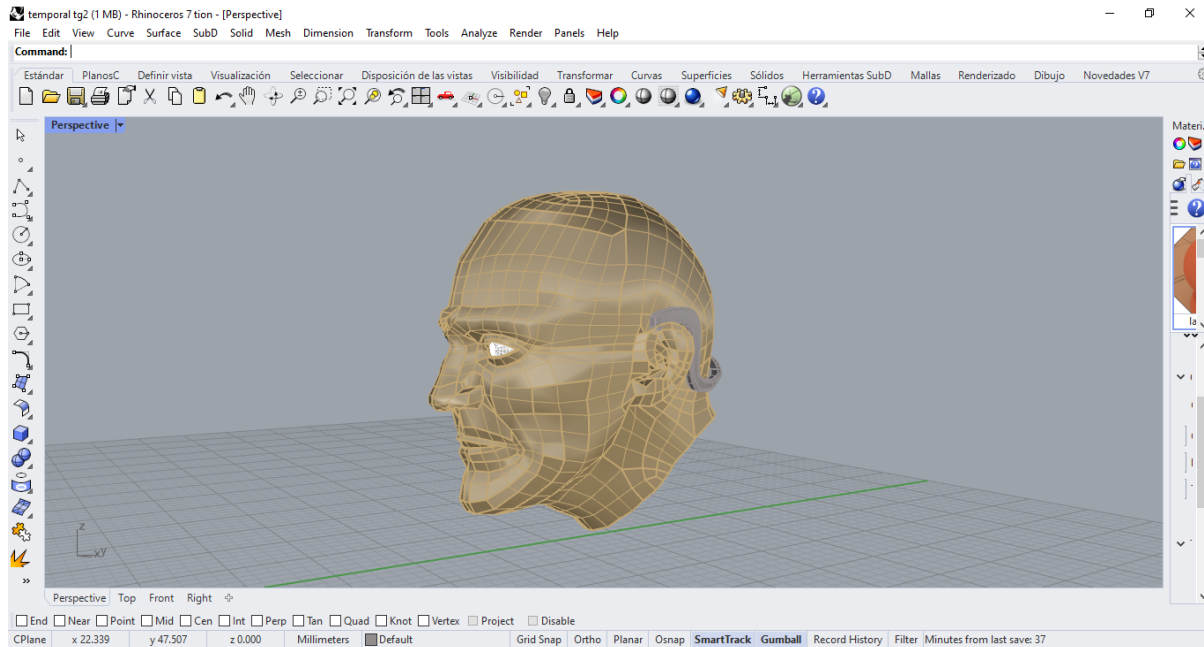
Render 2



(Elaboración propia, 2021)

Figura 18

Render 3

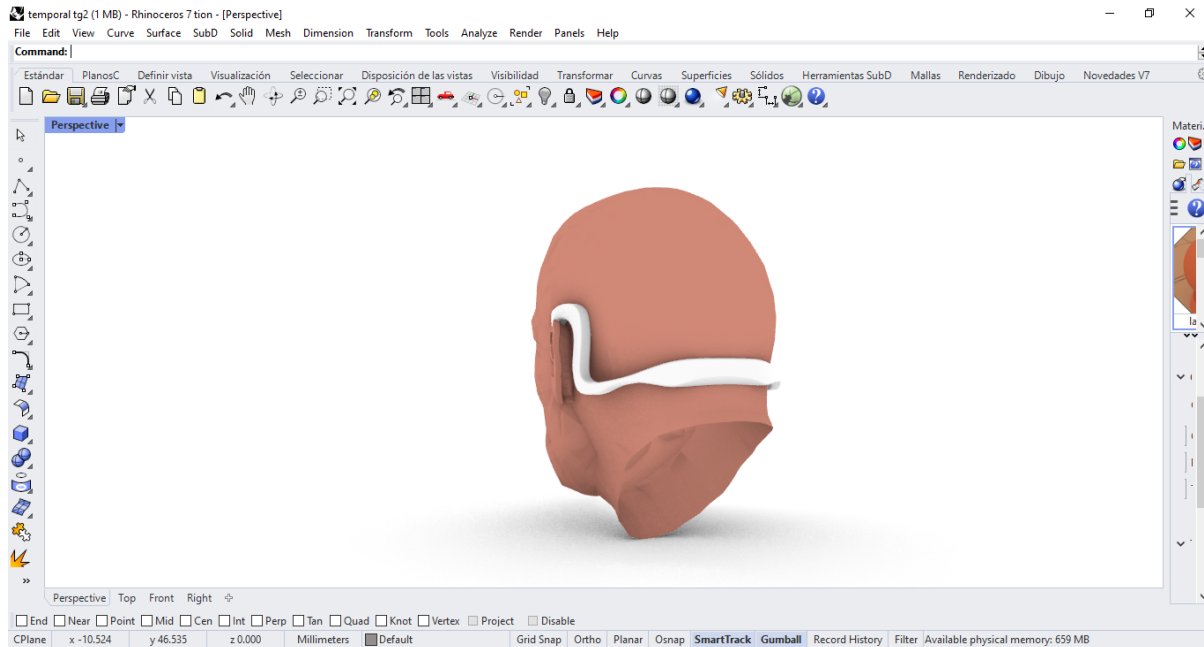


(Elaboración propia, 2021)

Para contextualizar el modelado, se añadió una representación de una cabeza humana, para así poder dimensionar el dispositivo.

Figura 19

Render 4

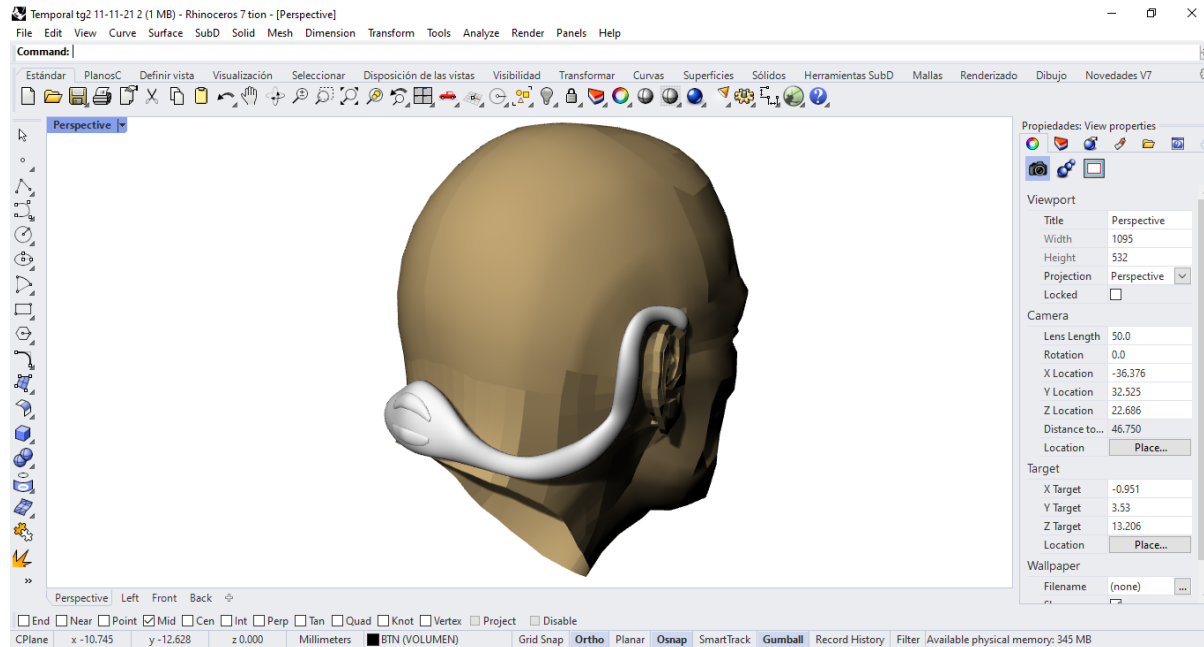


(Elaboración propia, 2021)

Los primeros métodos de modelado, no reflejaban las especificaciones formales que se querían

Figura 20

Render 5



(Elaboración propia, 2021)

Teniendo en cuenta el modelado desarrollado hasta el momento, me contacté con la empresa española de desarrollo de dispositivos biomédicos (Darwin Biomedical), para vincular el proyecto a un proceso de validación, en el que se generaron retroalimentaciones y asistencias con la definición de aspectos técnicos, formales, estéticos y funcionales de la propuesta de dispositivo, además de plantear posibles rutas de acción para el desarrollo futuro de la ideación.

Figura 21

Render 6



(Elaboración propia, 2021)

3.4. Desarrollo de la metodología

Al inicio del proyecto, se estableció el foco que debía tener la investigación, ya que la información del Parkinson es diversa, se indaga acerca de entidades, tratamientos, síntomas, afectados, la naturaleza de la enfermedad, sus causas, sus consecuencias, sus escalas, sus niveles y su diagnóstico; pero el rango de información seguía siendo amplio hasta ese punto, por ende se aplicaron herramientas como conexiones de nodos y conceptos, es así como se llega a entender una situación problema que aqueja a algunas personas con la EP, después se planteó la situación de investigación y desarrollo, para así darle paso a la continua indagación y a la creación de

objetivos; teniendo lo que se quería lograr, se planteó una posible metodología basada en referentes de diversas disciplinas, después, se inició con el desarrollo del primer objetivo específico, el cual corresponde al Anexo 1, citado anteriormente, esto permitió con el desarrollo del segundo objetivo específico (Anexo 2 y 3), que a su vez habilita el inicio del desarrollo formal de la propuesta. Para el desarrollo de la misma siempre se recurre constantemente a las diversas fuentes de información para hacer las correcciones pertinentes y añadir lo que fuera necesario, hasta llegar a la versión más reciente del mismo.

El objetivo general del proyecto estaría cumplido por el desarrollo de la propuesta de dispositivo que evita la aparición de episodios de CDM y bradicinesia en personas con EP; este dispositivo funciona bajo el principio de detección temprana y anticipada de la posible existencia de episodios, para así generar los estímulos oportunos antes de que los mismos aparezcan e influyan sobre la marcha del afectado; este dispositivo estaría ubicado en la parte posterior de la cabeza humana y estaría apoyado sobre las orejas, tendría sensores próximos a cerebelo, con la función de detectar anomalías en los impulsos encargados del movimiento, estos sensores transmiten la señal a un módulo interno encargado de procesar la información y de enviar la señal a los demás componentes para que generen sonido rítmico por los parlantes y vibraciones en la cabeza de la persona con EP. Este dispositivo contaría con abertura tipo C para carga de batería, cuatro ajustes de tallas, dos parlantes, un interruptor, dos botones de acción rápida y cuatro electrodos de copa (empleados en los exámenes de potencial evocado motor) que actúan como sensores para detectar la aparición anticipada de episodios de congelamiento de la marcha y bradicinesia.

Figura 22

Render 7



(Elaboración propia, 2021)

4. CONCLUSIONES

La utilización de estímulos visuales casi siempre influirá sobre la marcha de cualquier persona, por ende es oportuno idear de la manera más discreta y consciente si es que se decide intervenir sobre la visión, para evitar la obstrucción lo máximo posible, de este mismo modo, se debe procurar influir lo menos posible sobre el correcto funcionamiento sensorial.

Es oportuna la creación de un sistema que contenga y recupere las diversas soluciones de síntomas o enfermedades, independientemente de sus procedencias, esto con el fin de facilitar al acceso de quien padece enfermedades o limitaciones a sus posibles soluciones.

La implementación de diversos esfuerzos por parte de distintas disciplinas en pro de las lógicas de calidad de vida, favorece el progreso social, ya que aparte de impactar positivamente sobre la vida de quien padece enfermedades y limitaciones, también favorece el flujo de información e investigación, aumentando la posibilidad de creación de soluciones y calidad en las mismas; además, esto influirá en el trabajo cooperativo entre distintas disciplinas, añadiendo fuerza a las ideaciones.

5. RECOMENDACIONES

Para aumentar la eficiencia de diversas soluciones y productos, es necesario estudiar de la manera más rigurosa posible, las referencias existentes, además se debe contemplar la posibilidad de tomar como punto de partida las mismas, pero evitando el plagio, favoreciendo la cooperación y procesos asistidos.

Es ideal que en procesos de desarrollo y creación se contemple al usuario de la futura ideación, en procesos creativos, ya que de esa manera se pueden llegar a mejores soluciones, en menos tiempo y con un menor gasto de insumos.

La cooperación entre disciplinas es un factor fundamental para la implementación de diversas lógicas de enseñanza y aprendizaje, que a la larga reduciría costos en todos los procesos y reduciría el tiempo de trabajo, por ende es necesaria desde el primer momento de desarrollo y creación implementar dinámicas que requieran de diversas disciplinas.

Si se desea desarrollar en torno a las sensaciones, se debe contemplar la posibilidad de trabajar sobre la implementación intersensorial.

6. REFERENCIAS

- Arbelo, J., Burguera, J., Carrillo, F., Castro, A., Chacón, J., García, P., Kulisevsky, J., Lezcano, E., Luquin, M., Martínez, I., Martínez, J., Mir, P., Puente, V., Sesar, A., Valldeoriola, F., y Yañez, R. (2 de mayo 2013). Neurología. *Enfermedad de Parkinson avanzada. Características clínicas y tratamiento (parte I)*, 28(8), 503-521.
<https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.05.001>
- Ariza, L., Guerrero, J., Moreno, C., y Ortiz, P. (5 de septiembre de 2016). Acta neurológica colombiana. *Caracterización de pacientes con enfermedad de Parkinson en un centro de referencia de la ciudad de Bogotá, Colombia*, 32(3), 203-208.
<http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v32n3/v32n3a04.pdf>
- Ballesteros, L., García, R., Jesús, S., López, E., y Mir, P. (28 de junio de 2013). Neurología. *Informe de la Fundación del Cerebro sobre el impacto social de la enfermedad de Parkinson en España*, 31(6), 401-413.
<https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.04.008>
- Betancur, E., Pérez, A., Sánchez, J., Torres, M., Valero, K., y Villamil, J. (24 de enero 2017). Revista de la facultad de medicina. *Entrenamiento motor en el continuo de la realidad a la virtualidad*, 66(1), 117-123. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.59834>
- Buriticá, O., Millán, P., y Saavedra, J. (24 de julio de 2019). Acta neurológica colombiana. *Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson*, 35(3), 2-10.
<https://doi.org/10.22379/24224022244>
- Cano, R., Gómez, J., Martín, P. (13 de octubre de 2016). Neurología. *Efectos de los estímulos*

- auditivos en la fase de iniciación de la marcha y de giro en pacientes con enfermedad de Parkinson*, 34(6), 396-407. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.10.008>
- Carrillo, J., Chávez, E., y Ontiveros, M. (25 de abril de 2013). *Salud Mental. La enfermedad de Parkinson: neurología para psiquiatras*, 36(4), 315-324
- Gasca, C., Martínez, R., Obeso, J., y Sánchez, A. (19 de mayo de 2016). *Revista Médica Clínica Las Condes. Actualización en la enfermedad de Parkinson*, 27(3), 363-379. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.06.010>
- Gonçalves, G., y Pereira, J. (2 de septiembre de 2012). *Revista médica de Chile. Trastorno de la marcha en la enfermedad de Parkinson: freezing y perspectivas actuales*, 141, 758-764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000600010>
- Luque, J. (2016) *Revista digital ACTA. Dispositivos y tecnologías wearables*, 41, 1-10. https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/041001.pdf
- Simini, F., y Vienni, B. (2016). *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V. Ingeniería biomédica, interdisciplina y sociedad*, 31(1), 63-73. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/download/15460/144814482143

7. TERMINOLOGIA BÁSICA

- Bradicinesia: Disminución de la velocidad de los movimientos de una persona.
- Dopamina: Es uno de los neurotransmisores encargados de las funciones motoras, el sistema de recompensas y el control hormonal del cuerpo humano.
- Estrógeno: Es una hormona presente en el cuerpo de las mujeres y los hombres, pero que está

- en mayor cantidad en el cuerpo de las mujeres y es una de las hormonas que permite la gestación.
- Ganglios basales: Son un conjunto de cuerpos celulares ubicados en el sistema nervioso central y son fundamentales para los movimientos voluntarios y la postura de las personas.
 - Interdisciplinariedad: Capacidad que se tiene de interactuar desde disciplinas distintas en pro de un objetivo en común.
 - Intersensorial: Es la recepción de estímulos simultáneos, que son recibidos desde diversos canales de percepción o sensoriales.
 - Levodopa: Medicamento empleado para disminuir temporalmente algunos síntomas del Parkinson.
 - Neurodegenerativo: Adjetivo atribuido a enfermedades debilitantes, progresivas e incurables.
 - Trastorno: Alteración del funcionamiento normal de un proceso en el cuerpo humano.

8. ANEXOS

Los anexos de este documento (Anexo 1,2 y 3) están adjuntos, creados, resumidos y citados por el autor.

