



DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Instrumento sensorial de rehabilitación física para sobrevivientes de ACV que utiliza música para estimular, guiar y marcar los movimientos en el marco de terapia física.

Autora: **Paz Alemany Varela**

Profesora guía: **Bernardita Figueroa Calmels**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñadora

Julio 2022 | Santiago, Chile



Instrumento sensorial de rehabilitación física para sobrevivientes de ACV que utiliza música para estimular, guiar y marcar los movimientos en el marco de terapia física.

Autora: **Paz Alemany Varela**

Profesora guía: **Bernardita Figueroa Calmels**

*Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al título
profesional de Diseñadora*

Julio 2022 | Santiago, Chile



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Gracias a todas las personas que fueron parte del proyecto y que hicieron posible su desarrollo. A Bernardita Figueroa, mi profesora guía, por enseñarme y aconsejarme en cada etapa del proceso. A Susana Figueroa por su ayuda en la fabricación de A TEMPO, su gran disposición y tiempo dedicado al trabajo. A mi compañera de título, Berni Antúnez, con quien compartimos de inicio a fin esta larga etapa. Finalmente, a mi familia y amigas por su apoyo y acompañamiento durante el proceso de título este último año, y a lo largo de toda la carrera de Diseño.

TABLA DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

- 8 1.1 Motivación personal
- 9 1.2 Formulación del proyecto
- 10 1.3 Introducción

2 MARCO CONCEPTUAL

- 14 2.1 Música y su aplicación en la salud
- 15 2.2 Melodías y ritmos
- 17 2.3 Ritmo y movimiento
- 19 2.3.1 Efectos de la música en el cuerpo humano
- 20 2.4 Musicoterapia
- 21 2.4.1 Musicoterapia y tecnología musical
- 23 2.5 Accidente cerebrovascular izquémico
- 25 2.5.1 Factores de riesgo de contraer ACV
- 26 2.5.2 Complicaciones de un ACV
- 27 2.6 Rehabilitación tras un ACV
- 31 2.7 Coordinación ojo-mano
- 32 2.8 Ejercitación tono muscular
- 33 2.9 Evaluación funcional
- 34 2.10 Música en la neurorehabilitación
- 35 2.11 El rol del diseño en intervenciones de salud
- 36 2.12 Diseño inclusivo

3 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

- 39 3.1 Oportunidad
- 40 3.2 Formulación
- 41 3.3 Objetivos
- 43 3.4 A TEMPO
- 44 3.5 Patrón de valor
- 45 3.6 Usuarios
- 46 3.7 Mapa de actores
- 47 3.8 Mapa de empatía
- 48 3.9 Requerimientos de diseño
- 49 3.10 Consideraciones de diseño
- 51 3.11 Contexto de implementación

4 PROCESO DE DISEÑO

- 55 4.1 Metodología del proyecto
- 57 4.2 Referentes
- 60 4.3 Antecedentes
- 62 4.4 Primera propuesta
- 63 4.5 Testeo inicial
- 65 4.6 Forma
- 68 4.7 Primera validación
- 72 4.8 Segunda validación
- 76 4.9 Validación kinesiólogo
- 77 4.10 Iteración forma
- 79 4.11 Ejercicios posibles con el dispositivo
- 81 4.12 Prototipo funcional
- 83 4.13 Prototipo funcional modular
- 85 4.14 Prototipo funcional
- 87 4.15 Validación final
- 90 4.16 Aplicación

5 DISPOSITIVO FINAL

- 100 5.1 Partes del dispositivo
- 105 5.2 Características
- 107 5.3 Planimetrías
- 109 5.4 Modo de uso
- 111 5.5 Identidad visual

6 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

- 116 6.1 Estrategia comercial
- 117 6.2 Estrategia de marketing
- 118 6.3 Modelo canvas
- 119 6.4 Costos del proyecto
- 120 6.5 Financiamiento

7 CIERRE

- 123 7.1 Impacto
- 124 7.2 Proyecciones
- 125 7.3 Conclusiones

8 BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

- 128 8.1 Anexos
- 130 8.2 bibliografía



Imágen 1. "Radiografía" Pexels, 2021

1. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1 MOTIVACIÓN PERSONAL

Durante el año 2020 y 2021, tras la pandemia de COVID-19 nos encontrábamos en una situación de confinamiento. En ese contexto la música se transformó, para mí, en una forma de escape. Con audífonos y música fuerte lograba poner una pausa a lo que estaba haciendo y siempre me ayudaba a subir el ánimo, a despejar mi cabeza y muchas veces, casi sin querer, terminaba bailando. Se transformó en una especie de terapia que formó parte importante de mi rutina diaria durante el peak de la pandemia. Durante ese periodo reflexioné mucho sobre el poder que tiene la música en nuestro estado de ánimo y la capacidad que tiene de hacer que nos movamos casi involuntariamente.

Paralelamente comencé a interesarme cada vez más en el área interdisciplinaria entre diseño y salud. Esto presentaba nuevas alternativas para solucionar muchos de los problemas que hoy se viven en el mundo de la salud. Una de las oportunidades era investigar sobre las posibilidades que presenta la música en terapias. Me cuestio-

né ¿de qué manera los efectos que produce la música en las personas se pueden utilizar a favor de la salud?.

Sin duda estos dos mundos podían complementarse perfectamente a favor del tratamiento de ciertos pacientes.

Teniendo en cuenta las 2 principales características, que se rescataron sobre la música: su efecto en lo emocional y la estimulación física, me hizo mucho sentido enfocarse en rehabilitación motriz. Esta es una práctica en donde se trabaja directamente la movilidad física, afectada por alguna enfermedad o accidente, para lo que se necesita de diferentes estimulaciones con el fin de ejercitar y recuperar los movimientos alterados o perdidos. A su vez el proceso de rehabilitación puede ser muy difícil y frustrante para el paciente, por lo que la dimensión emocional también juega un rol fundamental en ese proceso, especialmente si la persona sufrió un evento traumático que lo llevó a esa situación. Finalmente, se encuentra el factor motivacional, realizar cualquier actividad con la música que más nos gusta siempre se va a transformar en algo más entretenido y lúdico.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

QUÉ

Instrumento sensorial de rehabilitación física para sobrevivientes de ACV que utiliza música para estimular, guiar y marcar los movimientos en el marco de terapia física.

POR QUÉ

Al sufrir un accidente cerebrovascular se debe movilizar la zona afectada para una correcta recuperación. La música, además de motivar por gusto, estimula el equilibrio y el tono muscular mejorando la coordinación y la propia conciencia del cuerpo.

PARA QUÉ

Para apoyar la etapa de rehabilitación, potenciando la estimulación necesaria para recuperar el movimiento perdido o alterado, y a su vez motivar al paciente a través de la interacción con música de su gusto.

1.3 INTRODUCCIÓN

El accidente cerebro vascular (ACV) en Chile afecta a 130 personas por cada 100 mil habitantes y es la principal causa de discapacidad y la segunda causa de muerte en el país (Riquelme, 2020). La incidencia en adultos jóvenes menores de 45 años ha aumentado un 40% desde los 90 (Ibid). El ACV afecta de manera diferente dependiendo del grado del accidente. Una serie de funciones físicas y cognitivas pueden verse comprometidas ya que el cerebro controla todo lo que hace el cuerpo, incluyendo el movimiento, habla, visión y emociones. Las secuelas que deja el accidente cerebrovascular pueden ser bastante leves y los efectos sólo temporales, o pueden ser más graves y provocar daños duraderos (Bupa,2020).

Lo más común es que la persona afectada vea alterado su movimiento o pierda la fuerza muscular en un lado del cuerpo. Comenzar con la rehabilitación temprana permite que tras un ACV, puedan generarse los cambios en el menor tiempo posible, estimulando aspectos críticos, como la coordinación y el equilibrio y de forma interdisciplinaria (Riquelme,2020). Existe evidencia científica que demuestra que el entrenamiento temprano del balance mediante ejercicios, uso de dispositivos y el entrenamiento de tareas repetitivas ayuda en la recuperación y la mejora de los movimientos afectados (Ibid).

La etapa de la rehabilitación puede ser un proceso muy difícil para el paciente, es un evento traumático, que ocurre de manera inesperada, que además genera mucha angustia y ansiedad, es por esto que el utilizar estímulos que además de aportar en la rehabilitación, motiven al paciente y puedan generar un ambiente más amigable para trabajar, es sumamente importante (Clínica Davila, 2021).

Por su parte, una de las mayores características de la música es la facultad que tiene de generar movimiento y hacer bailar a las personas a través de sus ritmos. Esto se debe a la capacidad de sincronizar emociones, sentimientos y acciones. Se ha demostrado que escuchar una pieza musical activa regiones del cerebro que inician los

movimientos necesarios para el baile (González, 2020). Además, moverse a través de la música genera una toma de conciencia sobre el propio cuerpo, respiración y postura (Rosero-Martínez & Vernaza-Pinzón, 2010).

Así, la música desarrolla el sentido del ritmo, lo que incide en la formación física y motora, proporcionando un mejor sentido del equilibrio, lateralidad y motricidad. De esta forma el ritmo y la música ayudan muy directamente al desarrollo de logros psicomotrices (Barrios & Gómez, 2018). La motricidad hace énfasis en el dominio que adquiere el individuo de manera consciente de los desplazamientos de su cuerpo, de la coordinación motriz, del ajuste postural, del equilibrio, es decir de sus habilidades motoras. Al utilizar música, la atención

del paciente se dirige al tema inducido por el ritmo o la canción y, por lo tanto, la realización de movimientos o percusiones corporales se facilitan en gran medida, la coordinación se activa y se desarrolla no sólo, por medio de la repetición, sino haciendo variar el tipo de ejercitación que se realizan (Barrios & Gómez, 2018).

Finalmente, la conexión entre música y rehabilitación se puede generar gracias a las amplias posibilidades que entrega el Diseño. Con las que se puede potenciar los beneficios que entrega la música, a través de sus ritmos y melodías, para ponerlos a favor del paciente y sus necesidades.



Imágen 2. "Tocadiscos" Unsplash, 2016

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 MÚSICA Y SU APLICACIÓN EN LA SALUD

A lo largo de la historia los diferentes ritmos han marcado hitos importantes y se han ido incorporado a un sinnúmero de prácticas en donde la música juega un rol importante, una de ellas es la medicina (Gutiérrez,2018). El concepto de ethos, nace en la Grecia de la Época Clásica, según el cual la música, en función del modo en que estuviera compuesta, podía provocar determinados comportamientos y atemperar el carácter. A raíz de esto y teniendo en cuenta el abanico de sentimientos y actitudes que la música podía crear, surgiría el término catarsis, refiriéndose a la posibilidad de sanar la enfermedad a través de la música (Ibid). La música es una herramienta que se ha utilizado para sanar enfermedades, aliviar dolores y moderar los estados anímicos, desde los tiempos más remotos. El uso se da por los numerosos beneficios de ésta, los cuales actúan sobre las funciones motoras, cognitivas, sociales, emocionales y psicológicas del paciente (Sanchez,2019).

TONO MUSCULAR

“El tono muscular es la energía potencial de un músculo.” (Mas,2016)

Cuando el músculo está contraído, su tono aumenta. La contracción hace que la articulación quede fija, por lo que se dificulta su movimiento. Sucede lo contrario cuando el músculo se encuentra relajado. Para un orrecto y armónico movimiento los músculos que se contraen y los que se relajan tienen que trabajar simultáneamente. (Mas,2016)

2.2 MELODÍAS Y RITMOS

Por medio de estudios y neuroimágenes, se ha podido comprobar que al escuchar música placentera se activa una red de zonas cerebrales las cuales, a su vez, activan la segregación de dopamina. Como respuesta se obtiene la inhibición de estímulos aversivos o de dolor. Así mismo, la liberación de dopamina en el cerebro potencia la alerta, el procesamiento de información, la memoria, el estado de ánimo, la concentración y el aprendizaje (Miranda,2017). Es por esto que el gusto sobre la música y el conocimiento previo de ésta es un factor importante a la hora de utilizarla como herramienta. Las melodías conocidas fomentan la concentración y la memoria, porque al oírlas, se ven involucradas y se activan porciones izquierdas, derechas, anteriores y posteriores del cerebro. Así mismo, se puede escuchar una canción y realizar actividades sin ningún problema, ya que ambas funciones no compiten a nivel cerebral (Tobar, 2013).

A nivel fisiológico también se observan una serie de efectos de la música sobre las personas. Por ejemplo, se genera una regulación de las funciones orgánicas, como las cerebrales, circulatorias, respiratorias, digestivas, metabólicas y nerviosas, las cuales se pueden manejar, acelerando o retardando, dependiendo del tipo de música, su frecuencia y ritmo. Actuando sobre el sistema nervioso central y periférico, la música puede ser utilizada como sedante a través de la producción de péptidos y endorfinas induciendo la relajación. Puede también modular los niveles de dopamina y serotonina. Finalmente, actúa como una estimulación del equilibrio y del **tono muscular**, especialmente si se complementa con algún tipo de baile, trabajando la coordinación y mejorando la propia conciencia del cuerpo y del espacio (Yáñez, 2011).

Al escuchar música el cerebro se activa en distintas áreas. En la siguiente imagen (Figura 1), que pertenece a un estudio realizado por la Universidad de Florida, se sugiere que la música activa más partes que cualquier otro estímulo humano (Lara,2015).

El ritmo juega un rol muy importante a la hora de utilizar la música para tratamientos y terapias. Es utilizado en el tratamiento de numerosas patologías físicas, con resultados muy positivos (Gutiérrez,2018). Se ha estudiado que puede incluso determinar los ritmos circadianos del cuerpo. El Oxford English Dictionary (1971), define ritmo como: **“Movimiento marcado por la sucesión regular de elementos débiles y fuertes, o bien de condiciones opuestas o diferentes”**. Es decir, un flujo de movimiento controlado, sonoro o visual, producido por una serie de diferentes elementos del medio en cuestión.

En muchas ocasiones se hace uso del metrónomo, instrumento que mide el tiempo de una composición musical y marca el modo exacto del compás. Se utiliza en variadas terapias de diferentes enfermedades, ya que marca los ritmos con precisión y claridad (Londoño,2021). En tratamientos de trastornos psicomotores, el ritmo tiene un papel decisivo, ya que ayuda a mantener la coordinación y el control motriz (Gutiérrez, 2018).



Figura 1. Elaboración propia. (University of Florida, 2015)

2.3 RITMO Y MOVIMIENTO

Ahora bien, la relación entre ritmo y movimiento físico recae en que cuando se escucha música, se tiende a percibir afinidades entre el sonido y el movimiento de nuestro cuerpo. A esto se le conoce como “teoría motora de la percepción” (Tendencias21,2016). Estas relaciones están profundamente establecidas en nuestra cognición, por lo que según esta hipótesis, al percibir algún tipo de ritmo se simula activamente el movimiento asociado a las impresiones sensoriales que se están tratando de procesar. Por lo tanto, al escuchar música, se genera una imagen mental de un movimiento del cuerpo vinculado a la producción de ese sonido (ibid).

El ritmo de la música que se utiliza al realizar actividad física tiene una alta influencia en el rendimiento del individuo, esto debido a la predisposición del ser humano a sincronizar los movimientos al estímulo rítmico que

recibe. Dado lo anterior, se ha recomendado utilizar ritmos entre 60-80 **beats** por minuto para entrenamientos y prácticas de baja intensidad. Canciones de 110 a 150 BPMs para actividades de intensidad media y 170 a 190 BPMs para actividad física de alta intensidad. (TOP4Usports, 2021)

El ser humano tiene una tendencia innata e inconsciente de sincronizar sus movimientos corporales al ritmo musical. A su vez la música tiene la capacidad de actuar como un factor capaz de focalizar la atención de la persona, aislandolo de otros factores externos existentes. Consecuentemente se disminuye la percepción de cansancio y esfuerzo. Bajo esta misma línea, escoger la música a usar tiene también efectos ante la percepción del dolor.

BEAT

“Un pulso que se repite de forma regular y constituye la base de un patrón musical” (Ableton, s.f)

Gfeller (1988) comprobó la hipótesis que plantea que la música favorita es capaz de ejercer un efecto más positivo sobre el rendimiento de una persona que con música no de su gusto. Para lo cual tomó a un grupo de 70 estudiantes, de los cuales el 91% afirmó haber tenido mejor rendimiento físico y menor sensación de incomodidad física al realizar ejercicios con su música favorita (figura 2). En un estudio realizado por Mitchell y MacDonald (2006) observaron que los participantes eligieron una amplia gama de estilos diferentes, lo que sugiere que los efectos de una pieza musical no son universales, sino que dependen en asociaciones individuales. Por otro lado, Krause, North y Hewitt (2015) sugieren que el control sobre la elección de la música en la escucha diaria puede ser la razón de un mayor compromiso y mejora del estado de ánimo.

91% DE 70 ESTUDIANTES.

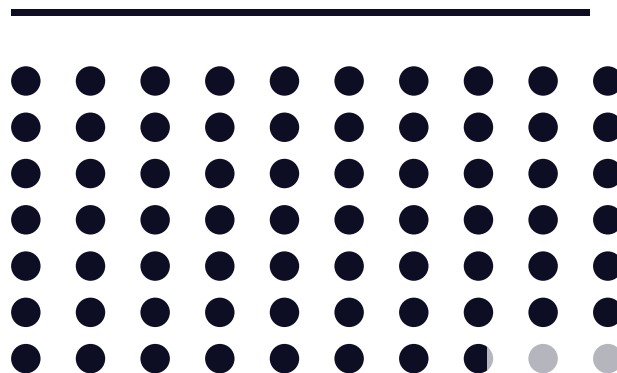


Figura 2. Elaboración propia en base a estudio por Gfeller (1988)

2.3.1 EFECTO DE LA MÚSICA EN EL CUERPO HUMANO

Un experimento realizado por el científico japonés Masaru Emoto, publicado en el libro “Mensajes del Agua”, demostró cómo las diferentes vibraciones de la música condicionan la forma del agua, por lo que al colocar distintos géneros musicales, el agua, a través de las vibraciones, generaba formas totalmente distintas y las moléculas del agua, analizadas en microscopios, presentaban también formas diferentes. Teniendo en cuenta que nuestro cuerpo tiene más del 60% de agua y que nuestro cerebro tiene más del 70% de materia acuosa, Emoto plantea que la música y sus ritmos tiene un efecto sumamente profundo en el cuerpo humano, dada la reacción del agua ante las vibraciones (de Lucas, 2017).

MOLÉCULAS DE AGUA EXPUESTAS A CANCIONES Y PALABRAS DISTINTAS



SINFONIA DE MOZART



IMAGINE JHON LENON



ESTORBAS, DAS ASCO



PAZ



GRACIAS



HEAVY METAL

Imágen 3. “Moléculas de agua”. Adaptación en base a imágen de De Luca, 2017

2.4 MUSICOTERAPIA

La aplicación de la música en el ámbito de la salud se conoce como musicoterapia. Según la definición actualizada de la Federación Mundial de Musicoterapia (2011), es “el uso profesional de la música y sus elementos como una intervención en entornos médicos, educacionales y cotidianos con individuos, grupos, familias o comunidades que buscan optimizar su calidad de vida y mejorar su salud y bienestar físico, social, comunicativo, emocional, intelectual y espiritual. La investigación, la práctica, la educación y el entrenamiento clínico en musicoterapia están basados en estándares profesionales acordes a contextos culturales, sociales y políticos.”

En Chile existe la Asociación Chilena de Musicoterapia (ACHIM), la que cuenta con una comunidad profesional de musicoterapeutas con diferentes especialidades. A pesar de abarcar diversos ámbitos dentro de la salud, como lo son: actividades preventivas, atención clínica (dificultades cognitivas, de comunicación, vinculares y emocionales, manejo del dolor y rehabilitación (neurológica y motora) , esta última es en la que se trabaja a menor escala (Asociación Chilena de Musicoterapia, s. f.)



Un lugar donde se aplica este tipo de terapia para la rehabilitación tanto neurológica como motriz, es en la Teletón, en el área de Terapias Artísticas Creativas. A través de la musicoterapia buscan entregarle a niños y jóvenes, la libertad para entrar en su propio mundo y descubrir y crear desde sus propias experiencias con los diferentes elementos musicales: sonido, ritmo, melodía y armonía, los cuales facilitan y promueven la comunicación, relación, aprendizaje y movimiento (Teletón, 2017).

2.4.1 MUSICOTERAPIA Y TECNOLOGÍA MUSICAL

El musicoterapeuta, Sergio Hazard, cuenta en una entrevista personal (2021), su experiencia trabajando en la Teletón, donde creó el programa “Musicoterapia y Tecnología Musical” enfocado en la neurorehabilitación. Explica cómo la música es capaz de estimular al cerebro, a través de la integración auditivo-motora, la que hace que éste se sincronice con estímulos externos, por ejemplo el sonido de un click. En el caso del párkinson, por ejemplo, se utiliza la estimulación rítmica-auditiva para ayudar a mejorar y rehabilitar la marcha, esta técnica se trabaja con metrónomo y música significativa para el paciente. Hazard, como tecnólogo en sonido, es capaz de manipular la información sonora y variar la velocidad mediante un software de sonido sin cambiar el pitch de la canción, es decir, la canción no se percibe de manera alterada. Esto se hace para ajustar el tempo y la velocidad de la canción, a la cadencia y tempo de la persona. a técnica rítmica-auditiva es capaz de estimular la marcha del paciente. Al escuchar información rítmica, el cerebro hace una sincronización con el estímulo externo y logra omitir el estímulo motor dañado, producto de la enfermedad, por lo que el paciente es capaz de conectar con el movimiento y de caminar a ritmo. Hazard destaca la importancia de acompañar estas técnicas con música significativa de la persona, ya que juega un rol muy importante en la motivación y adherencia al tratamiento. “Lo técnico y funcional tiene que ir siempre acompañado de lo emocional”.

**“LO TÉCNICO Y FUNCIONAL TIENE
QUE IR SIEMPRE ACOMPAÑADO
DE LO EMOCIONAL”**

- Sergio Hazard, 2021

Por otro lado, el musicoterapeuta, menciona la terapia Vibroacústica, la cual trabaja con vibraciones de baja frecuencia. Esta terapia ha sido utilizada en la Teletón, especialmente en personas con espasticidad. Se trabaja con la vibración del sonido para estimular el tono muscular. Este tipo de terapia utiliza transductores, los cuales transforman el voltaje eléctrico, el sonido, en vibraciones mecánicas. Esas vibraciones no son necesariamente audibles para las personas, pero sí generan una sensación kinésica de la vibración, la cual puede llegar muy profundo al sistema a nivel celular.

Por último, Hazard, se refiere a la tecnología Sound Beam (Haz de Sonido). Esta tecnología consiste en un dispositivo del cual sale un haz de ultrasonido, no visible, por donde al pasar la mano se genera un sonido. El cual va cambiando al mover la mano a través de la zona del haz.

2.5 ACCIDENTE CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO

El accidente cerebro vascular (ACV) es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como:

“Un síndrome clínico de desarrollo rápido debido a una perturbación focal de la función cerebral de origen vascular y de más de 24 horas de duración”.

(Como se citó en Minsal, 2015)

El más frecuente, es el accidente vascular isquémico, con un 80% de prevalencia. En Chile ocurren 130 casos de ACV por cada 100 mil habitantes y es la principal causa de discapacidad, razón por la que desde el 2013 se encuentra incorporado en el programa GES (Riquelme, 2020).

La Clínica Mayo (2022) explica la ocurrencia de un ACV isquémico cuando se interrumpe o se reduce el suministro de sangre a una parte del cerebro, por bloqueo o estrechamiento de los vasos sanguíneos, impidiendo que el tejido cerebral reciba el oxígeno y los nutrientes que necesita. Esta reducción de flujo sanguíneo se conoce como isquemia. Dado lo anterior, las células cerebrales comienzan a morir en minutos. Los vasos sanguíneos se bloquean o se estrechan debido a la acumulación de depósitos de grasa o de coágulos sanguíneos u otros desechos que se desplazan por la sangre (con más frecuencia desde el corazón) y se alojan en los vasos sanguíneos del cerebro.

69

CASOS DIARIOS DE ACV EN CHILE

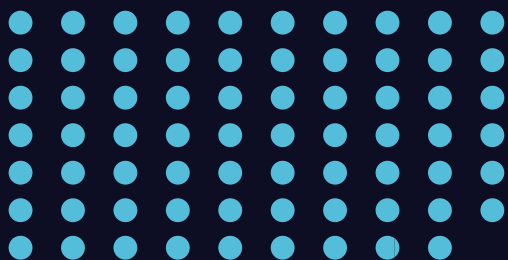


Figura 3. Elaboración propia (Minsal, 2017)

80%

INCIDENCIA DE ACV ISQUÉMICO

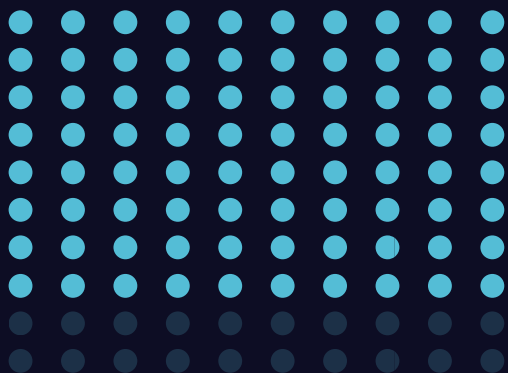


Figura 4. Elaboración propia (Riquelme, 2020)

ACCIDENTE VASCULAR ISQUÉMICO

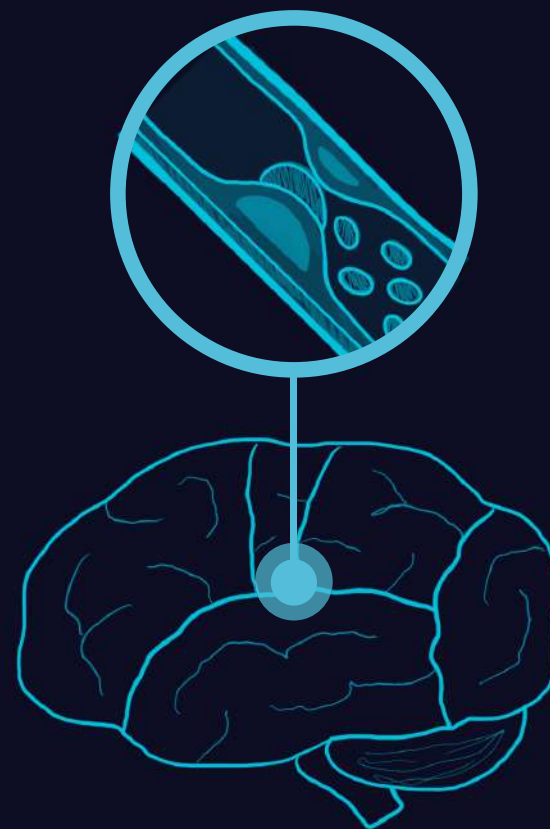
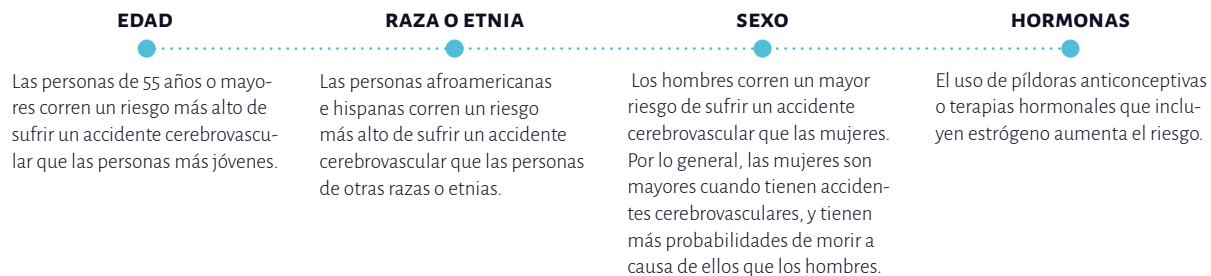


Figura 5. Elaboración propia (Clínica Mayo, 2021)

2.5.1 FACTORES DE RIESGO DE CONTRAER ACV

Según la Mayo Clinic (2022) existen ciertos factores que se asocian a un mayor riesgo de sufrir un accidente cerebrovascular, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:



2.5.2 COMPLICACIONES DE UN ACV

Un accidente cerebrovascular puede causar discapacidades temporales o permanentes, según cuánto tiempo el cerebro carece de flujo sanguíneo y qué parte fue afectada. Entre las complicaciones descritas por la Mayo Clinic (2022) se incluyen las siguientes:

PARÁLISIS O PÉRDIDA DEL MOVIMIENTO MUSCULAR

Posibilidad de quedar paralizado de un lado del cuerpo o perder el control de ciertos músculos, como los de un lado de la cara o de un brazo.

DIFICULTAD PARA HABLAR O TRAGAR

Puede afectar el control de los músculos de la boca y la garganta, dificultando hablar con claridad, tragar o comer. También puede alterar el lenguaje, lo que incluye hablar o entender el habla, leer o escribir.

PÉRDIDA DE MEMORIA O DIFICULTAD PARA PENSAR

Posible manifiesto de un grado de pérdida de memoria. Se puede tener dificultades para pensar, razonar, opinar y comprender conceptos.

PROBLEMAS EMOCIONALES

Se puede tener más dificultad para controlar las emociones, y posibilidad de sufrir depresión

DOLOR

Posible presentación de dolor, entumecimiento u otras sensaciones inusuales en las partes del cuerpo afectadas por el ACV

CAMBIOS EN LA CONDUCTA Y EN LA CAPACIDAD DE CUIDADO PERSONAL

Posibilidad de volverse más retraído, y necesidad de ayuda con el aseo personal y las tareas diarias.



Imágen 4. "Rehabilitación física" Pexels, 2021

2.6 REHABILITACIÓN FÍSICA TRAS UN ACV

Dado que el cerebro controla todo lo que ocurre en nuestro cuerpo, un accidente cerebrovascular puede causar una discapacidad permanente (Medlineplus,2021). Es por eso que es fundamental comenzar con la estimulación y rehabilitación temprana. Como lo menciona la Clínica Mayo (2019) el objetivo de la rehabilitación por accidente cerebrovascular, busca ayudar al paciente a recuperar las habilidades y capacidades que se perdieron cuando éste afectó parte del cerebro. Se encarga de que la persona pueda reincorporarse a sus actividades diarias, que pueda ayudar a recuperar la independencia y a mejorar la calidad de vida del paciente.

La recuperación y ejercitación de la motricidad es sin duda uno de los pasos fundamentales y de mayor esfuerzo para el paciente, dado que no solo se ve afectada la fuerza muscular, sino también el equilibrio y la coordinación, dificultando altamente el control de los movimientos corporales. (Arias, 2009)

ACTIVIDADES FÍSICAS COMUNES

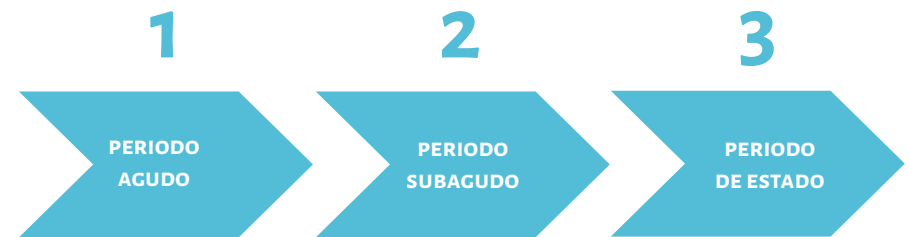
La rehabilitación de un ACV implica un reconocimiento de la parte del cuerpo o del tipo de capacidad afectada. Lo anterior definirá el plan de tratamiento físico. Dentro de las actividades físicas, las más comunes que se realizan incluyen (Mayo Clinic, 2019):

- Ejercicios de motricidad, pueden ayudar a mejorar la fuerza muscular y la coordinación.
- Entrenamiento para la movilidad, muchas veces se utilizan ayudas como: un andador, bastones, una silla de ruedas o una tobillera.
- Terapia inducida por restricción, se restringe una extremidad no afectada mientras se practica el movimiento con la extremidad afectada para ayudar a mejorar su función.
- Terapia de amplitud de movimiento, ciertos ejercicios y tratamientos pueden aliviar la tensión muscular (espasticidad) y ayudar a recuperar la amplitud de movimiento.

Es sumamente importante comenzar con la rehabilitación lo antes posible, ya que cuanto antes comience, existe una mayor posibilidad de recuperar las habilidades y destrezas alteradas y/o pérdidas. La evolución de la recuperación de un ACV generalmente sigue una curva ascendente de pendiente progresivamente menor. Un paciente con recuperación favorable muestra una mejoría mayoritariamente durante los primeros meses (Arias, 2009). Lo más común es comenzar con la rehabilitación de un ACV entre las 24 a 48 horas después, durante la estancia en el hospital (Mayo Clinic, 2019).

La rehabilitación tendrá una duración que dependerá de factores como la gravedad del ACV y las complicaciones relacionadas. En ese sentido, varía en cada paciente. Si bien algunas personas logran recuperarse en el corto plazo, la gran mayoría toma meses e incluso años después del accidente cerebrovascular. El plan de rehabilitación va cambiando durante la recuperación del paciente, a medida que se van adquiriendo nuevamente las habilidades perdidas. Para este tipo de rehabilitación, como en muchos otros, es necesario trabajar con un equipo integral de profesionales. Estos equipos se conforman generalmente de: médicos, personal de enfermería de rehabilitación, kinesiólogos, terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos y Psicólogos (Mayo Clinic, 2019).

ETAPAS PRINCIPALES EN LA REHABILITACIÓN DE ACV



1
PERIODO AGUDO

Etapa inicial desde que ocurre el ACV, suele ser el tiempo en el que el paciente permanece en cama. Tienen un riesgo alto de desarrollar complicaciones derivadas de su lesión cerebral. El objetivo inicial es la estabilización clínica y el tratamiento y la prevención de complicaciones.

2
PERIODO SUBAGUDO

Etapa inicial desde que ocurre el ACV, suele ser el tiempo en el que el paciente permanece en cama. Tienen un riesgo alto de desarrollar complicaciones derivadas de su lesión cerebral. El objetivo inicial es la estabilización clínica y el tratamiento y la prevención de complicaciones.

3
PERIODO DE ESTADO

Etapa inicial desde que ocurre el ACV, suele ser el tiempo en el que el paciente permanece en cama. Tienen un riesgo alto de desarrollar complicaciones derivadas de su lesión cerebral. El objetivo inicial es la estabilización clínica y el tratamiento y la prevención de complicaciones.

Figura 6. Elaboración propia en base a un estudio por Alberdí et al., 2009

FACTORES INFLUYENTES EN LA RECUPERACIÓN

Las capacidades que podrá recuperar el paciente y el tiempo que demorara en eso, no se puede precisar. Depende de una serie de factores que influyen directamente en el proceso. Los factores son (Mayo Clinic,2019):

- **FÍSICOS**, determinados por la gravedad del ACV en términos de efectos cognitivos y motores.
- **EMOCIONALES**, el estado anímico, la motivación, y la capacidad para realizar actividades de rehabilitación fuera de las sesiones de terapia.
- **SOCIALES**, el apoyo del círculo cercano del paciente, familiares y amigos.
- **TERAPÉUTICOS**, comienzo temprano de la rehabilitación integral.

ÍNDICES DE RECUPERACIÓN DE UN ACV



Figura 6. Elaboración propia en base a un estudio por Reeve Foundation, 2022



Imagen 5. "Tocando piano" Pexels, 2022

2.7 COORDINACIÓN OJO-MANO

La coordinación ojo-mano o visomotriz, es definida como "la habilidad que permite realizar actividades en las que se utiliza simultánea e integralmente los ojos y las manos" (CogniFit, 2016). Ésta es una habilidad cognitiva que se suele ver muy afectada tras un accidente cerebrovascular, ya que requiere de coordinación para poder guiar los movimientos de la mano de acuerdo a estímulos visuales. La ejercitación de esta habilidad, es sumamente importante para reintegrar al paciente a sus actividades diarias, ya que casi todas ellas requieren de coordinación óculo-motora (ibid).

El cerebro y sus conexiones neuronales se fortalecen haciendo uso de las funciones que dependen de él, dada la plasticidad cerebral. Por lo que la rehabilitación ojo-mano se centra en la repetición frecuente de ejercicios que requieran el uso simultáneo de los ojos y las manos, de esta manera las conexiones cerebrales implicadas en esta acción se fortalecerán e irán mejorando gradualmente. (CogniFit,2016)

ESPASTICIDAD

"Músculos tensos y rígidos. También se puede llamar tensión inusual o aumento del tono muscular."
(MedlinePlus, 2019)

2.8 EJERCITACIÓN TONO MUSCULAR

En algunos pacientes con accidente cerebrovascular se desarrollan ciertas disfunciones musculares, en la fase inicial las extremidades afectadas están muy flácidas o con muy poco tono muscular, pero días después de aparecer la parálisis se produce un aumento progresivo del tono de los músculos que conocemos como espasticidad (Manjón, 2021). La **espasticidad** es un tono muscular incrementado, involuntario y dependiente de la velocidad que causa resistencia al movimiento. Ésta puede ser dolorosa y debilitante (Moroz,2017). Este problema afecta entre el 20% y el 40% de los pacientes que sufrieron un ACV (Manjón, 2021). La espasticidad del flexor (músculo del antebrazo que flexiona los dedos), es común en las manos y las muñecas de los pacientes con algún grado de parálisis. Se recomienda que estos pacientes realicen frecuentemente ejercicios de amplitud de movimiento, para evitar que aparezca una contractura de flexión (Moroz,2017).

2.9 EVALUACIÓN FUNCIONAL

En kinesiología se utilizan diversos métodos de evaluación funcional para poder proponer objetivos específicos de terapia a cada caso en particular. Para esto se diseñan pautas de tratamiento personalizado según el estado de discapacidad de cada paciente (Gómez et al., 2009). Se comienza por registrar la condición del paciente al inicio de la rehabilitación, para realizar el pronóstico de ésta y poder comparar con los resultados al final del proceso, así evidenciar la evolución de lo trabajado con el paciente (Arias, 2009).

La forma de medición dependerá del déficit a tratar, ya que cada uno tiene una serie de tests y escalas específicas que permiten registrar de manera objetiva la situación del paciente en cada momento, facilitando la observación de cambios evolutivos. Una escala de medida o escala de valoración es el conjunto de reglas o modelos desarrollados para la asignación de números

a los valores de las variables (Gallardo, 2013). Las escalas de valoración funcional constituyen una de las principales herramientas de diagnóstico en rehabilitación. En el caso del ACV, se suele recomendar el uso de una escala de valoración global de déficit neurológicos junto con una escala de valoración de Actividades de la Vida Diaria, sin embargo dependerá de la función que se necesite tratar o medir, el tipo de escala que se utilizará (Arias, 2009). No solo se utilizan escalas estandarizadas para medir la evolución de los pacientes, sino que muchas veces se miden variables que son directamente observables, como: grados de movimiento, distancia en centímetros, tiempo en recorrer una distancia, velocidad de movimientos y cantidad de movimientos simultáneos (Gallardo, 2013).

2.10 MÚSICA EN LA NEUROREHABILITACIÓN

Utilizar terapias no farmacológicas ayuda a disminuir la ansiedad de los pacientes. Además puede reducir la duración de la estancia hospitalaria y el estrés de la situación; es por esto que la posibilidad de usar la música en la rehabilitación de pacientes con ACV, podría contribuir al reducir la ansiedad y estrés y estimular la recuperación tanto motriz como cognitiva. Distintos estudios brindan información sobre cómo se puede beneficiar a los pacientes desde una etapa temprana de la recuperación a través del uso de la música. (Pájaro-Mojica et al., 2019)

La musicoterapia aplicada a la neurorrehabilitación se centra en el efecto que posee la música sobre el funcionamiento cerebral, por lo tanto, sobre el estado emocional, la motivación y el comportamiento de la persona. Gracias a ese efecto que tiene la música en el cerebro existen algunas técnicas e intervenciones con música utilizadas con este tipo de paciente. Para estos casos es fundamental involucrar al paciente de forma activa con la música, para la reeducación y/o recuperación de las habilidades funcionales, al estimular la neuroplasticidad. Se ha demostrado que el sistema motor se acopla al estímulo rítmico externo y anticipa en forma casi instantánea el próximo paso. De esta forma, el largo de paso, la cadencia, la velocidad y el equilibrio y la coordinación entran en sincronía con el pulso del cronómetro o la música (Pfeiffer, 2019).



Imagen 6. "Musicoterapia" Redazione, 2022

2.11 EL ROL DEL DISEÑO EN INTERVENCIONES DE SALUD

Hoy en día el Diseño está cumpliendo un fuerte rol en el sector de la salud. La industria de los dispositivos médicos se ha convertido en las últimas décadas en una de las más sólidas y con mayor crecimiento anual. El Diseño se preocupa de solucionar y/o mejorar las necesidades tanto de los pacientes, como el personal médico, de hecho, es éste punto el cual le entrega valor al aporte del Diseño en la salud: el enfoque en el usuario. (Macías et al., 2016). El Diseño centrado en el usuario comienza por las necesidades y deseos de las personas, por lo que implica una amplia etapa inicial de observación, conversaciones, investigación y colaboración. (Ku & Lupton, 2020). A través de los distintos campos del Diseño se realizan diferentes intervenciones en la medicina, por ejemplo el Diseño industrial aporta al desarrollo de equipos, dispo-

sitivos e instrumental médicos, con un enfoque multidisciplinario, disciplinas como la estética, los hábitos de uso, la incorporación de nuevas tecnologías, materiales y procesos productivos. Dado que el proceso de Diseño sirve no solo para generar productos médicos más adecuados, sino también como un espacio de comunicación e integración de los diferentes usuarios; el Diseño juega un rol fundamental en el avance de la medicina. El enfoque multidisciplinario considera las necesidades de usuarios directos e indirectos: los pacientes, personal médico y asistencial, ingenieros y aquellos relacionados con el proceso productivo. (Macías et al., 2016)

2.12 DISEÑO INCLUSIVO

“Es el diseño de productos o servicios que son accesibles y usables por la mayor cantidad de usuarios razonablemente posibles ... sin la necesidad de adaptaciones o diseño especializado.” (British Standards Institute, 2005)

El diseño inclusivo enfatiza la contribución que hace la comprensión de la diversidad de los usuarios para informar estas decisiones y, por lo tanto, para incluir a tantas personas como sea posible. La diversidad de usuarios cubre la variación en capacidades, necesidades y aspiraciones. El diseño inclusivo se centra en la diversidad de personas y el impacto de esto en las decisiones de diseño. No comprender correctamente a las personas puede dar lugar a productos que causen frustración y exclusión innecesarias (University of Cambridge, 2017).

Diseñar en el ámbito de la salud requiere pensar en la interacción de múltiples usuarios, ya sean pacientes, médicos, personal de enfermería, terapeutas, familiares y amigos de los pacientes, entre otros. Como se encuentran muchos actores involucrados en este contexto se deben de tomar en cuenta la existencia de diferentes niveles de capacidades y condiciones a la hora de diseñar.

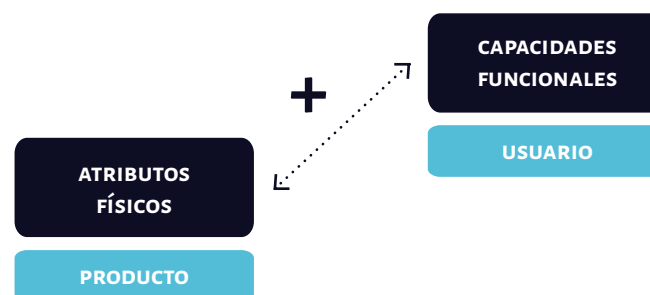
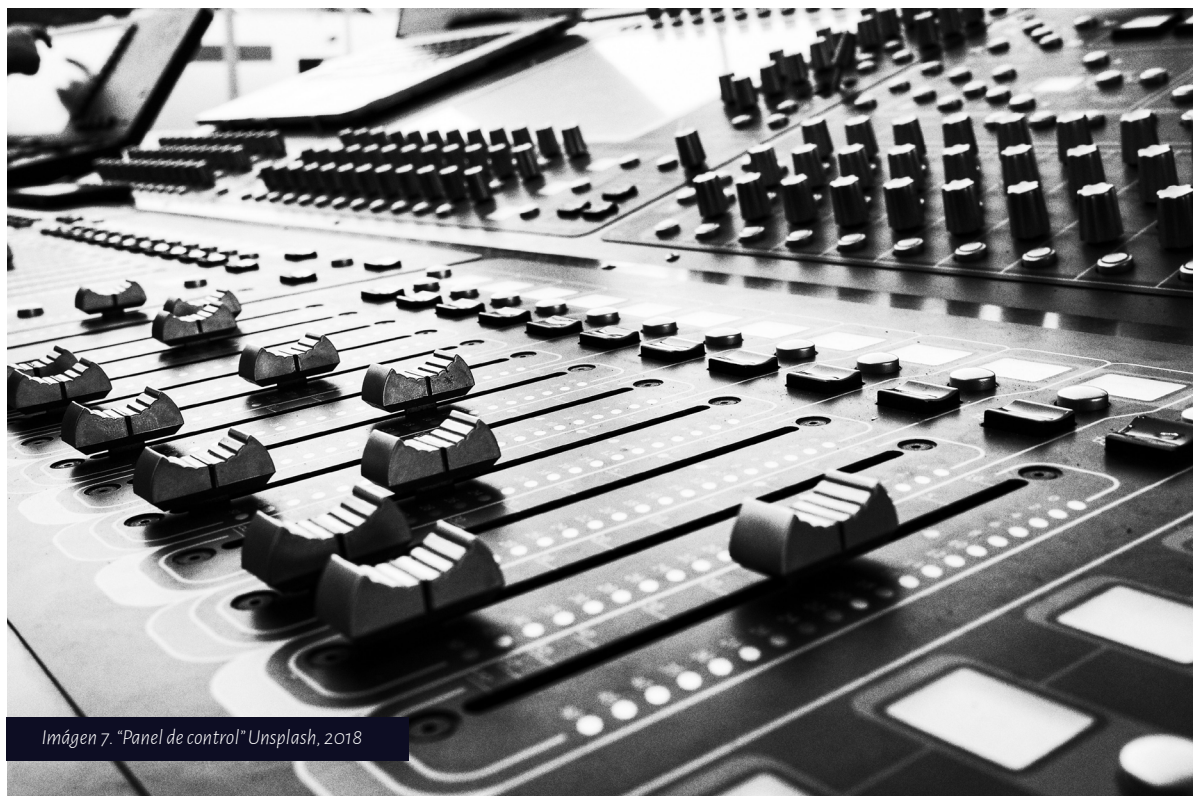


Figura 7. Elaboración propia (Keates et al., 2003)



Imágen 7. "Panel de control" Unsplash, 2018

3.FORMULACIÓN DEL PROYECTO

3.1 OPORTUNIDAD

Los resultados del estudio proponen que el uso de la música para fines de rehabilitación motora, en pacientes sobrevivientes de ACV, puede aportar desde varias aristas. Por un lado, se demuestra el afecto emocional que produce. Escuchar música de su gusto genera diferentes emociones capaces de estimular la motivación, y por consecuencia mejorar la disposición para realizar las actividades o ejercicios necesarios. Por otro lado, están las reacciones neurológicas ante los ritmos musicales, los cuales pueden producir estímulos motores, activando la movilidad y coordinación.



Figura 8. Elaboración propia, 2022

3.2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

QUÉ

Instrumento sensorial de rehabilitación física para sobrevivientes de ACV que utiliza música para estimular, guiar y marcar los movimientos en el marco de terapia física.

POR QUÉ

Al sufrir un accidente cerebrovascular se debe movilizar la zona afectada para una correcta recuperación. La música, además de motivar por gusto, estimula el equilibrio y el tono muscular mejorando la coordinación y la propia conciencia del cuerpo.

PARA QUÉ

Para apoyar la etapa de rehabilitación, potenciando la estimulación necesaria para recuperar el movimiento perdido o alterado, y a su vez motivar al paciente a través de la interacción con música de su gusto.

3.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un producto complementario a la rehabilitación física de pacientes afectados por accidentes cerebrovasculares. A través de la música se busca estimular el movimiento, guiándolo por medio del ritmo, y a su vez, incentivar la motivación del paciente a través de la interacción con música de su propio gusto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Reconocer el proceso y las etapas de rehabilitación física de pacientes con ACV. → iov: Visualización de la información a través de esquemas y gráficos.
- 2 Desarrollar e iterar el diseño del producto y sistema de función, mediante prototipado. → iov: Prototipo funcional
- 3 Constar la efectividad del dispositivo diseñado, con diferentes pacientes y kinesiólogos a través de testeos. → iov: Resultados de los testeos.
- 4 Evaluar la viabilidad de la implementación del proyecto. → iov: Plan de negocios tentativo

3.4 A TEMPO

A TEMPO consiste en un dispositivo modular que funciona al conectarse a una fuente de música de manera inalámbrica. El ritmo de la canción, elegida previamente por el paciente, enciende aleatoriamente la luz de los distintos módulos, indicando que se tiene que tocar el módulo encendido. Genera una rutina de movimientos repetitivos a través de la melodía. De esta forma se ejercita la coordinación, el tono muscular y el movimiento que se genera dependiendo de la posición de los módulos. La disposición y cantidad de éstos será determinada por el kinesiólogo.

A través de una aplicación, vinculada al dispositivo, se podrá manejar y controlar los diferentes aspectos del producto. Además de registrar los avances y actividad del paciente.



Imagen 8. Elaboración propia, 2022

3.5 PATRÓN DE VALOR

- Genera un ejercicio, adecuado a las necesidades del usuario objetivo, a través del ritmo de la música.
- El diseño modular, del dispositivo, permite adaptabilidad a los avances del paciente, permitiendo controlar la dificultad del ejercicio cambiando la cantidad de módulos, la posición de éstos, y seleccionando canciones según cantidad de BPM.
- Motiva e incentiva al paciente al utilizar canciones de su propia selección.
- Entrega visibilidad de los avances y progresos del paciente a través de la aplicación.
- La posibilidad de disponer los módulos en distintas posiciones permite versatilidad en los ejercicios.

3.6 USUARIOS

El usuario objetivo es un adulto que sufrió un accidente cerebrovascular isquémico, y que por consecuencia quedó con secuelas de movilidad. Dada la dificultad de mover un lado de su cuerpo tiene que ejercitar coordinación y motricidad para poder recuperar funciones primordiales. El paciente al enfrentarse a este evento se vio afectado emocionalmente, por lo que se le hace muy difícil mantener una actitud positiva y perseverante durante todo el proceso. Tras la lesión tiene que realizar rehabilitación integral, comenzando progresivamente desde el hospital, para después seguir en un centro de rehabilitación.

El usuario secundario será quien administre el dispositivo. Teniendo en cuenta que será utilizado para rehabilitación, el kinesiólogo a cargo del tratamiento, será quien lo utilizará como herramienta dentro de la rutina creada para el paciente. Se genera una interacción entre el kinesiólogo, quien entrega y administra el producto, y el paciente, quien utiliza y ejercita a través de él.



Figura 9. Elaboración propia, 2022.

3.7 MAPA DE ACTORES

A continuación se puede observar un diagrama con los actores que rodean el contexto del paciente. En los tres círculos internos se pueden apreciar las personas, y en el externo los lugares, espacios e instituciones.

3.8 MAPA DE EMPATÍA

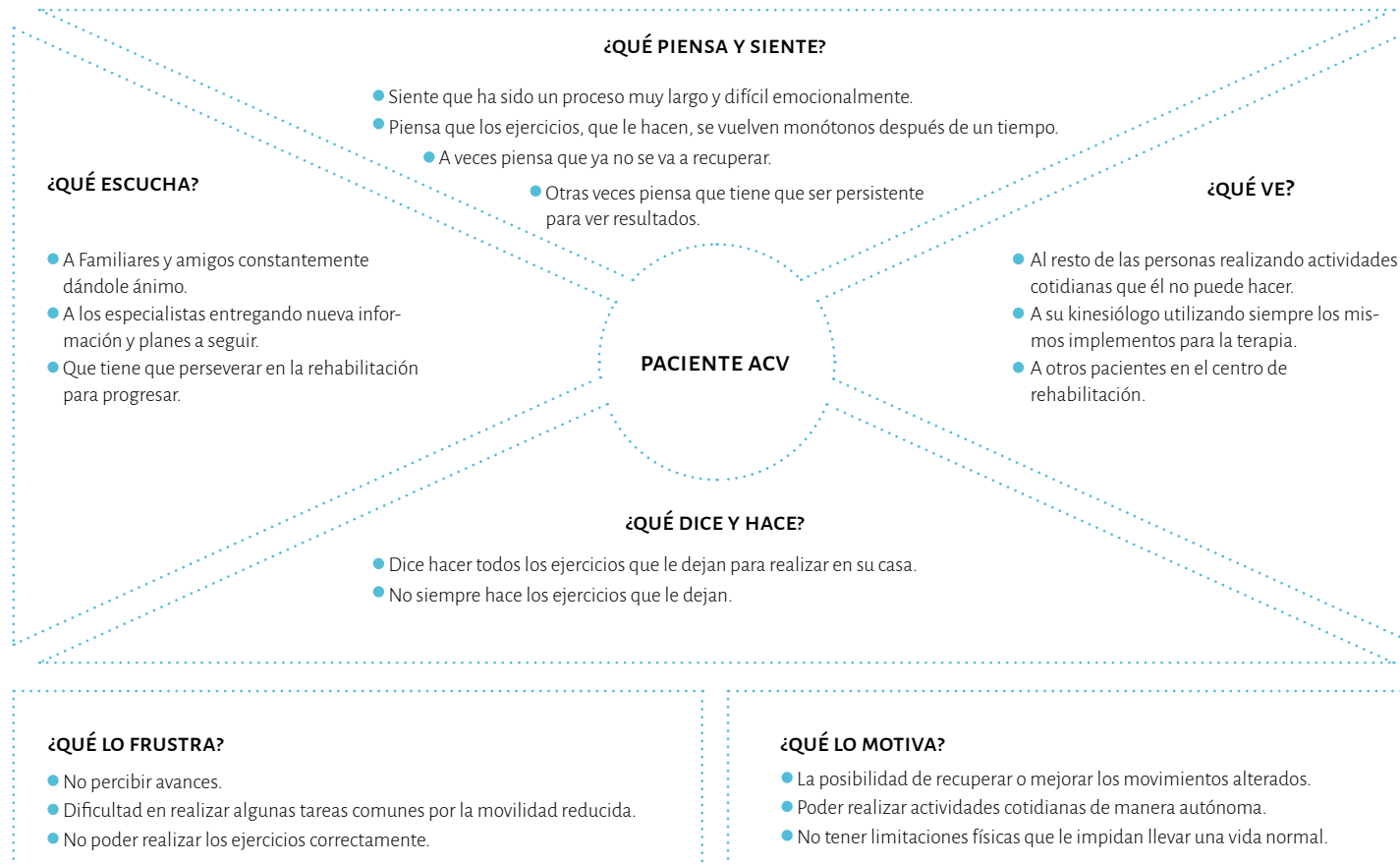


Figura 10. Elaboración propia en base a entrevistas y observaciones , 2022.

3.9 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

El dispositivo a diseñar debe cumplir con una serie de requerimientos de diseño, los cuales responden a las necesidades de cada usuarios.

PACIENTE

- Que los módulos tengan una forma ergonómica
- Que tenga la posibilidad de escoger la canción para el ejercicio
- Que tenga una forma de registro de actividad realizada y avances
- Que permita adaptar la velocidad de las luces
- Que los módulos no se muevan al tocarlos durante el ejercicio

KINESIÓLOGO

- Que los módulos sean inalámbrico
- Que tenga una forma de registro de actividad realizada y avances
- Que tenga la posibilidad de agregar más módulos
- Que se pueda controlar la velocidad de las luces para adaptarlo al nivel del paciente
- Que sea fácil de usar

3.10 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

DISPOSITIVO

FUNCIÓN

- Marcar el ritmo de la música con luz
- Entregar versatilidad en los ejercicios
- Adaptabilidad al avance del paciente
- Permitir una fácil distinción de las luces encendidas
- Medición de los toques del paciente en cada módulo

MATERIALIDAD

- Fácil de limpiar
- Translúcido
- Amigable al golpe del paciente
- Resistente al golpe
- Base antideslizante

USUARIO

- Paciente- Poder escoger la canción
- Paciente y profesional- Motivante para el paciente
- Paciente y profesional- Adaptable a la velocidad del paciente
- Profesional- Poder controlar los elementos variables (cantidad módulos, velocidad música)

ESTÉTICA

- Textura adecuada
- Colores de la línea gráfica
- Elementos distintivos de la marca
- Profesional

FORMA

- Ergonómico
- Posibilidad de uso para manos y pies
- Posibilidad de acoplar los módulos
- Tamaño necesario para incluir las luces en su interior
- Módulos inalámbricos

USO

- Fácil comprensión
- Necesidad de carga de batería
- Libertad en la disposición de los módulos
- Control desde la aplicación

APLICACIÓN

FUNCIONES

- Entregar información sobre el avance y recorrido del paciente
- Seleccionar la música a usar
- Escoger la cantidad de módulos a usar
- Seguimiento de la actividad

GRÁFICA

- Clara
- Fácil de leer
- Representativa de la identidad visual del producto

USUARIO

- Paciente y profesional- Poder ver el registro de los avances y de los ejercicios ya realizados
- Paciente y profesional- Poder seleccionar los niveles, música velocidad y módulos.
- Profesional- Poder revisar los perfiles de sus pacientes

USO

- Simple y fácil
- Intuitivo
- Pocos pasos
- Amigable a las necesidades de ambos usuarios

3.11 CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN

La rehabilitación para un paciente que sufrió un ACV, como ya se mencionó anteriormente, debe de comenzar lo antes posible. Sin embargo hay que considerar que todos los pacientes quedan en estados diferentes, dependiendo de la gravedad del ACV. Teniendo eso en cuenta se podría comenzar a utilizar A TEMPO en pacientes en el periodo de hospitalización, si su estado lo permite. Aun teniendo esa posibilidad, el grueso de la rehabilitación se realiza posteriormente a la hospitalización, en centros especializados, consultas de kinesiología, o en los mismos hospitales en la sección de rehabilitación. En ese sentido, el dispositivo se utilizará mayoritariamente en centros y consultas de kinesiología.

Considerando que muchas personas optan por un tratamiento a domicilio, A TEMPO podrá ser adquirido directamente por kinesiólogos o terapeutas, para sus consultas en casa. Así mismo, está la posibilidad de ser

adquirido por el paciente, en caso que el profesional tratante le deje los ejercicios como tarea para que realice durante la semana de manera independiente y supervisado a través de la app.

Como cada caso es diferente, el dispositivo se podrá utilizar en diferentes etapas de la rehabilitación y el tiempo que sea necesario. La extensión de la rehabilitación física va a variar dependiendo de la gravedad de cada caso, sin embargo está estudiado que el 95% de los pacientes alcanza su mejor nivel de recuperación funcional dentro de las 13 primeras semanas, el 80% lo habrá hecho dentro de las primeras seis (Moyano,2010). Esta velocidad de recuperación funcional depende de la severidad inicial del ACV, siendo más lenta mientras mayor sea la severidad inicial. Existe consenso en que la recuperación funcional global ocurre dentro de los primeros 6 meses desde el inicio del accidente (ibid).

PROCESO DE REHABILITACIÓN DE ACV

A continuación se puede observar un esquema del proceso de rehabilitación física de un paciente de ACV, y en qué etapa se comenzaría a utilizar el dispositivo diseñado. El esquema muestra un proceso estandarizado, ya que éste puede variar dependiendo el caso de cada paciente.

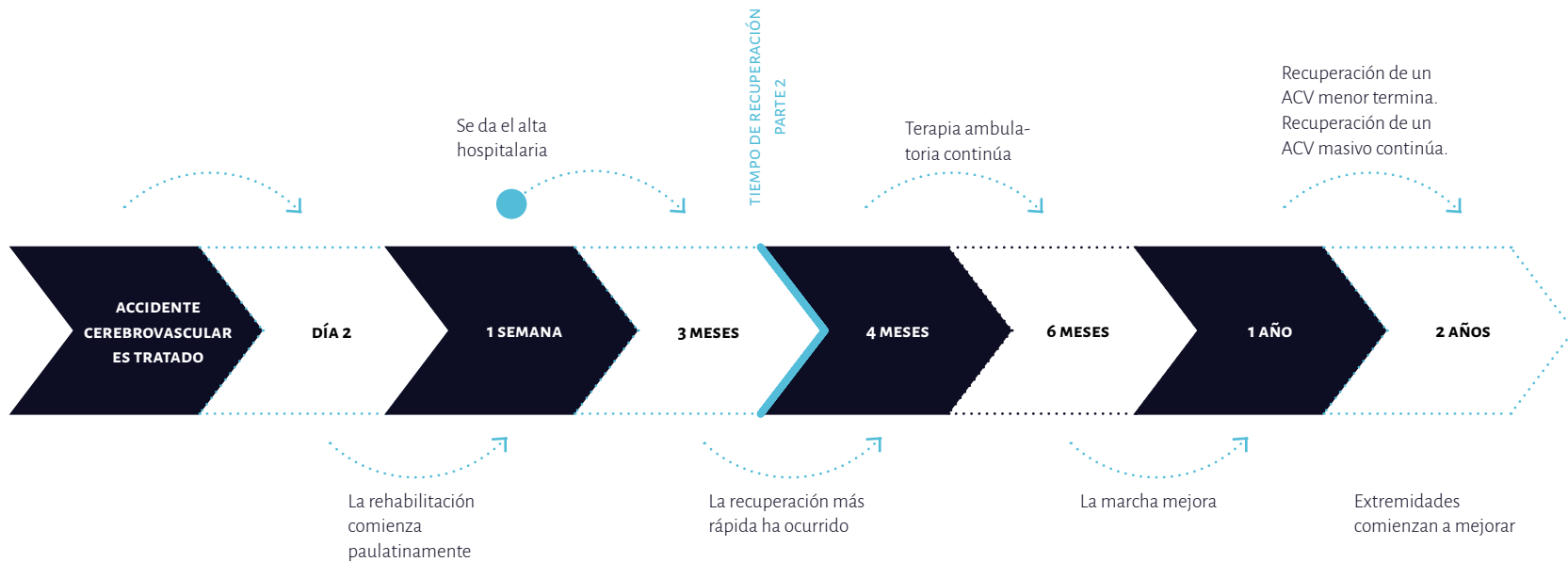


Figura 11: Etapas de la rehabilitación de ACV, elaboración propia en base a estudio de Dahlgren, 2020



Imágen 9. Elaboración propia, 2018

4.PROCESO DE DISEÑO

4.1 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Para este proyecto se tomó la decisión de trabajar bajo la metodología Double Diamond. Creada el 2004 por Design Council, es una metodología que consiste en 4 fases. El primer diamante engloba las etapas de descubrimiento y definición, y sirve para entender, en vez de asumir, cuál es el problema u oportunidad. Para ello es necesario hablar e invertir tiempo con la gente involucrada y a la que le afecta. El segundo diamante incluye las fases de desarrollo y entrega. Aquí se trata de proporcionar soluciones al problema, co-diseñando con las personas involucradas, probándose iterándolas hasta llegar a la más adecuada (Design council, 2004).

Se eligió esta metodología por su estructura doble, donde la primera mitad se enfoca en la investigación y la segunda mitad en el diseño. Dado que el proceso de

titulación consta de 2 semestres, es asociable la metodología del doble diamante al proceso del desarrollo de este proyecto. Es importante a lo largo de todas las fases buscar los puntos claves, no obvios, que harán cobrar sentido, funcionalidad y creatividad al resultado final. Además esta metodología al contar con fases divergentes y convergentes, permite etapas de búsqueda amplias para luego poder acotar según los resultados, de igual forma a la hora del proceso creativo, en donde es crucial tener etapas en donde se experimentan todas las soluciones posibles, para luego ir acotando a la mejor opción.

METODOLOGÍA DOBLE DIAMANTE

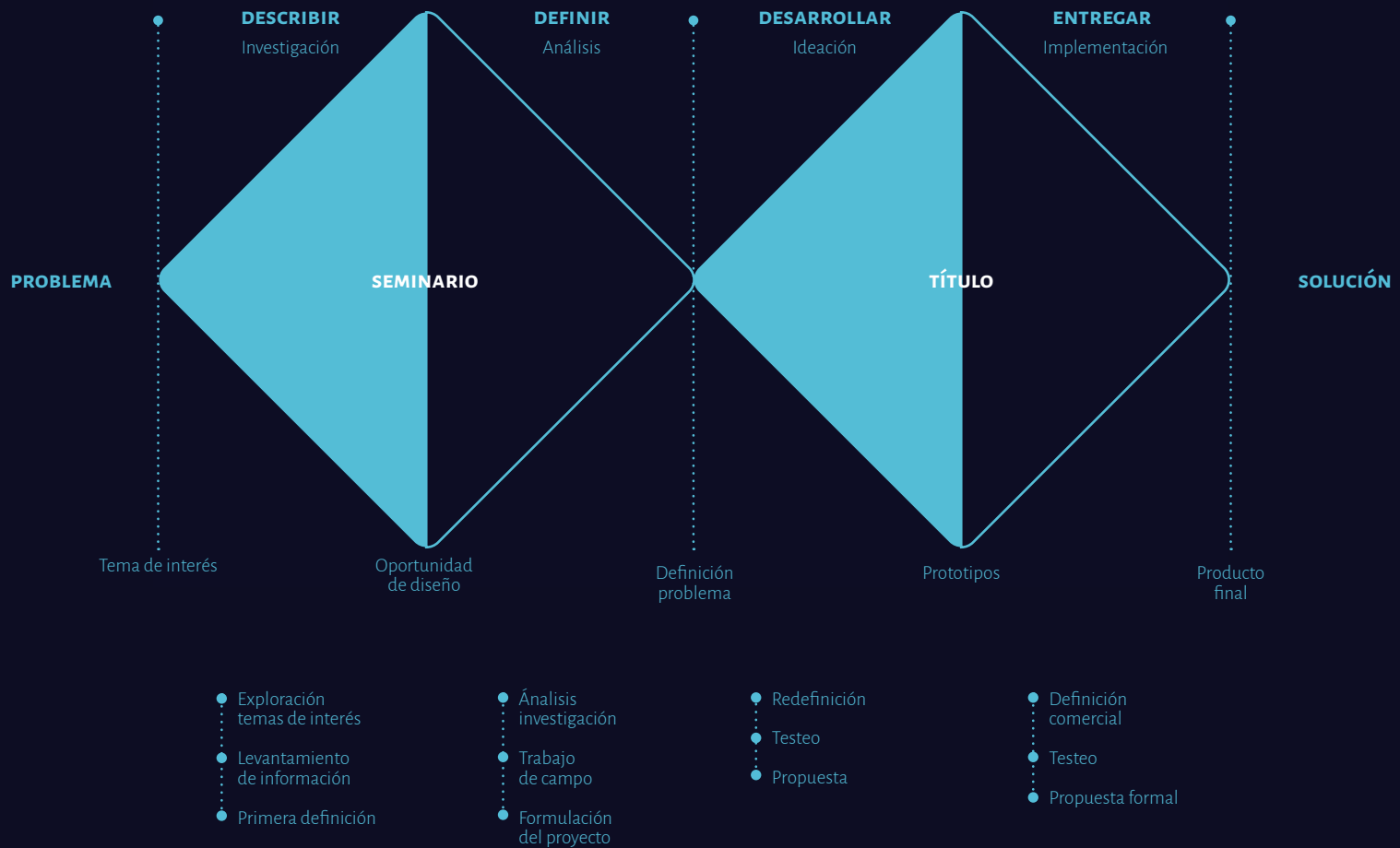


Figura 12: Metodología doble diamante, elaboración propia (Design Council, 2019)

*Para más detalles revisar anexo

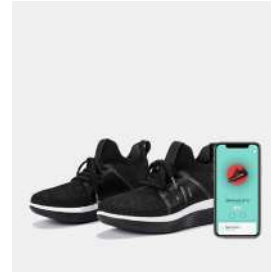
4.2 REFERENTES



OMNIPHONE

"Instrumento, para musicoterapia, de umbral muy bajo. Gracias a su tecnología de detección táctil, la simple proximidad de una mano comienza a disparar un sonido." (Omniphone, 2020)

Este producto fue rescatado por la tecnología que utiliza para generar sonido a través del movimiento de las manos por sobre el instrumento. Además por la utilización integral de luz, sonido y movimiento.



DROPLABS

"Zapatillas que buscan simular la experiencia de sentir las diferentes vibraciones que uno siente cuando asiste a un concierto o fiesta pero haciendo que la función bluetooth sea la que nos haga sentir esto." (Ruiz, 2020)

De las zapatillas DropLabs se rescata el uso de las vibraciones para crear una experiencia sensorial.



THE SOUND SHIRT

"Prenda inteligente que recibe de forma inalámbrica el sonido convirtiendo la música en vibraciones, permitiendo que las personas sordas sientan la música" (Tecneo, 2016)

En este producto se destaca la forma en cómo se convierte la música en vibraciones para poder sentirla en el cuerpo.



MÁQUINA DE REFLEJOS

"Juego para entrenar reflejos que consiste en un panel con botones adheridos a su superficie. Cuando uno de estos botones se ilumina, el participante tiene que pulsarlo lo más rápido que pueda. El objetivo del jugador es pulsar el mayor número de botones posibles en el tiempo dado." (Cubensis, 2021)

Se destaca el formato del juego y la utilización de luces para ejercitar los reflejos y la agilidad física.



REHABILITATION TOOL FOR STROKE SURVIVORS

"Herramienta de asistencia y rehabilitación para que los supervivientes de un accidente cerebrovascular puedan realizar ejercicios de entrenamiento de fuerza y sincronizar los movimientos con la extremidad afectada" (student.design,2021)

El formato modular de armado y la asistencia que entrega para facilitar y apoyar el movimiento a ejercitar.



TOUCHE

"Pods portátiles que permiten a los músicos componer e interpretar pistas como vibraciones en su piel!" (Globalgradshow, 2017)

Se destaca la relación entre el usuario y la música, al hacer que el sonido y el tacto sean partes iguales de la experiencia. También se rescata la geometría de los módulos.



ALFOMBRA PIANO MUSICAL

Alfombra que simula un piano, en la cual al caminar sobre ella suenan los sonidos correspondientes a la tecla en la que se está parado. (Toolea,2020)

De la alfombra piano, se rescata la interacción del movimiento corporal con el sonido emitido por el contacto entre la persona y el producto.



APP BEATSTAR

"Juego musical en el que se van tocándolas teclas que aparecen en la pantalla al ritmo de la música" (Aguilar, 2021)

Este juego permite escoger la época musical que más le guste al jugador, además mientras se va avanzando se van desbloqueando nuevas canciones. Entrega una puntuación al final de cada jugada y una puntuación acumulada.

REFERENTES APLICACIÓN



GOOGLE FIT

“Es una aplicación creada para medir tu ejercicio diario, y que utiliza diferentes parámetros para que puedas saber si estás haciendo el ejercicio que deberas.” (Fernández,2019)

Se rescata por la medición del ejercicio y la entrega de feedback de éste.



PACER

“Es una aplicación sencilla de fitness que te permite ponerte en forma y divertirte, es muy precisa y fácil de usar. Tiene la opción de seguimiento de pasos. La interfaz es muy intuitiva y contiene planes de entrenamiento guiados.” (Endondecorrer, 2019)

Se rescata por la medición del ejercicio, por el diseño de la interfaz y el sistema de entrenamiento guiado.



BEATSTAR

“Juego musical en el que se van tocándolas teclas que aparecen en la pantalla al ritmo de la música” (Aguilar, 2021)

Esta app se tomó por el diseño, simple, de navegación de la interfaz. Por la entrega de puntuación después de cada jugada y por la forma de selección de la canción a usar.



SIMPLY PIANO

“Aplicación de aprendizaje de piano, su objetivo es ser un app educativa y entretenida para aprender a tocar el piano de forma rápida y sencilla.” (Sproule, 2022)

De esta app se destaca el sistema de selección de dificultad de cada canción, y la posibilidad de utilizar la canción completa, o ciertas partes de ésta.

4.3 ANTECEDENTES



LUMMINIC

“Sistema de luces de reacción, que se utiliza para entrenamiento físicos y mejoramiento de reflejos” (Lumminic, 2021)



LITEBOXER

“Máquina para entrenar boxeo. El ritmo de la música indica donde y cuando hay que golpear. Se sincronizan luces con ritmo, además el color de la luz te indica si el golpe fue bien realizado o mal” (Liteboxer, 2022)



MUSIC GLOVE

“Dispositivo de terapia para manos. Funciona motivando a los usuarios a realizar cientos de ejercicios terapéuticos de manos y dedos mientras juegan un atractivo juego musical.” (Flint Rehab, 2022)



FITMI

“Dispositivo de neuro-rehabilitación en el hogar, diseñado para una recuperación de pies a cabeza. Ayuda a mejorar su capacidad para caminar y a usar su lado afectado mediante el ejercicio de todo el cuerpo.” (Flint Rehab, 2022)



ANIMO

“Es un juego interactivo de rehabilitación física respaldado por un sistema de entretenimiento en una aplicación.” (Requ, 2020)

TYROMOTION

Conjunto de máquinas robóticas asistidos por computación, con terapias de rehabilitación para el tren superior de los pacientes, cuyo objetivo es mejorar de forma sostenible su independencia y su calidad de vida. La Tyromotion aplica terapias dinámicas y entretenidas que aumentan la motivación de los pacientes ya que se basan en el juego. (Tyromotion,2022)



DIEGO

- Rehabilitación hombros y brazos
- Terapia basada en compensación gravitacional activa
- Movimientos naturales en espacios 3D



AMADEO

- Rehabilitación dedos y brazos
- Retroalimentación en tiempo real
- Estimulación y ergonomía del movimiento de agarre



PABLO

- Rehabilitación manos y brazos
- Medición de la fuerza de dedos y mano (flexión y extensión)
- Mediciones de amplitud de movimiento para la extremidad superior completa
- Para pacientes internados, ambulatorios y domésticos

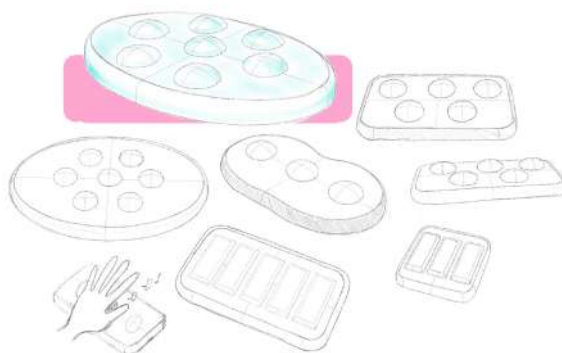


MYRO

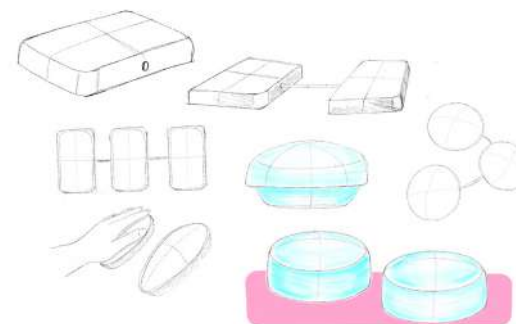
- Terapia interactiva para múltiples funcionalidades
- Sensores que permiten entrenamiento motor con objetos reales y de retroalimentación

4.4 PRIMERAS PROPUESTAS

Para las primeras aproximaciones formales, se analizaron conceptos destacados de la investigación, observaciones y entrevistas realizadas. Se ordenaron y clasificaron las características que tenía que tener la solución para cumplir los objetivos.



Formato modular, se comenzó explorando formas modulares, siendo cada módulo un “botón” por separado. De esta forma hay una mayor versatilidad en los ejercicios ya que se pueden situar los módulos con distintas distancias dependiendo de la necesidades y capacidades del paciente.



Las primeras formas fueron inspiradas en la interacción con el piano, por lo que se exploraron diferentes formatos de teclados y botones. Los botones se encenderían con el ritmo de la música, indicando dónde hay que tocar. Estas propuestas limitaban mucho el tipo de ejercicio y no tenían capacidad de adaptarse a los avances del usuario.

4.5 TESTEO INICIAL

KINESIÓLOGA MAGDALENA MONTES

NEURORREHABILITACIÓN | 5 DE ABRIL 2022

Habiendo definido que el dispositivo sería en formato modular, el testeo inicial consistió en armar un mockup con luces led a pila, para simular los módulos, y con eso explicarle la propuesta a una kinesióloga que trabaja con pacientes sobrevivientes de ACV. Junto con la kinesióloga exploramos diferentes formas de uso que los módulos permitían y fuimos definiendo características importantes que debería tener el dispositivo para cumplir su función.

**“DEFINITIVAMENTE VEO LA MÚSICA
COMO UN APORTE AL EJERCICIO, TANTO
POR SER ENTRETENIDO Y DIDÁCTICO,
COMO UN ESTÍMULO A TRAVÉS DEL SE-
GUIMIENTO DEL RITMO”**

- Magdalena Montes, 2022



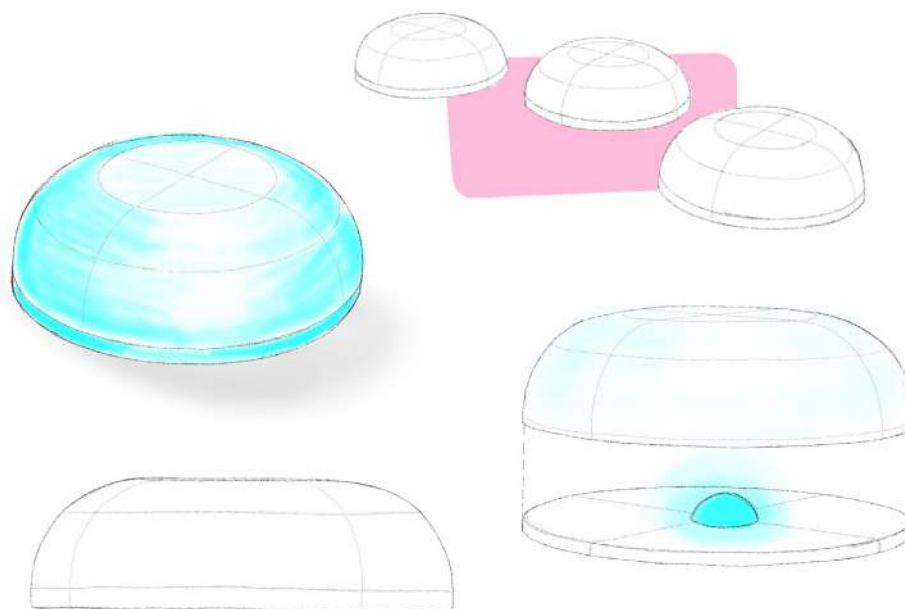
Dentro de las observaciones realizadas por la profesional se destacan las siguientes:

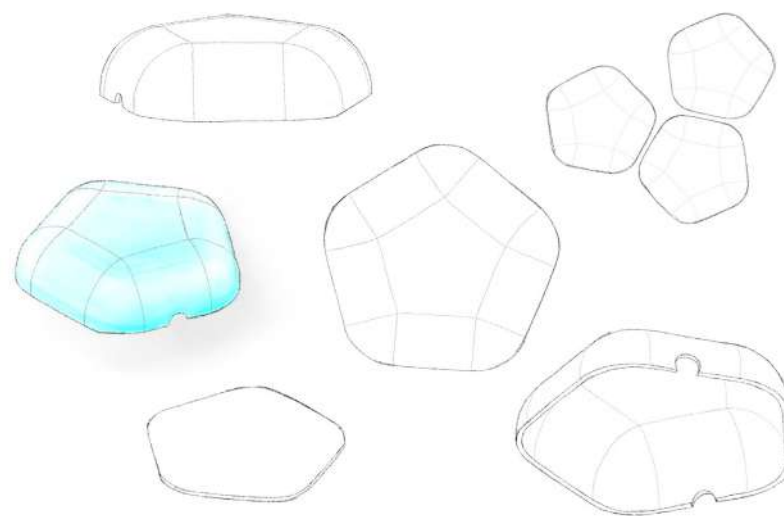
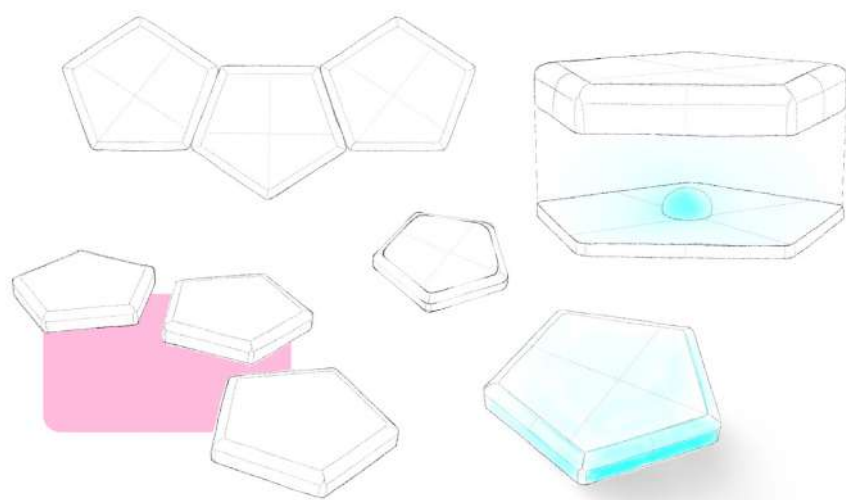
- Importancia en las fases, que tenga una manera de uso progresivo para el paciente.
- El tamaño de los módulos, considerar las dificultades de movimiento de los pacientes con ACV.
- Se podría utilizar tanto para ejercicios en casa, como en centros de rehabilitación o incluso mientras están en el hospital.
- Es muy difícil motivar a los pacientes a que hagan los ejercicios, aquí se ve una oportunidad con el uso integral de la música.
- Se pueden posicionar los módulos de diferentes maneras una mayor variedad de ejercicios:
 1. En una mesa y colocarlos con diferentes distancias entre sí → ejercitar el brazo y hombro
 2. Poner los módulos con harta distancia del paciente → ejercitar tronco
 3. Posicionar los módulos bien juntos → ejercitar la motricidad fina y coordinación
 4. En el suelo y tocarlos con una mano → ejercitar el agache
 5. En el suelo y tocarlos con un pie → ejercitar el movimiento y coordinación de la pierna
 6. Pegar los módulos en una pared → ejercitar el levantamiento de brazo
- Que los módulos queden fijos, donde se posicionan, al hacer los ejercicios, de lo contrario puede ser distractor e interferir en la fluidez de la actividad.
- Al ser modular genera una buena adaptabilidad ya que fácilmente se puede aumentar la dificultad disponiendo los módulos a mayores distancias entre sí y del paciente.

4.6 FORMA

Las distintas formas obtenidas del croquis fueron llevadas mockups en plumavit en busca de la forma adecuada. Las primeras ideas consistían en módulos semiesféricos, probando variados tamaños tanto de superficie como de altura.

Luego nació la idea de hacer los módulos de base pentagonal, ya que de esta forma se podían acoplar de mejor manera al utilizar los módulos juntos, formando una nueva trama para ejercitar la motricidad fina. Bajo esa idea se reiteró nuevamente el volumen de los módulos.

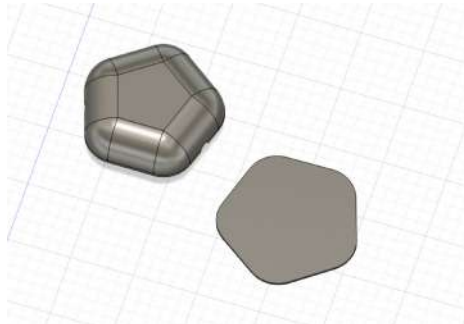
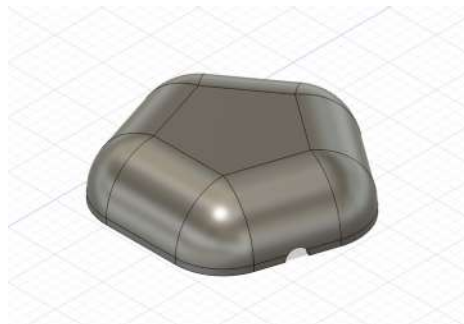




MOCKUPS PLUMAVIT



MODELADO 3D



IMPRESIÓN 3D - PLA



4.7 PRIMERA VALIDACIÓN

PACIENTE ACV

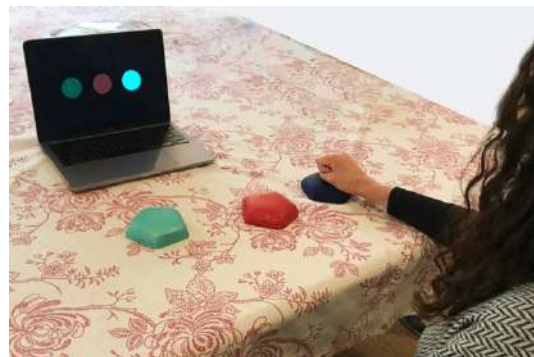
VALIDACIÓN | 16 DE MAYO 2022

La primera validación se realizó con una paciente de 23 años. Ella sufrió un accidente cerebrovascular el año 2018, y por consecuencia perdió la movilidad del lado derecho. Se encuentra actualmente en tratamientos de rehabilitación.

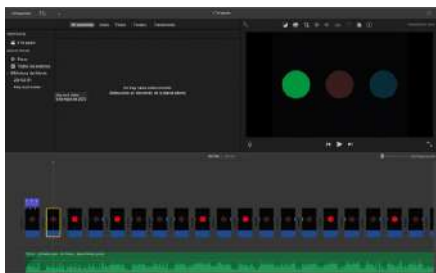
Para testear se realizó un prototipo virtual a través de un video. Se escogió la canción “I´m yours” de 74 BPM, junto con eso se hicieron 3 cuadros con 3 puntos de colores cada uno, los cuales simulan las luces y en cada cuadro se muestra un color encendido. De esa forma, a través del ritmo de la canción, permitía indicar qué módulo tiene que tocar la paciente. Se utilizaron tres módulos pentagonales de plumavit, con los mismos colores que tenían las “luces” del video para hacer más fácil el seguimiento.

El testeó se conformó de 4 etapas.

- 1 En la primera etapa la paciente realizó el ejercicio con los tres módulos siguiendo las luces en la pantalla, pero sin música.
- 2 Luego se realizó nuevamente el ejercicio con los tres módulos siguiendo las luces de la pantalla, esta vez con música.
- 3 Esto se hizo así con el fin de poder comparar los resultados al final y ver la diferencia que puede generar la música.
- 4 En la siguiente etapa se le entregó a la paciente una variedad de módulos en formas y volúmenes, los cuales fue probando y entregando su opinión sobre las alternativas.
- 4 Finalmente se le realizó una serie de preguntas pautadas con el fin de comprender la experiencia del usuario y de esa manera poder seguir mejorando el producto en base a los resultados.



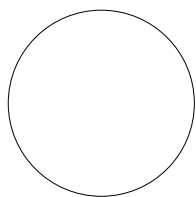
Imágen 23,24,25 y 26. Elaboración propia, 2022



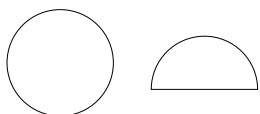
RESULTADOS

- En términos de desempeño la paciente sintió que en el primer ejercicio lo logró mejor, sin embargo recalcó que para el segundo ejercicio ya estaba más cansada, por lo que se le dificultó un poco.
- La paciente aseguró que el saberse la canción previamente fue de mucha ayuda ***“Al conocer la canción podía predecir cuándo sería el siguiente movimiento”***
“Saberse el ritmo me ayudó mucho, también me sabía la letra y la canté en mi cabeza durante el ejercicio”
- Entre las opciones [No aportó - Aportó un poco - Aportó mucho], ella clasificó el aporte del ejercicio con música (a su rutina existente) cómo “aportó mucho”.
“¡Harto! aproveche de ejercitar porque justo hoy día no he hecho nada, y con esto me canse igual”
“Me costó lo suficiente”
- Mencionó que le gustaría mucho incorporar una rutina de ejercicios con música a la rutina que ya tiene de rehabilitación.
- También mencionó que le gustaría poder escoger la canción a usar.
“Sí, me encantaría, para poder hacerlo varias veces y que siempre sea diferente”

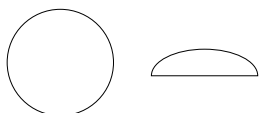
RESULTADOS TESTEO FORMA MÓDULOS



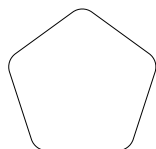
Al ser más grande hay menos enganche, en caso de usar la mano abierta, para la mano cerrada no se siente mucha diferencia, se siente muy plano. La altura bien.



Muy chico. Muy esférico para tocarlo con la mano cerrada, incluso con la palma no es tan cómodo.



Muy chico. La altura bien.



Este en tamaño y altura se sintió más cómodo, buen enganche al usarlo con la mano abierta y cómodo para la mano cerrada.

OBSERVACIONES GENERALES

- Agregar una superficie antideslizante, para evitar que los módulos se muevan. Si no están fijos puede interferir mucho en el ejercicio.
- Partir con canciones más lentas y que con el avance del paciente se vaya incrementando en la música.
- **“Sentí muy bien el ejercicio, puede hacer el movimiento correcto y llegar bien a las luces”** [Paciente]
- **“Fue difícil, pero no tanto como para generarme frustración, sentí que lo podía hacer bien”** [Paciente]
- **“Si hubiera sido más rápido no podría haber realizado bien el movimiento, habría sido más al lote”** [Paciente]

4.8 SEGUNDA VALIDACIÓN

PACIENTE ACV + KINESIÓLOGA

VALIDACIÓN | 9 DE JUNIO 2022

La segunda validación se realizó con un paciente de 82 años. El sufrió un accidente cerebrovascular el año 2013 y por consecuencia perdió la movilidad del lado izquierdo. Aún asiste a kinesiología regularmente para ejercitar la movilidad, especialmente de la pierna izquierda. Junto con el paciente se encontraba su kinesióloga, quien ayudó a guiar el ejercicio situando los módulos como ella estimaba conveniente para el paciente.

Para testear se utilizó nuevamente un prototipo virtual a través de un video. Se escogió la canción “Here comes the sun” de 128 BPM. En esta ocasión se testeó con 3 luces, luego 4 y finalmente con 5. Se utilizaron en total 5 módulos pentagonales de plumavit, con los mismos colores que tenían las “luces” del video para hacer más fácil el seguimiento.

El testeó se conformó de 6 etapas.

- 1 En la primera etapa la paciente realizó el ejercicio con los tres módulos siguiendo las luces en la pantalla, pero sin música.
- 2 Luego se realizó nuevamente el ejercicio con los tres módulos siguiendo las luces de la pantalla, esta vez con música.
- Se cambió la canción de “I’m yours” a “Here comes the sun” que es un poco más rápida.
- 3 Con la nueva canción se utilizaron 4 módulos
- 4 A la mitad de la canción se le agregó un quinto módulo
- Se cambió el ejercicio a la pierna izquierda
- 5 Se colocaron 3 módulos en el suelo a cierta distancia entre ellos y del paciente, esa distancia fue determinada por la kinesióloga. Se realizó el ejercicio con la primera canción, para que fuera más lento.
- 6 Finalmente se le realizó una serie de preguntas pautadas con el fin de comprender la experiencia del usuario y de esa manera poder seguir mejorando el producto en base a



Imágen 29,30,31,32 y 33. Elaboración propia,2022



RESULTADOS

- El paciente sintió muy fácil el primer ejercicio, sin música y con 3 módulos, un poco lento para él y poco desafiante.
- El ejercicio se fue poniendo más desafiante a medida se le agregaban módulo
- La segunda canción “Here comes the sun” le gustó más, la conocía previamente y mencionó que le gustaba mucho.
- Hasta los 4 módulos llegaba super bien, cuando se agregó el quinto se le hizo más difícil y sintió que se equivocó más veces.
- El paciente mencionó que sí le gustaría incorporar música a su rutina actual, para hacer más lúdicos los ejercicios
“Con música se incorpora un estímulo nuevo, un elemento que yo por lo menos no suelo incorporar a mis actividades diarias”
- Al paciente sí le sirvió conocer la canción previamente, ya que se le hizo más entretenido, según sus palabras.
- Al paciente sí le sirvió conocer la canción previamente, ya que se le hizo más entretenido, según sus palabras.
- No mostró mayor interés de poder elegir su propia música.
“La verdad no me importa mucho cuál canción se use, siempre y cuando no sea algo muy alejado de mi gusto”

OBSERVACIONES KINESIÓLOGA

- Es muy importante que se pueda adaptar a la velocidad del paciente. En este caso el primer ejercicio no fue suficientemente desafiante, luego con el cambio de canción y el aumento de módulos se pudo ver un mayor esfuerzo de parte del paciente.
- *“Me gustó mucho! Encontré que el paciente tuvo mucho más control de su pierna. Yo antes le había hecho otros ejercicios de control de pierna, haciendo que la moviera para adelante y atrás, para un lado y el otro y con distintos materiales. Ahora con las luces y la música sentí que estaba más ágil”*
- *“Pude notar movimientos más controlados y que no le costaba iniciar el movimiento”*
- *“Muy buena herramienta de trabajo”*

OBSERVACIONES GENERALES

- El paciente en un comienzo no pensaba que la música le podría aportar mucho, aludiendo a que él no suele escuchar música regularmente. Sin embargo, la kinesióloga observó que los ejercicios realizados con música los pudo hacer de manera más fluida. Por lo tanto, aunque el paciente no era consciente del efecto que produjo la interacción musical, su desempeño físico mostró lo contrario.

4.9 VALIDACIÓN KINESIÓLOGO

KINESIÓLOGO ROBERTO SFEIR

VALIDACIÓN | 24 DE ABRIL 2022 | 26 DE MATO 2022

El kinesiólogo Roberto Sfeir ha trabajado durante muchos años con pacientes en recuperación de ACV, además fue director de la carrera de Kinesiología de la universidad UCINF y hoy en día es profesor en la Universidad De Las Américas.

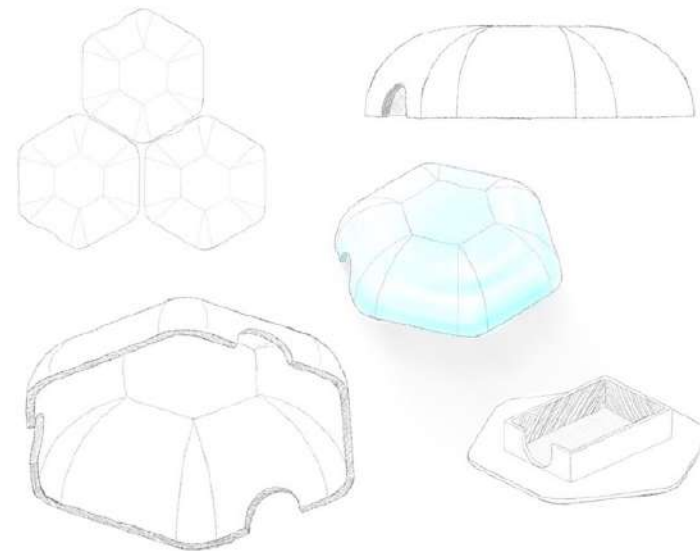
Se realizaron dos reuniones principales con Roberto a lo largo del proceso de diseño del producto. Se le entregó el informe de seminario para una mayor comprensión de la investigación previamente realizada. Luego se le explicaron los objetivos del proyecto y los alcances esperados dentro del semestre. Finalmente, se le fueron enseñando los prototipos y mockups desarrollados con la finalidad de recibir feedback de su parte y en conjunto replantear los puntos a mejorar.

- El paciente se frustra mucho al no poder hacer ciertas cosas y de no ver resultados. El feedback en este caso es muy importante para que vaya viendo el progreso.
- El poder constatar avances, a través de este dispositivo, que no ve en el día a día, por ejemplo: que se le aumentó la distancia entre los módulos y ya es capaz de utilizar canciones más rápidas porque ha mejorado, es un estímulo que va a ser que el paciente se fidelice con el proceso de rehabilitación.
- ***“El potencial de esta propuesta está en 3 puntos principalmente: la flexibilidad, el poder elegir los ritmos y con eso la velocidad de trabajo, y la entrega de feedback al paciente”***
- Importancia de que sea inalámbrico por la seguridad y por la versatilidad de trabajo.
- La forma del módulo entregue una facilidad para los distintos ejercicios, ej: si se acoplan y se utilizan juntos se puede trabajar la motricidad, la forma debería ser intuitiva para simplemente ponerlos como calcen y que funcione bien así.
- El que los pacientes puedan escoger la música los involucra más y a su vez los motiva al interactuar con un estímulo de su gusto. La motivación en este contexto es fundamental, ya que muchas veces cuesta bastante incentivar al paciente a realizar correctamente los ejercicios.

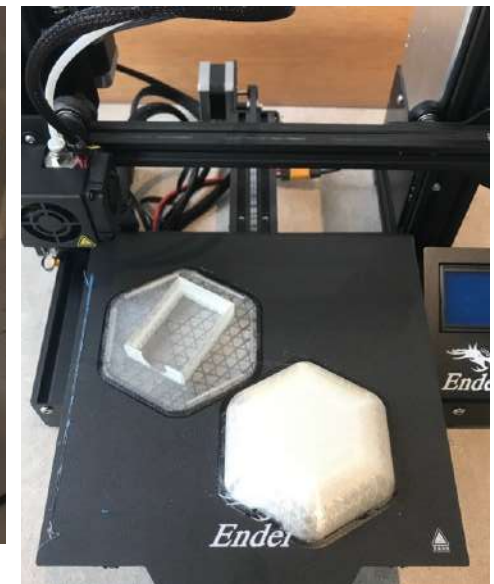
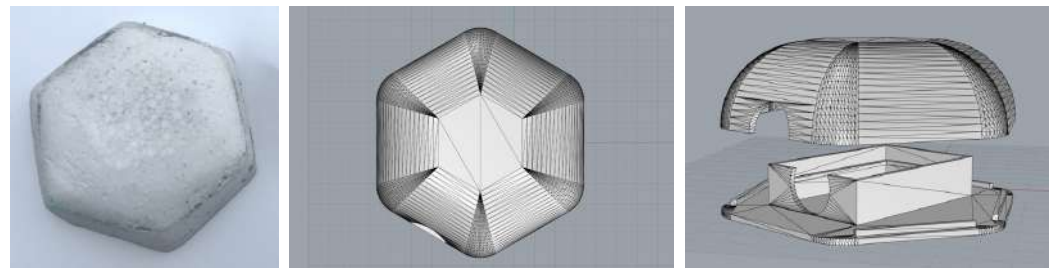
4.10 ITERACIÓN FORMA

Como resultado de los testeos y validaciones se siguió iterando en la forma de los módulos. Se decidió hacerlos de forma hexagonal, para un mejor calce entre ellos. Además se diseñó el interior de los módulos, para incorporar el sistema eléctrico y las luces led.

En la parte inferior de la base se le añadieron gomas anti-deslizantes. Finalmente se le agregó un borde a la base que encaje con el interior de la tapa, para poder cerrarlos con un calce correcto.



- Con la nueva forma definida, se probaron diferentes métodos de prototipado. Para esto se realizó un modelo 3d del módulo, el cual se imprimió en 3d, con filamento PLA translúcido. Luego se hizo un termoformado utilizando pai de 1mm.



Imágen 37,38,39,40 y 41, Elaboración propia,2022

4.11 EJERCICIOS POSIBLES CON EL DISPOSITIVO EJERCICIOS DE ALCANCE

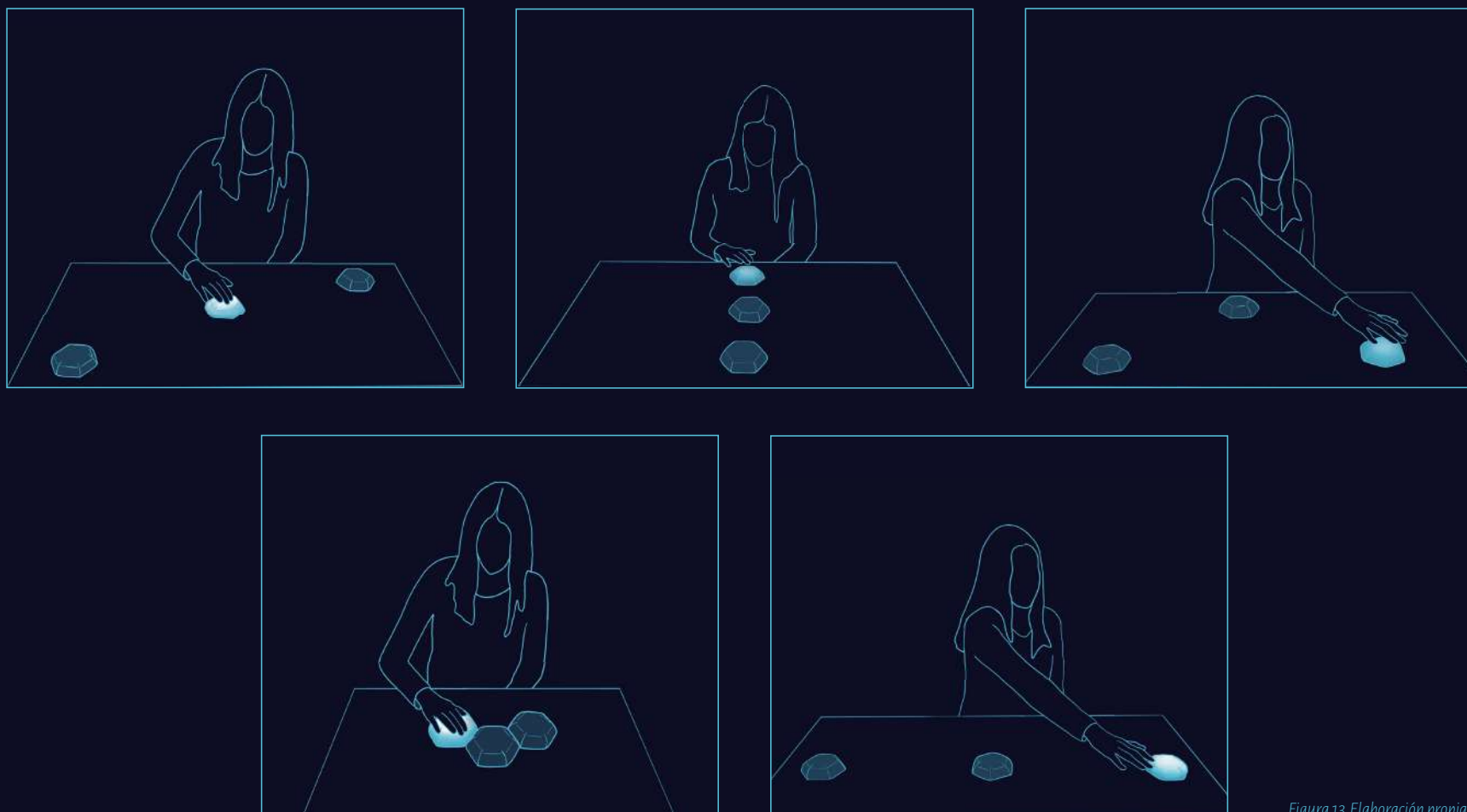


Figura 13,Elaboración propia,2022

- Variaciones con la cantidad de módulos y sus posiciones
- Posibilidad de ejercitar brazos y piernas

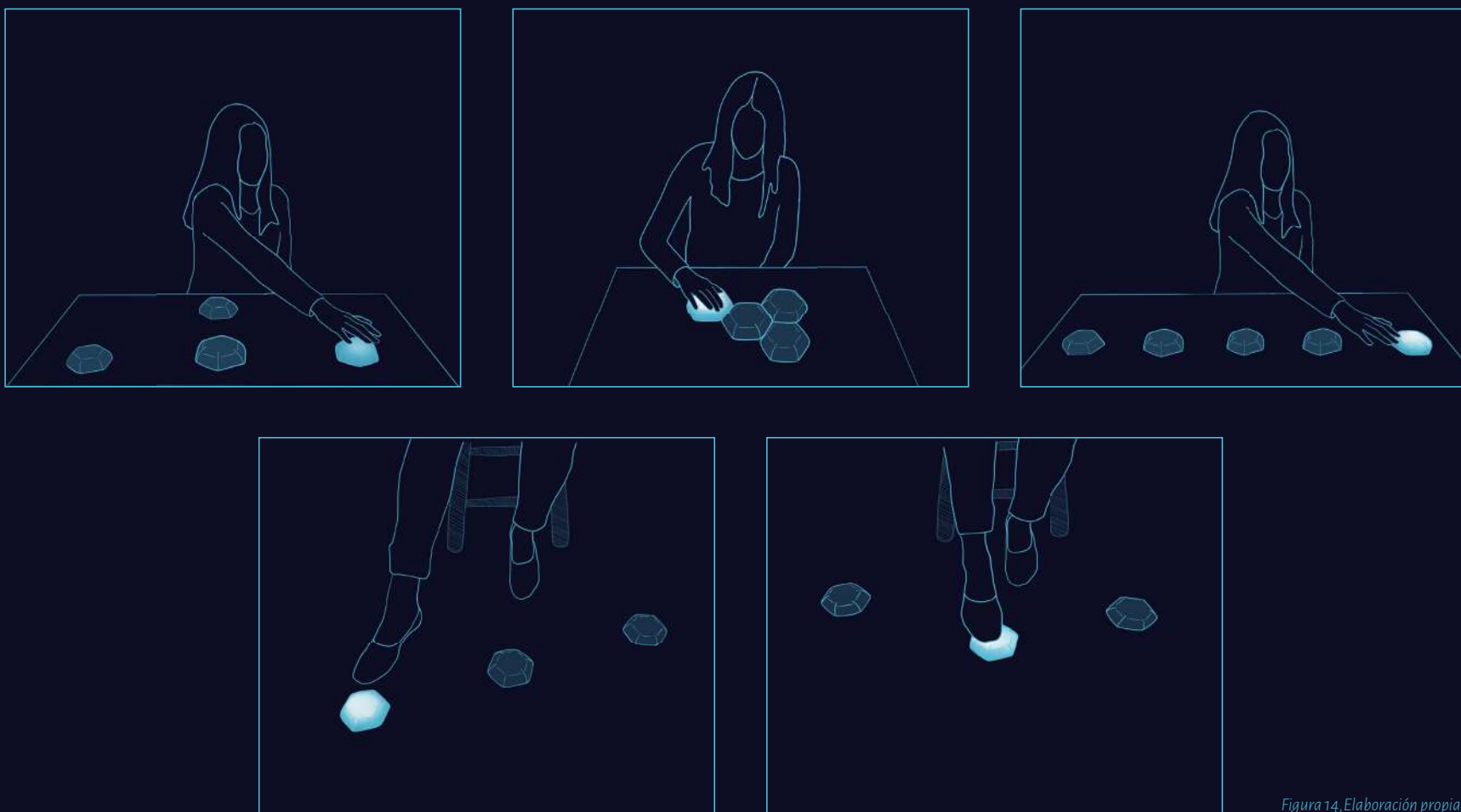


Figura 14, Elaboración propia, 2022

4.12 PROTOTIPO FUNCIONAL

PRIMER PROTOTIPO

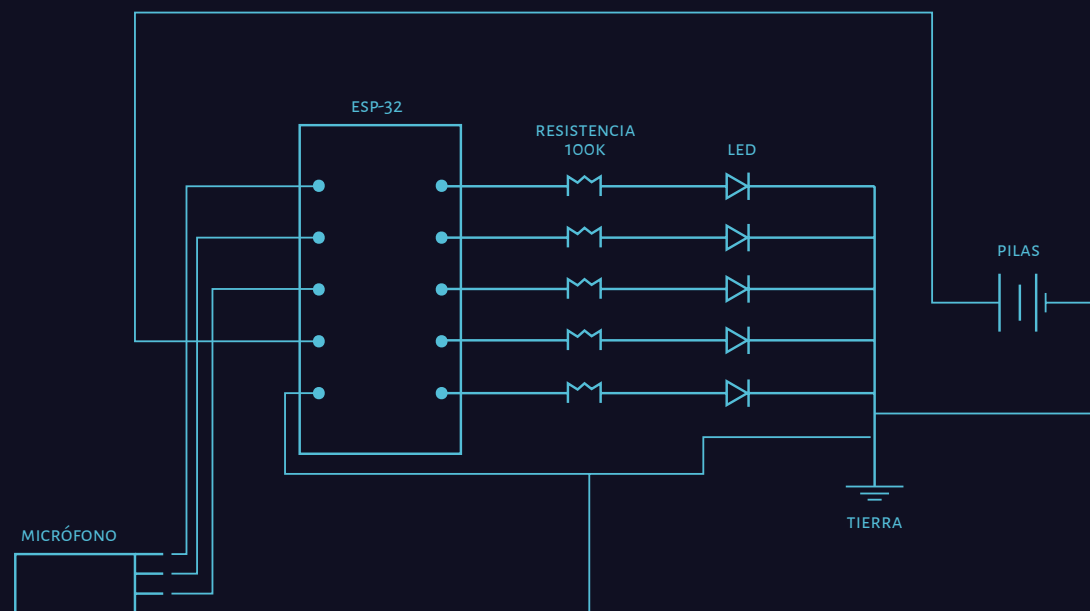
Con el acercamiento inicial se pudo lograr que las luces led se encenderán a partir de un estímulo sonoro, se utilizó música reproducida desde el computador. Sin embargo se notó una falta de seguimiento rítmico de parte de las luces, esto debido al código de programación que se le dio, ya que este detectaba solo cambios de volumen y no de ritmo.

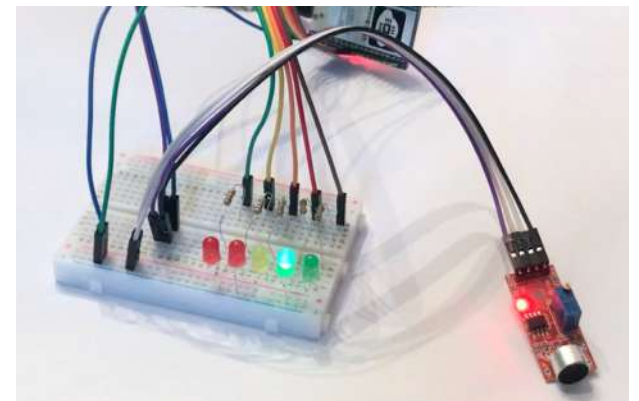
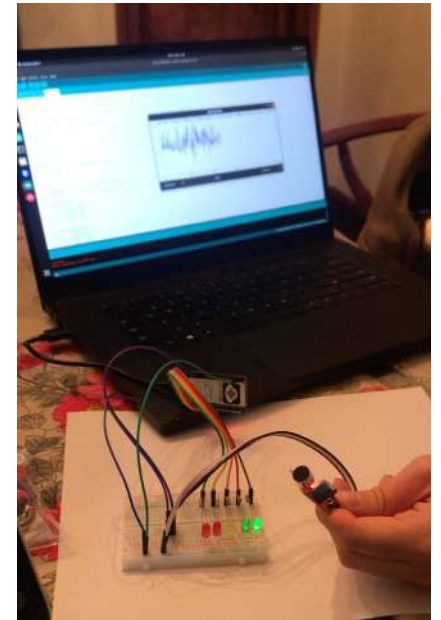
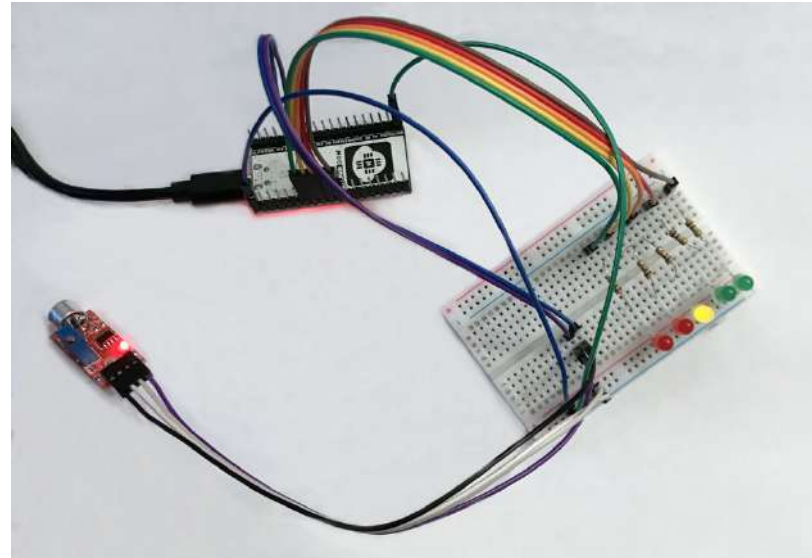
Además este primer prototipo fue creado por completo en una sola "pieza", por lo que al ver que funcionaba el sistema se pudo comenzar a planear el prototipo modular.

Para este primer prototipo se utilizó:

- Sensor sonido micrófono Arduino
- Protoboard + 5 luces led
- Portapilas
- Cables de conexión macho-hembra
- Esp 32
- Resistencias de 100K

DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO





Imágen 42,43 y 44,Elaboración propia,2022

4.13 PROTOTIPO FUNCIONAL MODULAR

SEGUNDO PROTOTIPO

El segundo prototipo funcional consistió en configurar el circuito de manera modular. Para esto se realizó el prototipo con 3 módulos iguales, estos son los que contienen las luces led, y 1 módulo más grande el cual contiene las piezas principales del circuito y de donde se conectan todos.

En esta segunda iteración se logró un mejor seguimiento rítmico, de parte de las luces, con el código de programación que se le dio. Sin embargo aún se puede seguir mejorando la sensibilidad del micrófono de recibir estímulos sonoros.

Para este segundo prototipo se utilizó:

- Regleta
- 15 led 5mm ultrabrillante blanco
- Placa PBC perforada
- Resistencias de 1k
- Cables jumpers
- Portapilas
- Sensor sonido micrófono arduino
- Terminal jack hembras

DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

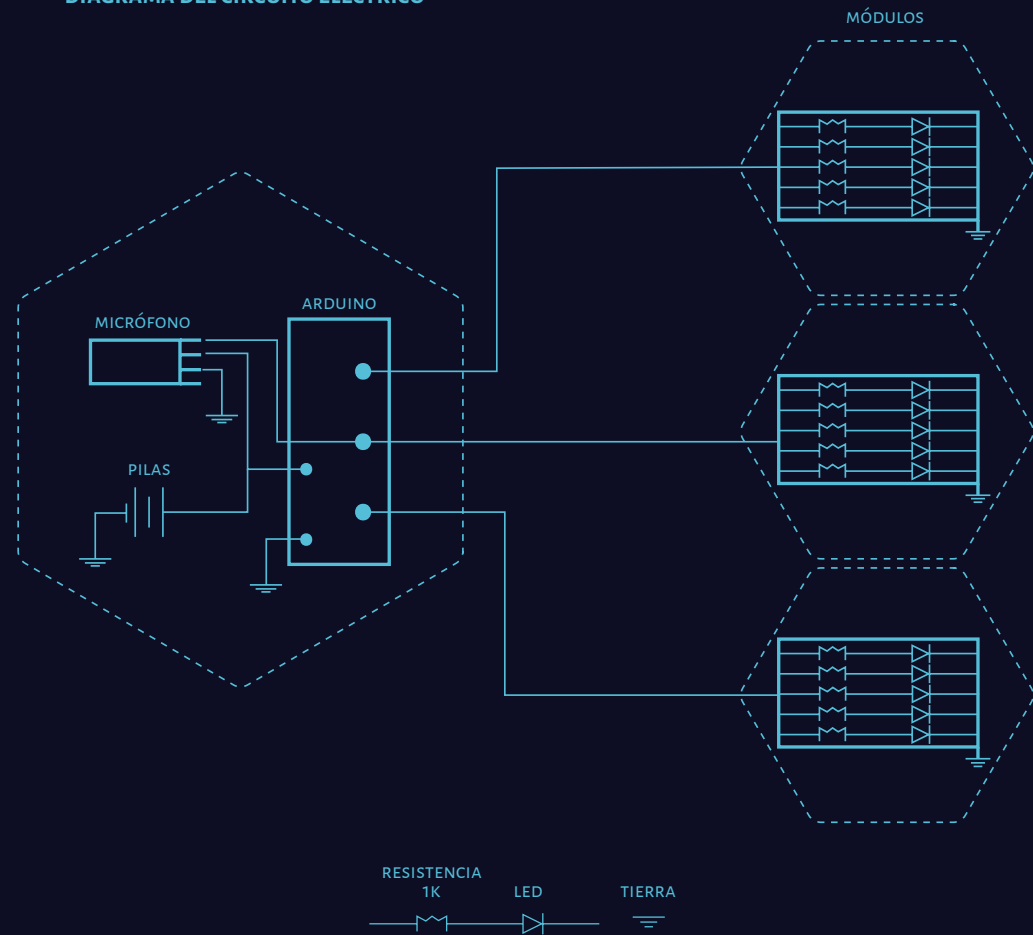
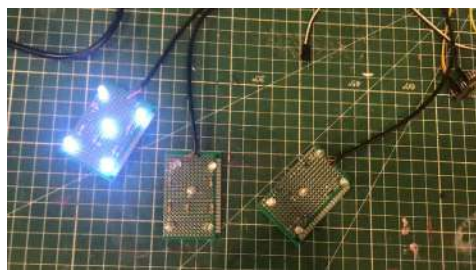
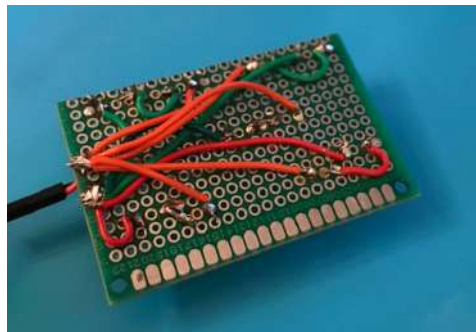
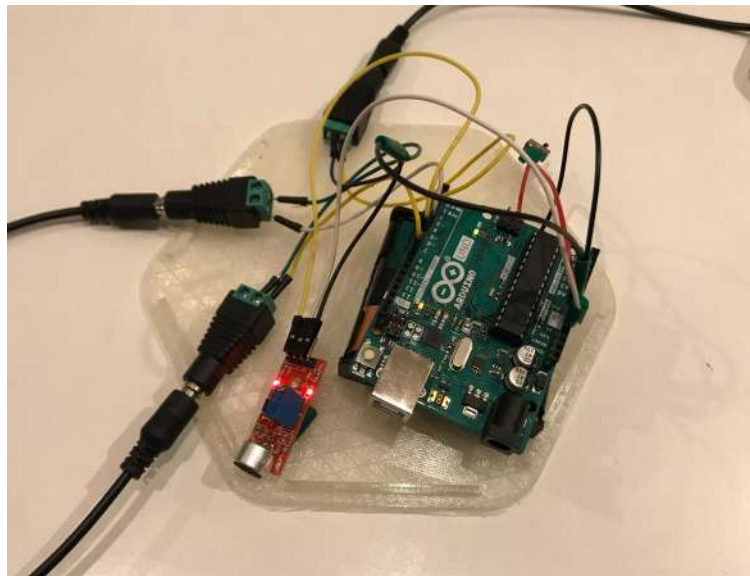
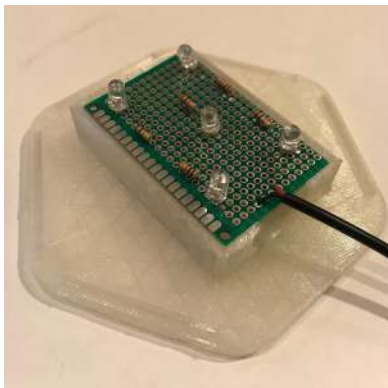
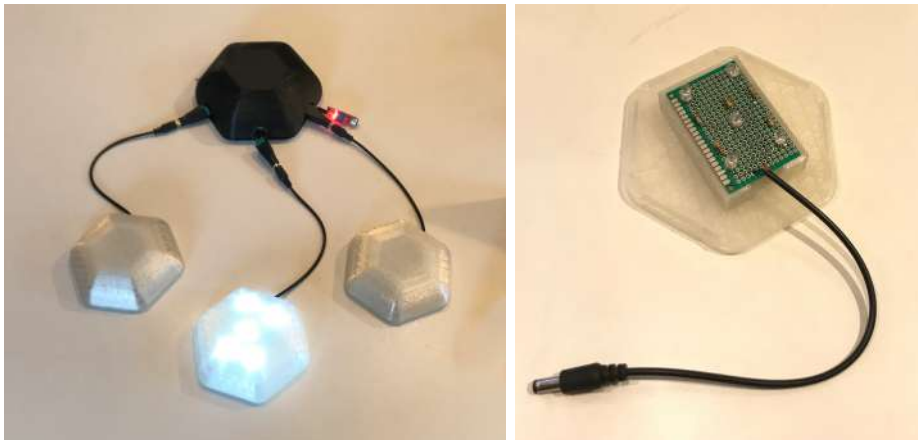


Figura 16, Elaboración propia, 2022



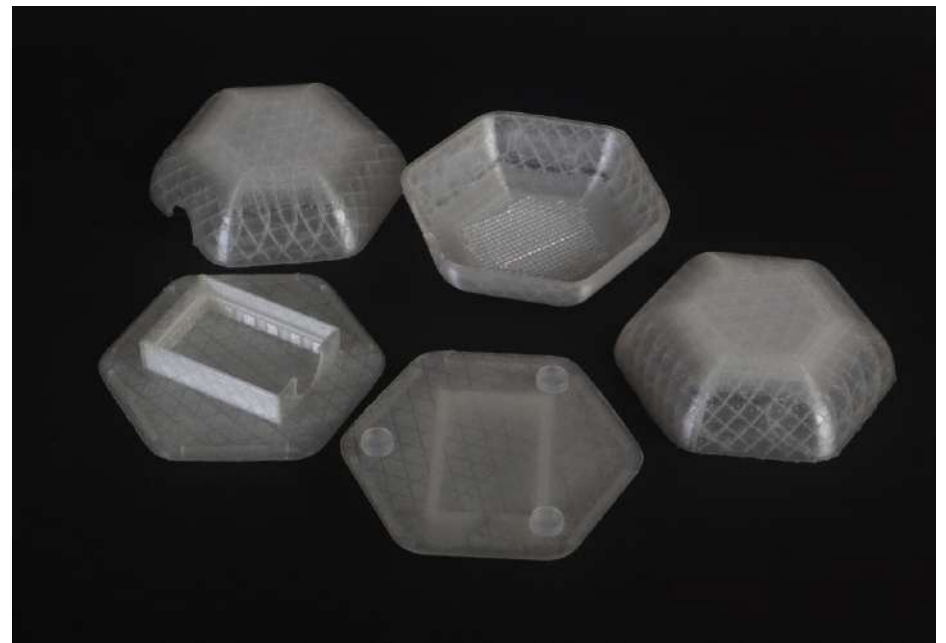
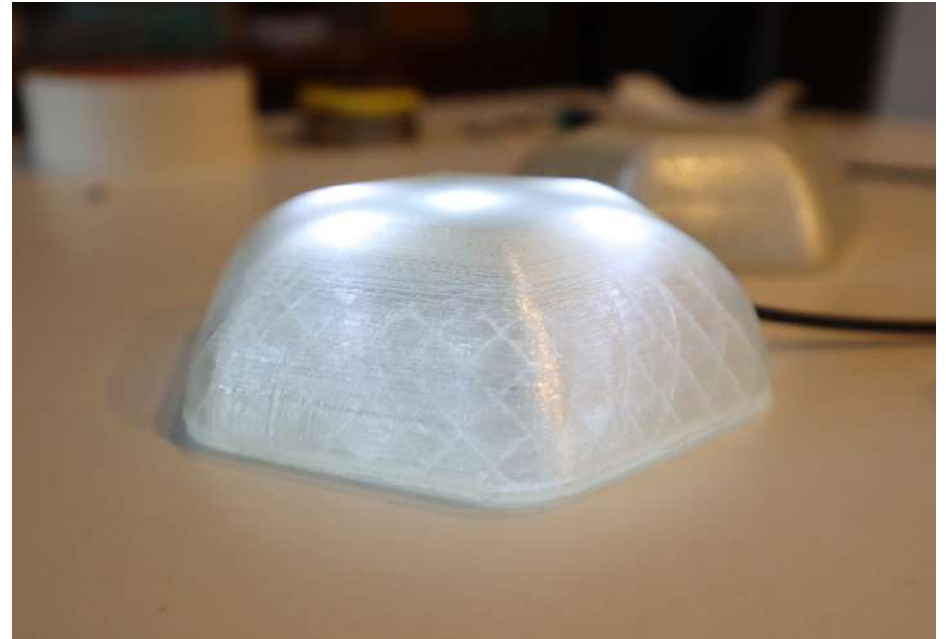
Imágen 45,46,47 y 48,Elaboración propia,2022

4.14 PROTOTIPO FINAL



Teniendo todos los módulos impresos, en PLA translúcido, y los circuitos eléctricos listos, se ensambló el prototipo final. En el proceso de armado se fueron notando ciertos detalles necesarios de arreglar, por lo que se iteró en el tamaño del módulo grande y en los espacios de salida de los cables. Finalmente se les agregó gomas de silicona, antideslizantes, en las bases.

- Dados los resultados de las validaciones, se definió que el número de módulos por dispositivo sería cinco, y el mínimo a usar, tres.



Imágen 52 y 53, Elaboración propia, 2022

4.15 VALIDACIÓN FINAL

PACIENTE ACV

VALIDACIÓN | 22 DE JUNIO 2022

La validación del prototipo funcional se realizó con la misma paciente del primer testeo. Esta vez la paciente tuvo la oportunidad de escoger la música de su gusto.

El prototipo funcional consta de 3 módulos con luces y un módulo principal con el circuito eléctrico madre. Al estar conectados los módulos entre sí, no se pudieron disponer con mucha distancia entre ellos, sin embargo se logró realizar dos ejercicios diferentes, adecuados a las capacidades de la paciente.

El testeo se conformó de 3 etapas.

- 1 En la primera etapa la paciente escogió la canción "Angels", de 75 BPM. Los módulos se dispusieron con cierta distancia entre sí, contemplando la comodidad y capacidad de alcance de la paciente.
- 2 En la segunda etapa, y ejercicio, la paciente escogió la canción "when i was your man" de 73 BPM. Esta vez los módulos se pusieron juntos, lo cual genera un ejercicio de motricidad fina, en este caso, más difícil para la paciente.
- 3 Finalmente se le realizó una serie de preguntas pautadas con el fin de comprender la experiencia del usuario y de esa manera poder seguir mejorando el producto en base a los resultados.



Imágen 54, 55, 56 y 57, Elaboración propia, 2022



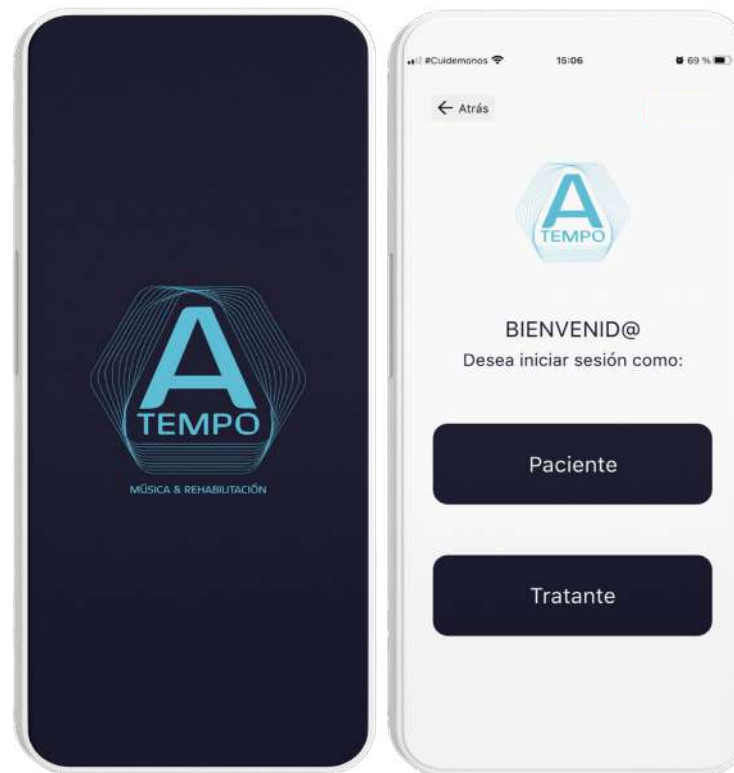
Imágen 58 y 59, Elaboración propia, 2022

RESULTADOS

- La paciente se mostró muy entusiasmada al saber que esta vez sí podía elegir la canción que ella quisiera.
- La velocidad que entregaban las canciones, elegidas por ella, fue adecuada a su capacidad de movimiento, logrando cumplir correctamente con los ejercicios.
- La paciente se mostró cansada al final de las dos canciones, mencionando que a la mitad del segundo ejercicio ya se sentía de esta forma, pero al tener la canción como guía sentía las ganas de terminarla. Además le servía como medición de lo que llevaba y le quedaba para completar el ejercicio.
- El uso de gomas antideslizantes, en la parte inferior de los módulos, facilitó el desarrollo del ejercicio, ya que no se movieron en ningún momento, sin interrumpir la fluidez de la actividad, a diferencia del testeo pasado.
- La forma y volumen de los módulos le acomodaron bastante a la paciente, por lo que no necesitaría mayores cambios.
- Se recalca la importancia de que los módulos sean inalámbricos, una mayor variedad de niveles de dificultad y de ejercicios.

4.16 APLICACIÓN

El dispositivo tendrá una aplicación complementaria, desde donde poder manejar y controlar los diferentes aspectos del producto. La app fue diseñada para ser utilizada por ambos usuarios, por lo que se puede iniciar sesión desde un perfil de paciente, o uno de tratante.



PROTOTIPO

Para el prototipo de la aplicación se usó el programa Adobe XD. Este programa permite crear prototipos interactivos y entrega ciertas facilidades para diseñar lo más cercano a una aplicación real, sin la necesidad de codificar.

El diseño de la app tiene que responder a las capacidades y limitaciones de ambos usuarios, kinesiólogo y paciente, por lo que se tomaron en cuenta ciertos requisitos que menciona Caballer (2020) sobre diseño inclusivo digital:

JERARQUÍA

Las acciones importantes (accesos directos) deben de estar en la parte superior o inferior de la pantalla y los elementos de una misma jerarquía uno al lado del otro. El tamaño de los textos también establecen un orden, donde los textos más grandes o en negrita tendrán una mayor importancia que los con menos tamaño y peso. El orden de los elementos interactivos es primordial, deben seguir una estructura de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

CONTRASTE

Un tamaño de texto pequeño requiere mayor contraste para ser más legible.

ETIQUETAS Y FORMAS

La etiqueta indica el propósito del campo en todo momento, por lo que debería de permanecer incluso después de escribir en él. Se recomienda evitar elementos sin bordes y crear formas tangibles para desencadenar una acción o desplazamiento.

COLOR

Utilizarlo como complemento para apoyar textos, símbolos y texturas. Se debe pensar en que una interfaz debería poder entenderse en blanco y negro.

TEXTO

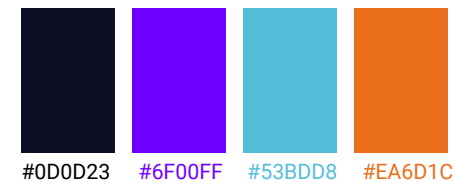
Se suele evitar el justificado porque crea patrones que entorpecen la lectura. No abusar ni de cursivas ni de mayúsculas en párrafos largos.

DISEÑO INTERFAZ

- TAMAÑO DE PANTALLA:** Para el diseño de la pantalla se utilizó la grilla que ofrece Adobe XD, la cual se basa en las medidas estándares de los iPhone. Dado que el espacio de trabajo es pequeño hay que tener cuidado con los tamaños de los botones, de las tipografías y de los iconos y otras figuras, para que sean fácilmente legibles por los usuarios y que no dificulten la interacción a través de la aplicación.
- TIPOGRAFÍA:** Se eligió la tipografía San Francisco UI, ya que es una fuente diseñada por Apple especialmente para pantallas de celular, por lo que entrega una fácil lectura y adaptación a diferentes proporciones. Para el tamaño de los textos se siguió las recomendaciones entregadas por Apple, para el diseño de apps, en su plataforma Apple Design Resources (2022). Dentro de los tamaños sugeridos se decidió utilizar 25pt para los más grandes, 18pt para los medianos y 13pt para los textos más pequeños.
- COLORES:** Se utilizaron los colores definidos para la identidad gráfica de A TEMPO. Se buscó siempre mantener un buen contraste entre ellos para facilitar la legibilidad, por lo que a lo largo de la app se utiliza mayoritariamente un fondo blanco, y en algunas secciones, fondo azul marino oscuro.



San Francisco UI Bold
San Francisco UI Medium
 San Francisco UI Light



#0D0D23 #6F00FF #53BDD8 #EA6D1C

FLUJO DE NAVEGACIÓN

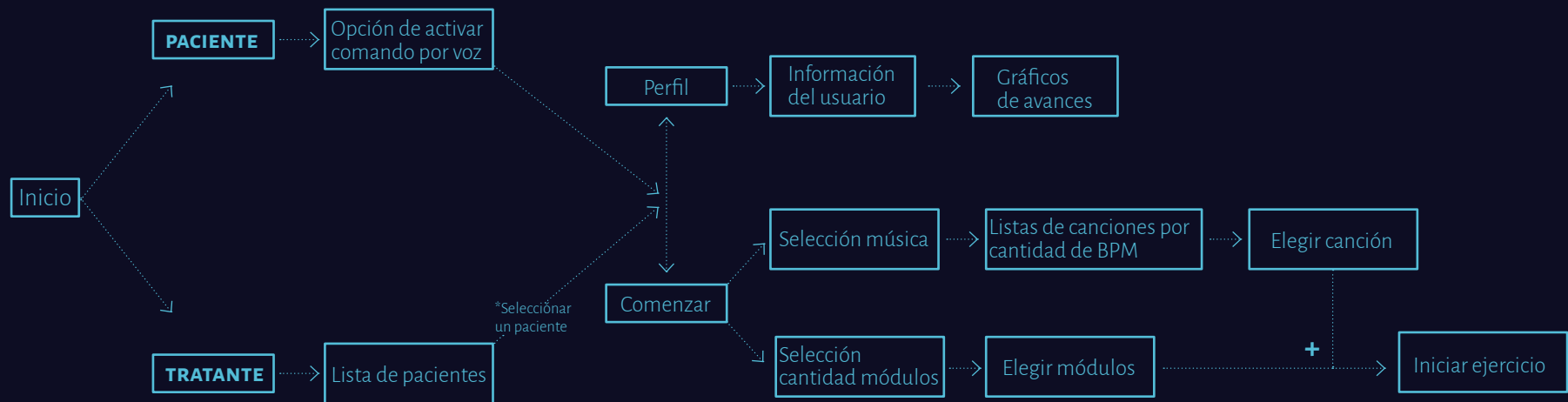


Figura 17,Elaboración propia, 2022

FUNCIONAMIENTO

Al entrar a la app desde el perfil del kinesiólogo o terapeuta, éste se encontrará con una lista de sus pacientes que están utilizando A TEMPO. Seleccionando el nombre de un paciente podrá entrar al perfil de éste y ver los registros y avances que ha logrado. De esta manera el tratante podrá revisar el desempeño del paciente e ir adaptando el tratamiento a sus avances y nuevas necesidades. También tendrá acceso a la selección de música y cantidad de módulos, por lo que se puede utilizar el dispositivo desde la app del paciente o desde la app del tratante.

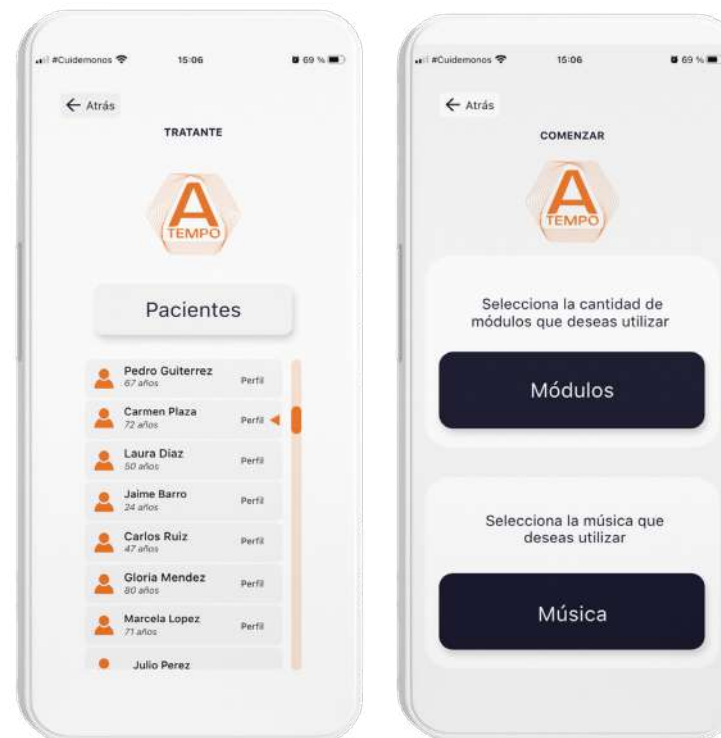


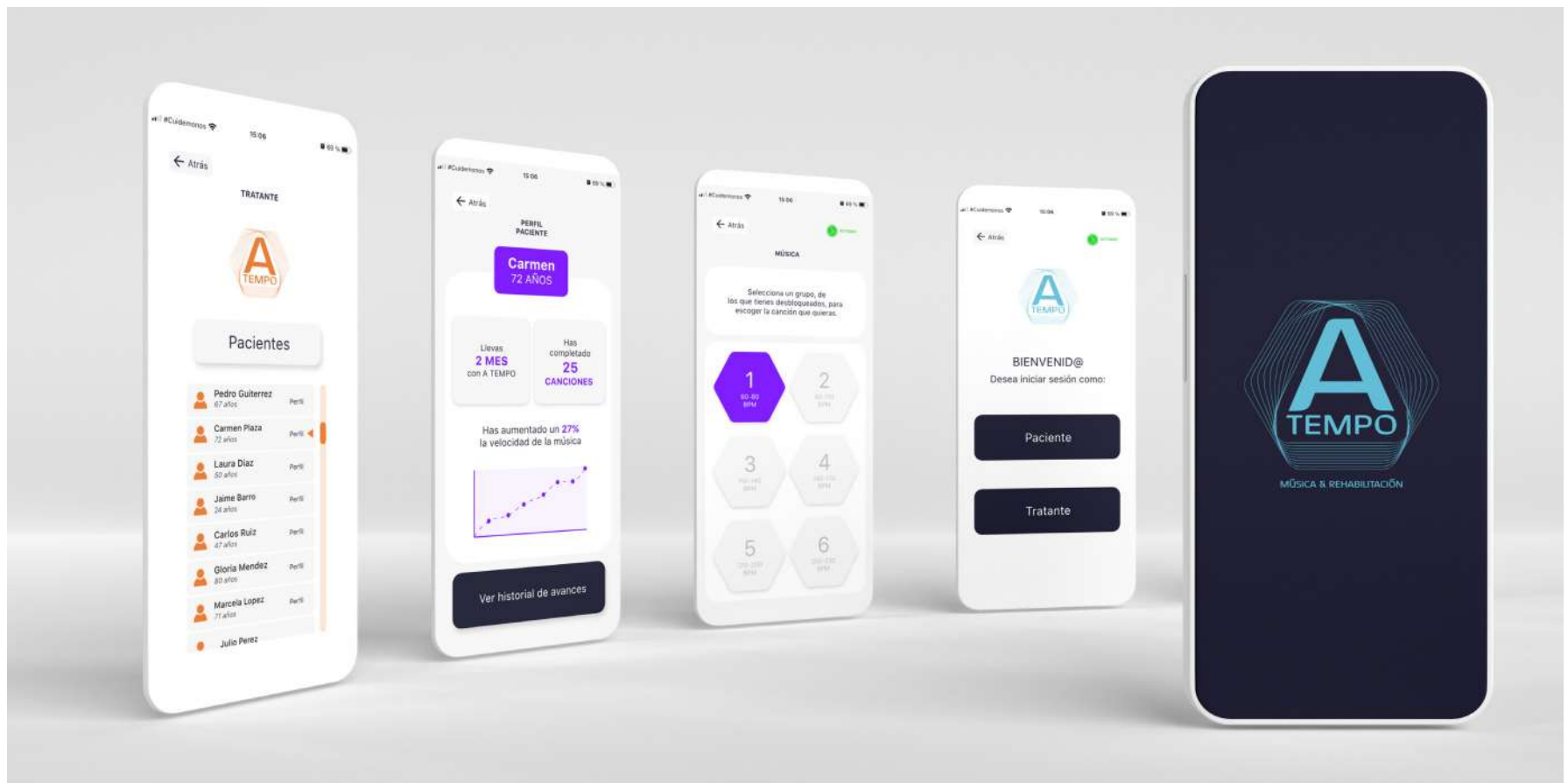


Imagen 65, Elaboración propia, 2022

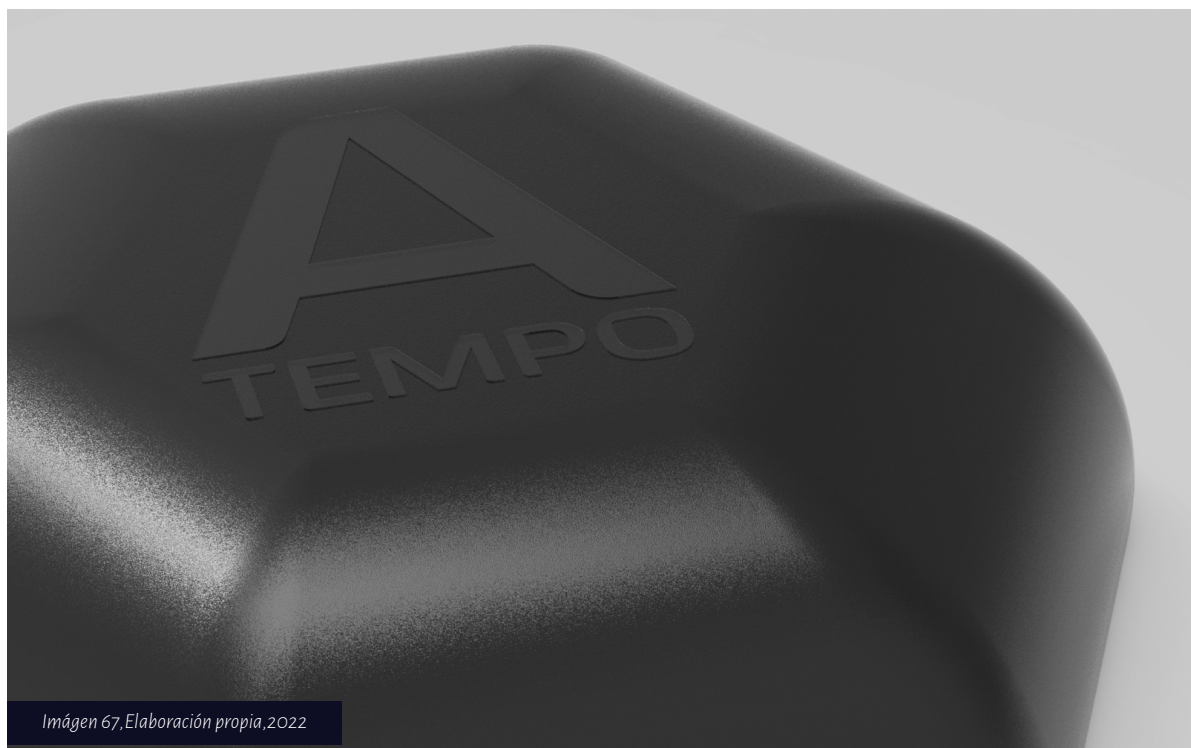
Por otro lado, al entrar desde el perfil del paciente se encontrará, en un inicio, la opción de activar los comandos por voz. Si el paciente desea activarlo solo tiene que seguir las instrucciones y luego podrá navegar a través de la aplicación utilizando su voz para seleccionar opciones y manejar las distintas facilidades que entrega la app. Este usuario tiene la posibilidad de visitar su perfil, donde encontrará un registro del tiempo que lleva utilizando A TEMPO, de la cantidad de canciones que ha completado en ese tiempo y puede revisar su progreso el cual se mostrará a través de gráficos

Luego se encuentra la parte de configuración, para utilizar el dispositivo de manera adecuada a cada paciente. Primero está la sección para escoger la música a usar, en esta parte las canciones están agrupadas por cantidad de BPM, de esta forma poder comenzar con canciones más lentas y a medida que se va mejorando aumentar la dificultad a través de la selección de canciones más rápidas. Esta interacción además de controlar la velocidad del ejercicio es un incentivo para el paciente y una forma de medir el progreso de manera fácil y didáctica. Una vez teniendo el grupo de música por BPM seleccionado, se podrá elegir una canción dentro de la lista sugerida.

Teniendo la música lista se pasa a la configuración de los módulos, donde está la opción de utilizar de 3 a 5 módulos. La cantidad de éstos será determinada por el kinesiólogo. Con los 2 elementos listos y los módulos posicionados se puede comenzar a realizar el ejercicio.



Imágen 66,Elaboración propia,2022

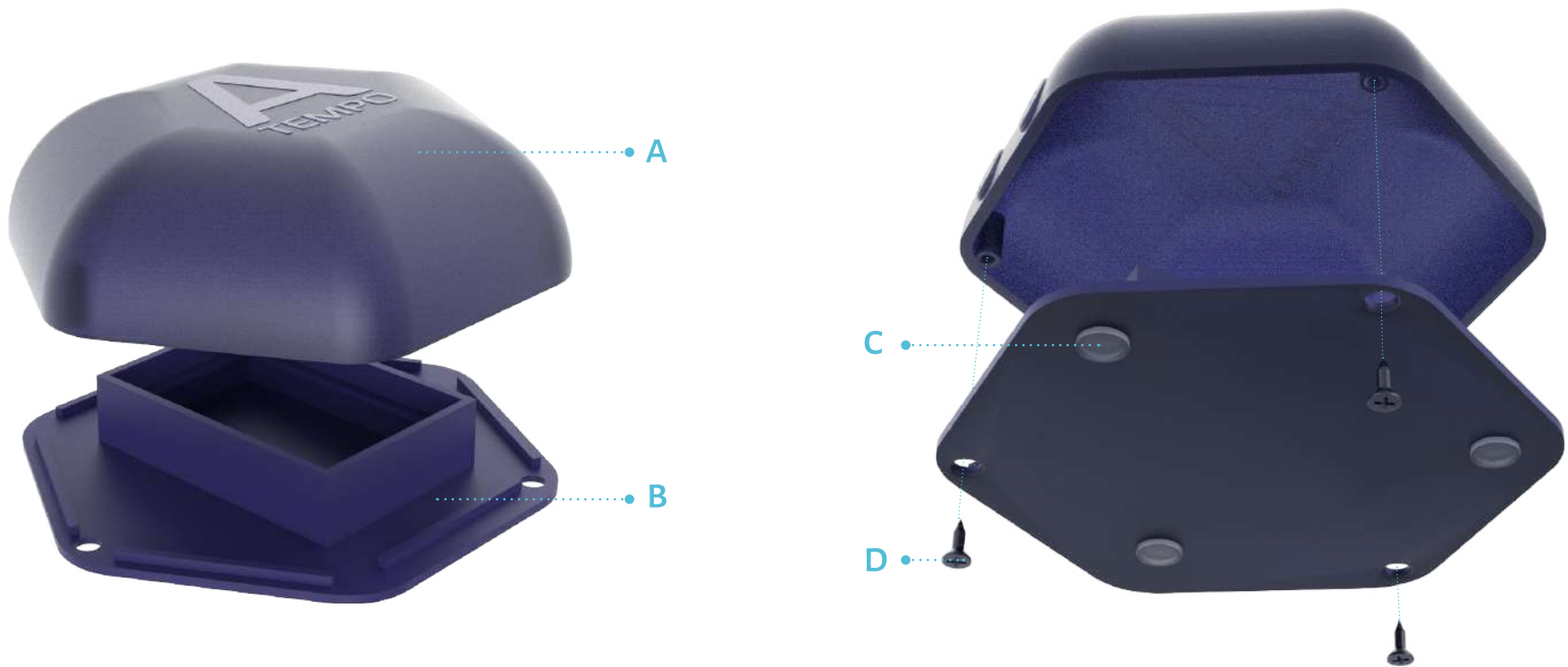


Imágen 67,Elaboración propia,2022

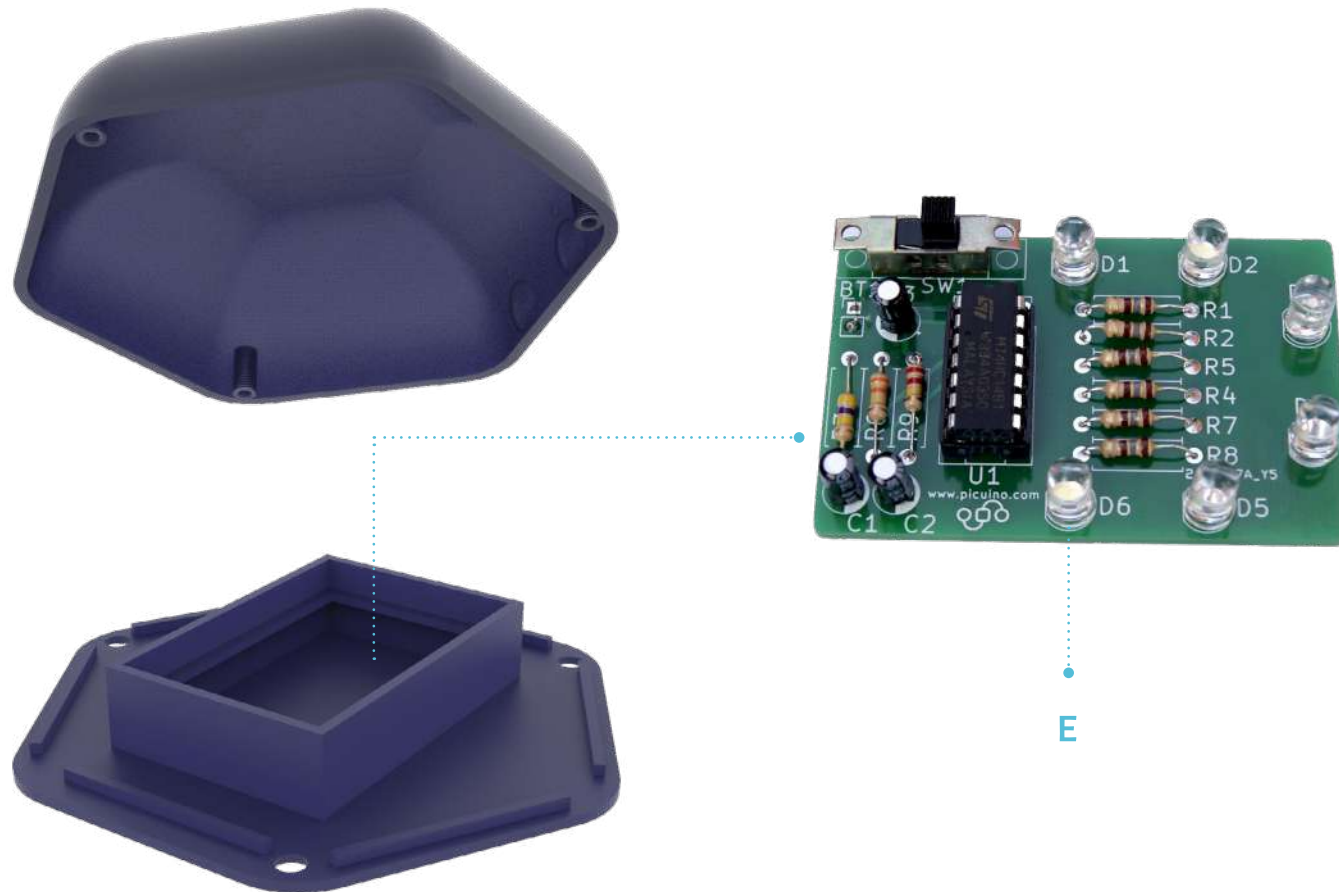
5.DISPOSITIVO FINAL

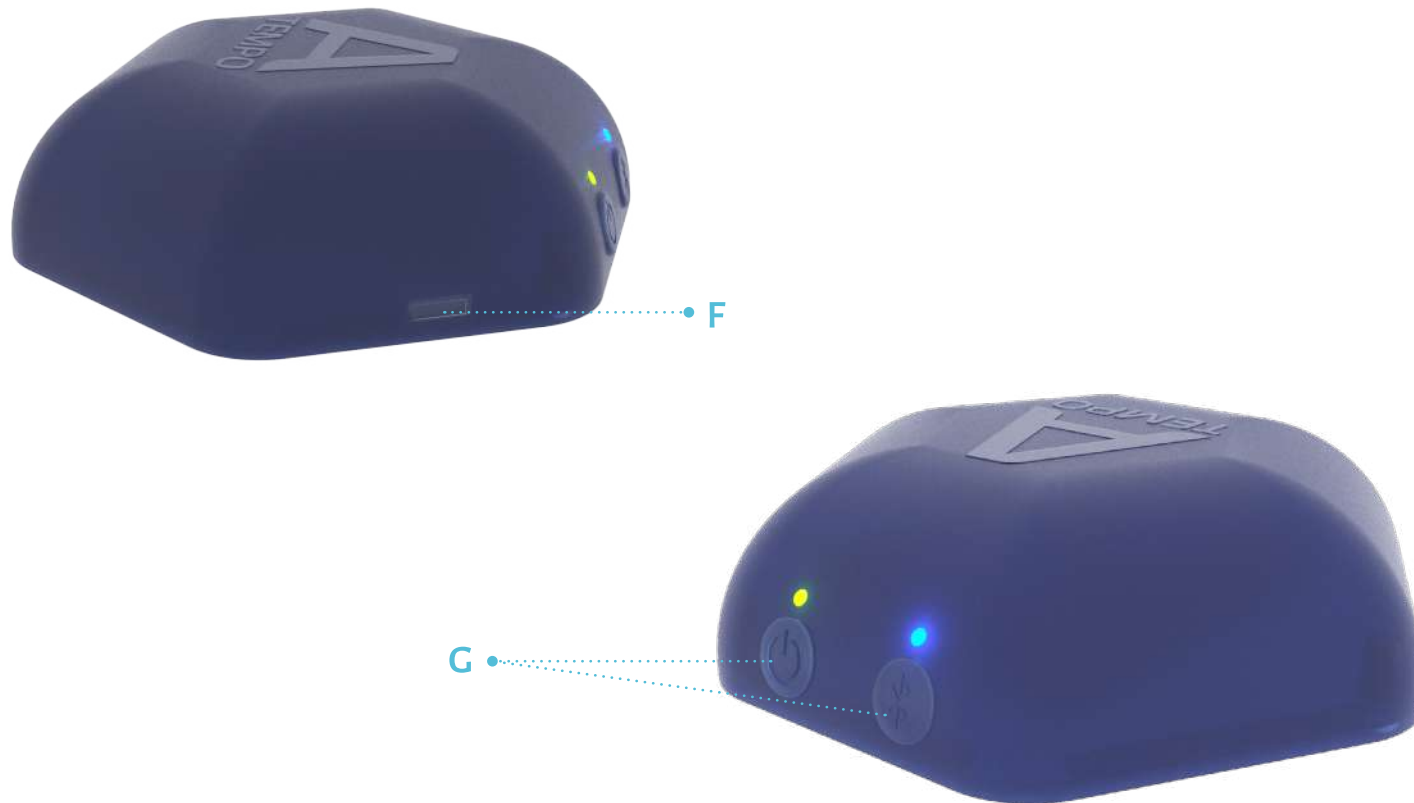


5.1 PARTES DEL DISPOSITIVO



Imágen 69, Elaboración propia, 2022





PARTES DEL DISPOSITIVO

- A TAPA:** Plástico polipropileno translúcido, moldeo por inyección. Incluye tres entradas hembra para tornillos.
- B BASE:** Plástico polipropileno, moldeo por inyección. Incluye estructura para la placa PBC, y bordes para un correcto encaje con la tapa.
- C ANTIDESLIZANTES:** Tres gomas de silicona antideslizantes.
- D TORNILLOS:** Tres tornillos de 2x4mm.
- E PLACA PBC:** Incluye seis luces led de 5mm. ultrabrillante blanco, resistencias, sensor de toque y micrófono. Fabricación en China.
- F ENTRADA CARGADOR:** Entrada micro USB.
- G BOTONES:** Botón de encendido, con luz verde para indicar cuando está prendido. Botón de bluetooth, con luz azul para indicar cuando esta conectado.

*Imagen 74, Elaboración propia, 2022*



5.2 CARACTERÍSTICAS



Plástico polipropileno translúcido, permite que pase la luz, pero no que se vea el interior. Es un plástico resistente y duradero.



Gomas antideslizante, permiten que los módulos no se muevan durante el ejercicio.



Entrada hembra para tornillos, permite un cierre permanente de cada módulo.



Logotipo en la parte superior de cada módulo, como parte de la identidad de marca.



La base es una sola pieza, la cual contiene una estructura, cerrada, donde va encajada la placa PBC. También tiene bordes interiores en cada lado del hexágono, con el fin de calzar correctamente con la tapa. Por último tiene 3 hoyos para insertar los tornillos.



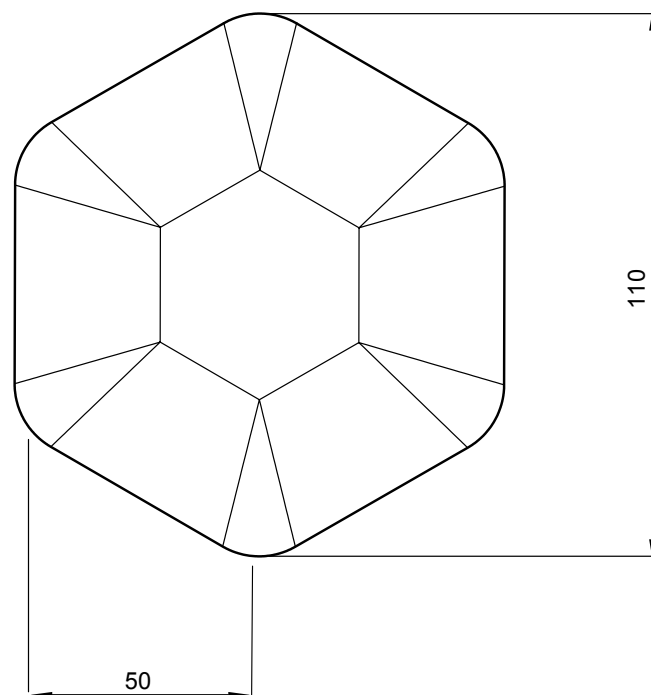
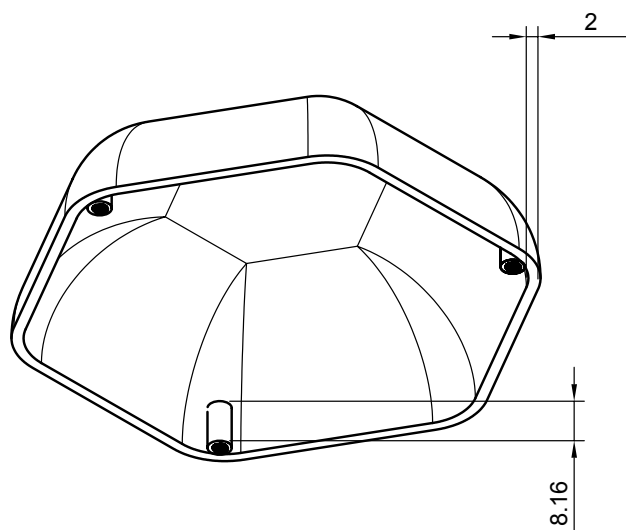
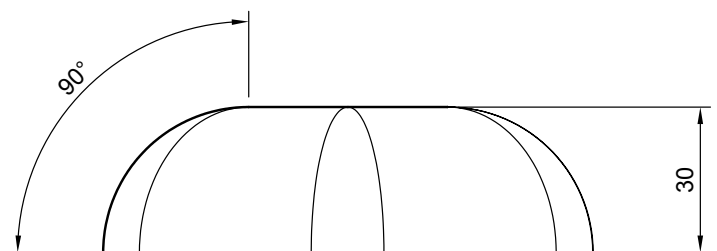
Los botones, de encendido y bluetooth, llevan en bajorrelieve con los íconos correspondientes para identificar fácilmente la función de cada uno. Además de una pequeña luz, sobre éstos, para señalar cuando esta encendido y conectado.

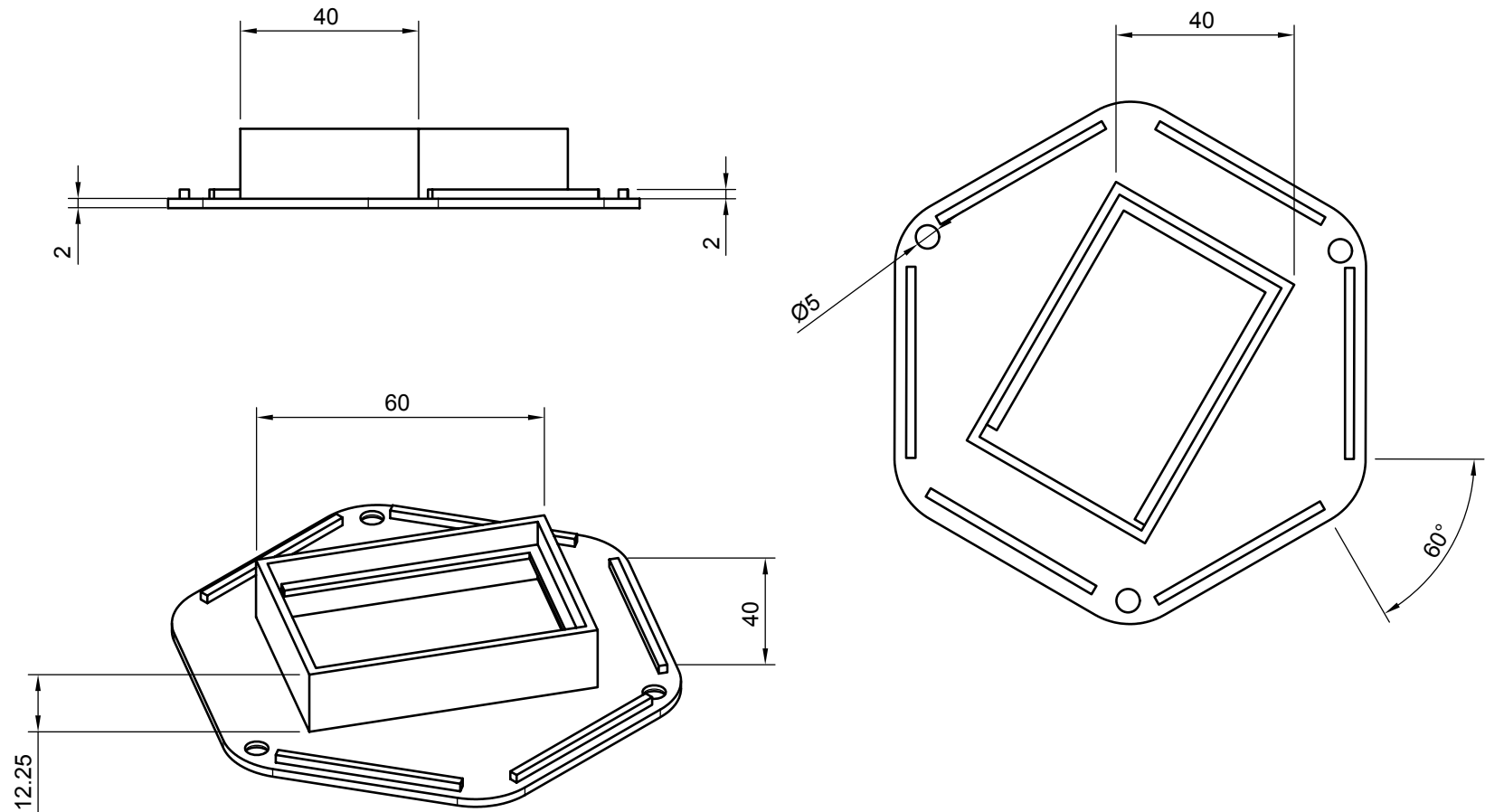


El color de los módulos corresponde a uno de los colores definidos para la marca. Se utilizó el más oscuro, para que las luces resalten y se genere un contraste que facilite la visibilidad del módulo encendido.

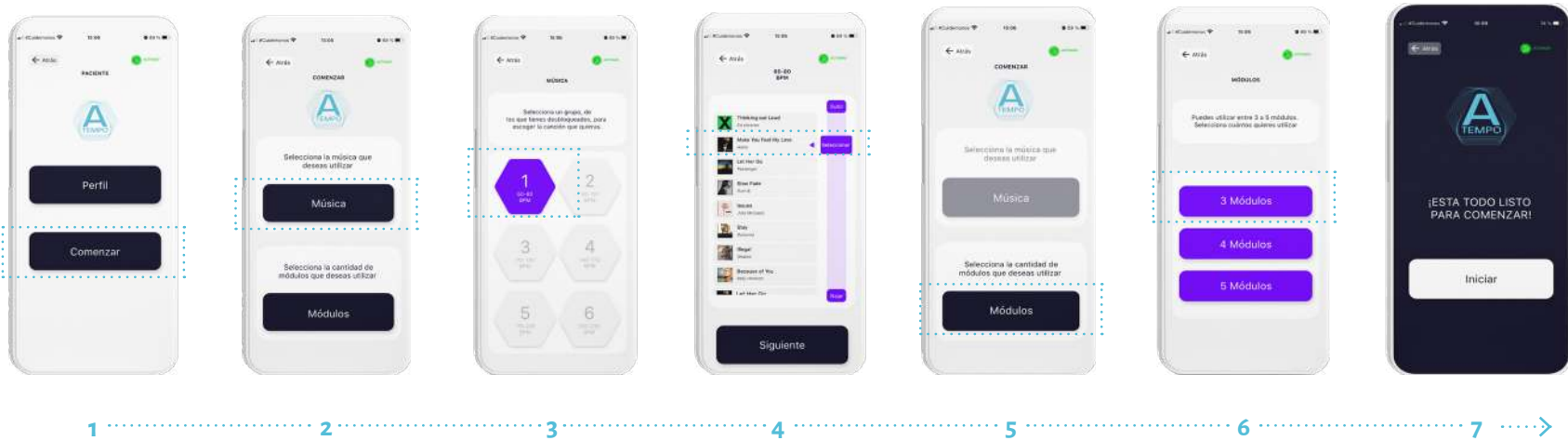
5.3 PLANIMETRÍA

- Medidas en mm.





5.4 MODO DE USO



1 Se comienza por abrir la app y apretar "comenzar".

2 Luego ir a la opción "música".

3 Escoger un nivel de BPM, dentro de los que están desbloqueados

4 Seleccionar una canción a gusto

5 Luego ir a la opción "módulos"

6 Seleccionar la cantidad de módulos a usar

7 Ya están listos los pasos que se realizan desde la app



8

Con los módulos ya encendidos, prender el bluetooth para que se conecten entre ellos



9

Colocar los módulos según como el kinesiólogo lo determine



10

Apretar "iniciar"



11

Comenzar el ejercicio con A TEMPO

5.5
IDENTIDAD VISUAL



Música & Rehabilitación

NAMING

El nombre del dispositivo nace del concepto “tempo”. El tempo es la velocidad de una composición o ritmo musical. A TEMPO hace alusión a estar “a tiempo de la música” ya que es necesario coordinarse con el ritmo de la canción para llegar a tocar las luces y realizar el ejercicio correctamente.

INSPIRACIÓN

El logo hace referencia al cuerpo hexagonal de los módulos. El patrón lineal, del interior del hexágono, se inspira en la trama de los discos vinilos.

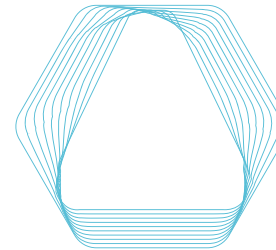
PALETA DE COLORES

Para la definición de la paleta de colores se hizo un breve análisis de los colores que se suelen utilizar en el área de la salud y paralelamente en marcas relacionadas a la música. Como resultado se tomaron colores dentro de la gama de azules, frecuentemente utilizados en la salud. Inspirado por las marcas del mundo de la música se le añadieron colores y tonalidades, que en conjunto, generen contrastes altos y vibrantes.

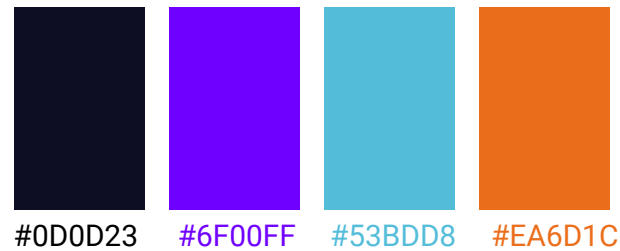
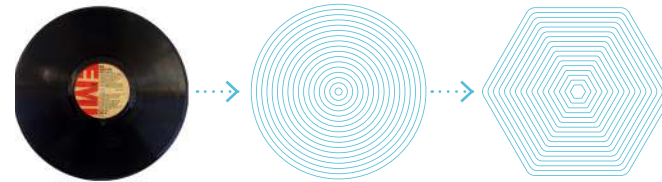
LOGOTIPO



ISOTIPO



ISOLOGO



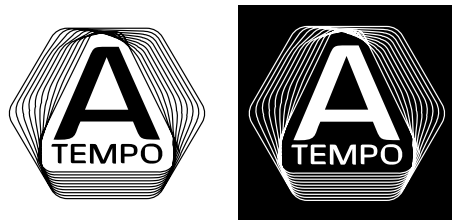
#0D0D23

#6F00FF

#53BDD8

#EA6D1C

ISOLOGO EN BLANCO Y NEGRO

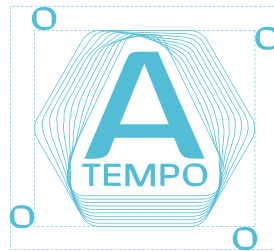


VARIACIONES DE COLOR



ESPECIFICACIONES

Áreas de espacio libre



Tipografía

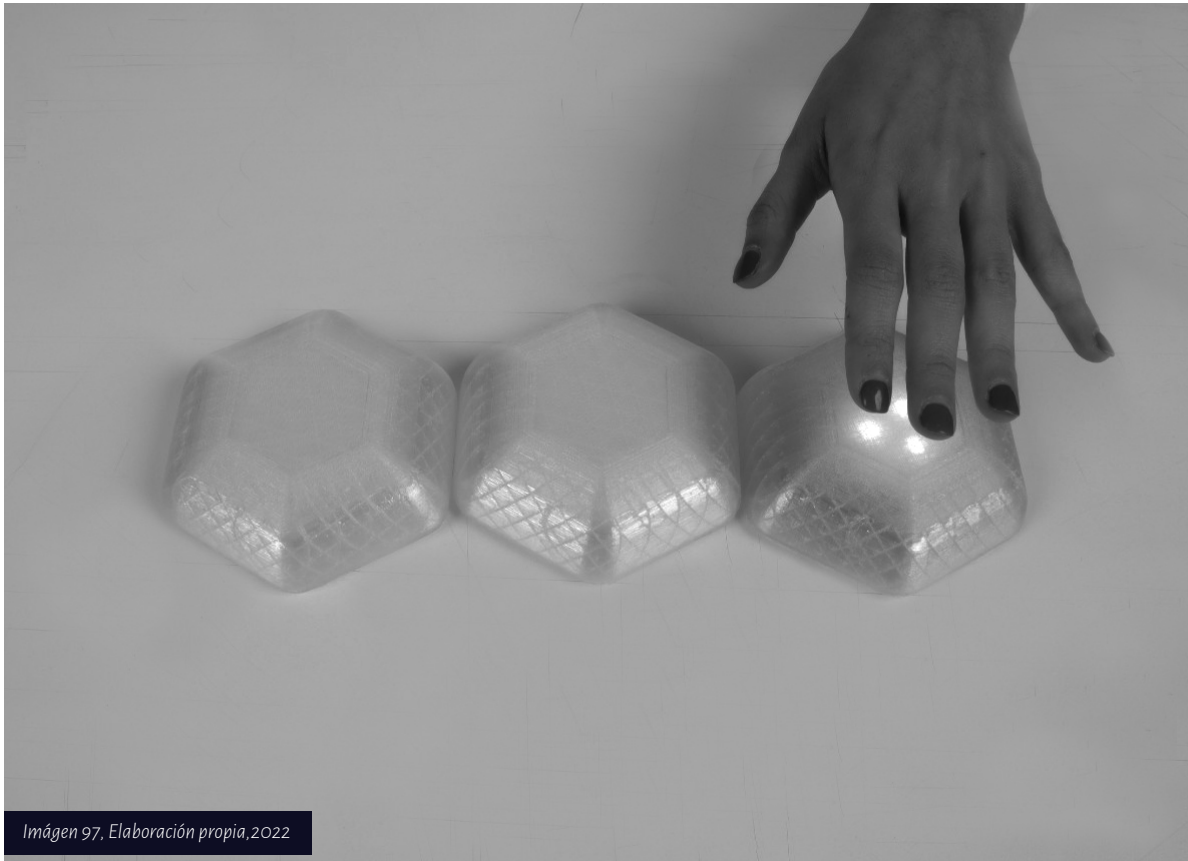
SEPTEMBER MEDIUM

Bajada

MÚSICA & REHABILITACIÓN

TRABAJO PREVIO





Imágen 97, Elaboración propia, 2022

6.PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

6.1 ESTRATEGIA COMERCIAL

La estrategia comercial de A TEMPO apunta a la llegada del segmento a través de distintos medios, para dar a conocer el producto y entrar en el mercado esperado. Por un lado, a través de la participación en ferias de innovación y tecnologías en salud, donde se pueden hacer demostraciones de uso y entregar información explicativa sobre el producto, además de generar contactos y entrar en el radar de los profesionales del área.

Por otro lado, facilitar productos a escuelas de kinesiología universitarias para su uso con pacientes y a su vez para mantener una parte de investigación y testeo activo y poder seguir mejorando el dispositivo. Además los estudiantes de kinesiología juegan un rol de influenciadores ya que cuando entre al mercado laboral van a estar familiarizados con este instrumento.

Finalmente se ofrecerá en consignación en tienda de implementos de kinesiología y rehabilitación física. Teniendo la posibilidad de venta online y venta directa en centros de rehabilitación.

6.2

ESTRATEGIA DE MARKETING

LAS 4 P

- **PRECIO:** Para fijar el precio de venta se toman en consideración los gastos totales de la producción de los dispositivos. Luego se analiza cuánto están dispuestos a pagar los usuarios por el producto. Finalmente se establece un precio acorde a los 2 puntos mencionados. La estrategia es comenzar con precio que cubra los costos y una utilidad razonable, manteniéndolo lo más bajo posible, así poder ofrecerlo a una mayor cantidad de usuarios y que el productor se venda sin el contrapeso de un precio muy alto.
- **PLAZA:** La venta del producto comenzará en Santiago, para luego distribuirla a lo largo de Chile, y en un futuro poder internacionalizarlo.
- **PRODUCTO:** Originalmente se va a partir con un producto único, el cual tendrá un servicio de reparación en caso de falla. Se espera que salgan nuevas versiones que buscarán aumentar las prestaciones, sin generar obsolescencia de las versiones anteriores.
- **PROMOCIÓN:** Como ya se explicó anteriormente, el método de promoción se enfocará en llegar al segmento específico de neurorrehabilitación, a través de la participación de ferias, congresos y apariciones en revistas médicas.

6.3 MODELO CANVAS

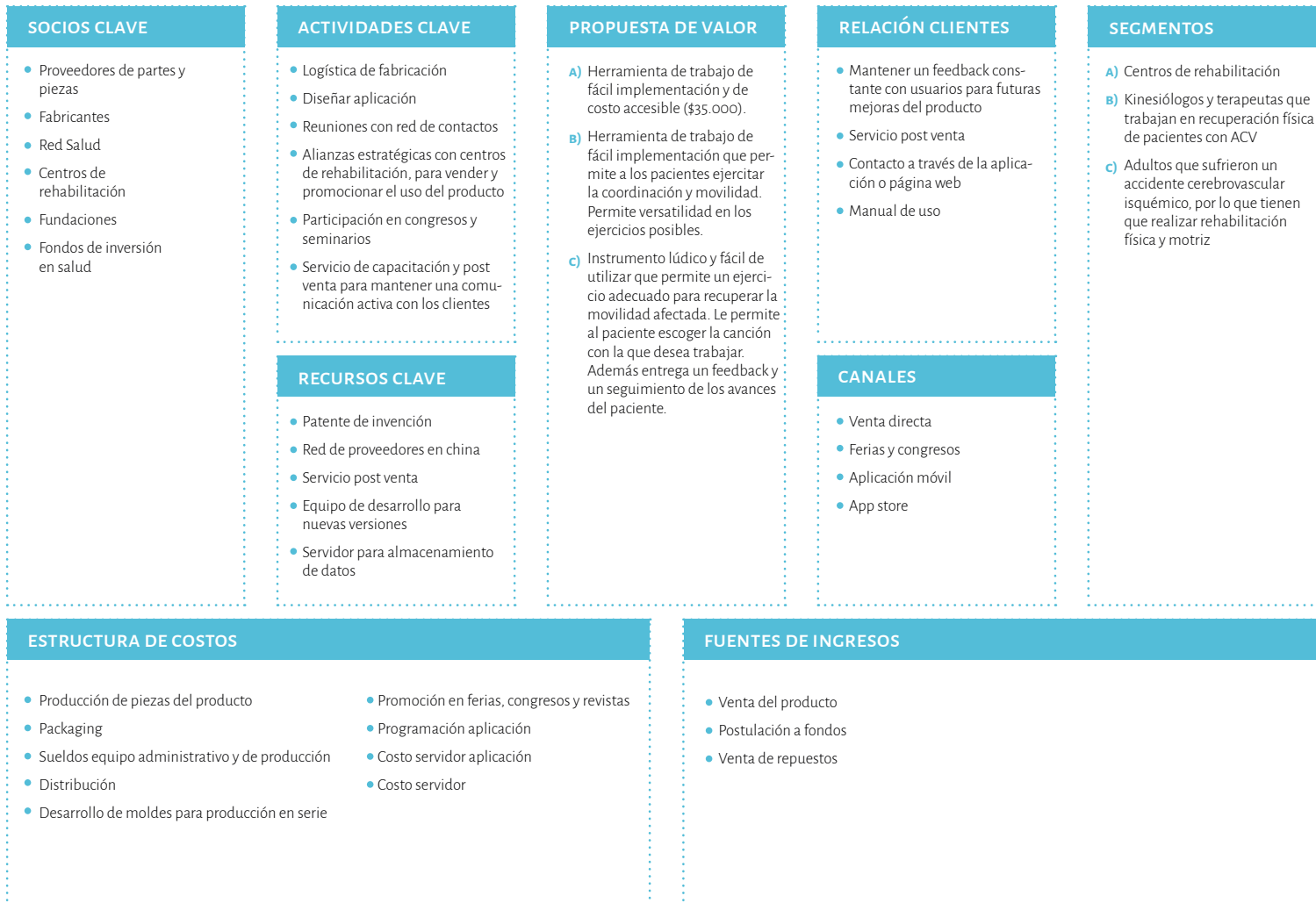


Figura 18, Elaboración propia, 2022

6.4 COSTOS DEL PROYECTO

INVERSIÓN INICIAL		\$7.965.000
Registro marca (3 UTM)		\$180.000
Programación App		\$4.000.000
Fabricación prototipo		\$110.000
Diseño página web		\$200.000
Gastos legales (empresa en línea)		\$99.000
Stock inicial (inventario)		\$601.500
Capital de trabajo (1 mes de gastos)		\$2.774.500
COSTOS DE PRODUCCIÓN		\$12.030
Unidades	1	
Costo por módulo		\$1.800
Módulos por unidad	5	
Ensamblaje		\$400
Packaging		\$130
Delivery		\$2.500
GASTOS OPERACIONALES (MENSUAL)		\$2.774.500
Dominio NIC anual		\$667
Servidor anual página web		\$3.000
Patente comercial		\$4.167
Hosting app		\$16.667
Contador		\$100.000
Gerente (comercial, administración)		\$1.200.000
Arriendo bodega y gastos		\$400.000
Otros		\$50.000

BASE	
Número de ACV en Chile anual (fuente MINSAL)	24.964
Porcentaje de mercado en Chile que utilizará el producto	15%
Precio de venta unitaria (5 módulos)	\$35.000
PUNTO DE EQUILIBRIO	
Precio	\$35.000
Unidades	1.507
Costo directo por unidad	\$12.030
Gastos fijos (gastos operacionales anuales)	\$34.604.750

Figura 19, Elaboración propia, 2022

*Para más detalles revisar anexo

6.5 FINANCIAMIENTO

Para llevar a cabo este proyecto, y extender su proceso de investigación, será necesario contar con financiamiento externo. Para esto se analizaron posibles fondos concursables, tales como:

- **CAPITAL SEMILLA EMPRENDE - SERCOTEC**

Fondo concursable que apoya la propuesta en marcha de nuevos negocios con oportunidad de participar en el mercado. Dirigido a mayores de 18 años. Entrega hasta \$3.500.000 CLP de subsidio.

- **CAPITAL ABEJA EMPRENDE - SERCOTEC**

Fondo concursable que apoya la propuesta en marcha de nuevos negocios con oportunidad de participar en el mercado, liderados por mujeres. Dirigido a emprendedoras mayores de 18 años. Entrega hasta \$3.500.000 CLP de subsidio.

- **START-UP CHILE - CORFO**

Fondo concursable que busca potenciar a emprendedores, mayores de 18 años, promoviendo el uso del país como plataforma para escalar a nivel global. Entrega hasta \$20.000.000 CLP de subsidio.

- **TSF12- START-UP CHILE**

Fondo concursable, dirigido a mujeres, mayores de dieciocho años, que sean fundadoras o titulares en la ejecución de un proyecto global que utilice a Chile como plataforma. Entrega hasta 10.000.000 CLP de subsidio.



7.CIERRE

7.1 IMPACTO

- **ÁMBITO CULTURAL**

Principalmente impacta en la introducción del uso de la música con fines de salud, enfocado en la recuperación física. Hoy en día, en Chile, la musicoterapia es una práctica poco empleada, y se enfoca mayoritariamente en el acompañamiento y expresión emocional de pacientes y familiares, a través de la interacción con elementos musicales. A TEMPO utiliza la música, como medio directo, para guiar los movimientos físicos, estimular la coordinación y motivar al paciente, siendo el elemento protagonista de la ejercitación a realizar.

- **ÁMBITO MEDIOAMBIENTAL**

Éste es un producto que no tiene una obsolescencia programada, es decir, su vida útil es de larga duración. Si bien las partes eléctricas del dispositivo pueden llegar a presentar fallas con el tiempo, de manera natural, estas se pueden reemplazar fácilmente, sin la necesidad de botar y comprar un producto nuevo. El diseño de los módulos está pensado para que se pueda desmontar en pocos pasos, esto permite el arreglo o cambio de piezas, sin dañar el dispositivo.

- **ÁMBITO SOCIAL**

Se espera que A TEMPO tenga un impacto positivo frente a la recuperación de personas que sufrieron ACV, entregando una posibilidad de realizar ejercicios de movilidad, de manera entretenida y estimulante para el paciente. Al potenciar el uso de la música se busca que el usuario pueda llevar de mejor manera el proceso de rehabilitación, el cual puede ser muy frustrante y difícil tanto emocional, como físicamente.

- **ÁMBITO ECONÓMICO**

A TEMPO busca ser una opción innovadora, a un precio accesible. Al ser un producto que se espera sea, mayoritariamente, adquirido por centros de rehabilitación, hospitales y kinesiólogos, el paciente no tendrá ningún costo directo, sin embargo tiene la posibilidad de comprarlo si lo desea. Por otro lado, la aplicación complementaria se podrá descargar y utilizar de manera gratuita, permitiendo que cualquier persona, que tenga un dispositivo a su disposición, pueda utilizarlo fácilmente.



Imágen 99 y 100, Elaboración propia, 2022

7.2 PROYECCIONES

- Si bien A TEMPO se desarrolló enfocado en pacientes de ACV, los efectos que la música ejerce sobre las personas, es universal. Independiente de los gustos de cada uno, o del conocimiento o cercanía que se tiene sobre la música, está comprobado que las distintas melodías y ritmos tienen la capacidad de estimular el movimiento de las personas. Es por esto que, el diseño de éste producto, se podría utilizar a favor de otros pacientes en necesidad de rehabilitación física, extrapolando sus beneficios a una mayor variedad de usuarios.
- Por otra parte, en una siguiente etapa, se plantea diseñar un soporte en donde se puedan cargar todos los módulos al mismo tiempo. La idea es que sea una base, que tenga espacios para cada módulo, con la función de cargar y guardarlos simultáneamente. En la misma estructura, dejar los módulos cuando no se estén utilizando y así se mantienen con la carga completa, evitando que se interrumpa el ejercicio por falta de batería.

● OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Reconocer el proceso y las etapas de rehabilitación física de pacientes con ACV.

✓ *iov*: Visualización de la información a través de esquemas y gráficos.

Desarrollar e iterar el diseño del producto y sistema de función, mediante prototipado.

✓ *iov*: Prototipo funcional

Constar la efectividad del dispositivo diseñado, con diferentes pacientes y kinesiólogos a través de testeos.

✓ *iov*: Resultados de los testeos.

Evaluar la viabilidad de la implementación del proyecto.

✓ *iov*: Plan de negocios tentativo

7.3 CONCLUSIONES

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

A TEMPO es un proyecto que se desarrolló en base a los beneficios que puede entregar la música, al utilizarla a favor de las necesidades de pacientes sobrevivientes de ACV. En Chile ocurren 69 casos diarios de accidente cerebrovascular, siendo una de las mayores causas de discapacidad en el país, dejando a un gran número de personas en necesidad de rehabilitación. Como se explicó a la largo del proyecto, se utiliza la música como medio para la ejercitación motriz, dada su capacidad de estimular la coordinación e inicio de movimiento. Por otro lado, se destaca la influencia que tiene sobre el estado anímico, entregando una fuente de entretenimiento y la oportunidad de disfrutar de la actividad física, incentivando así la adherencia al tratamiento.

A lo largo del proceso iterativo del proyecto se logran cumplir los objetivos planteados, en donde se reconocen y describen las etapas de la rehabilitación física de un paciente con ACV, para luego desarrollar el producto, a través de prototipado y testeos. Los pacientes, con los que se validó la hipótesis de diseño, lograron realizar los ejercicios de manera correcta, manifestando su apreciación por el uso de la música y el aporte que entregó en su rutina de rehabilitación. Finalmente, A TEMPO, fue testeado y validado por kinesiólogos de neurorehabilitación, los cuales fueron parte importante del desarrollo y diseño integral del producto.

CONCLUSIONES PERSONALES

Tener la oportunidad de desarrollar un proyecto de manera individual, y en torno a un tema de interés propio, fue sin duda un gran desafío, tanto desde el diseño, como en lo personal. Al comienzo del proceso sabía muy poco del tema tratado, por lo que entré a conocer áreas totalmente nuevas para mí, como lo es la musicoterapia, el accidente cerebrovascular, y el desarrollo de productos tecnológicos. La idea nació de una experiencia personal con la música durante la pandemia, nunca imaginé que esa interacción, tan cotidiana, inspiraría un producto enfocado en rehabilitación física.

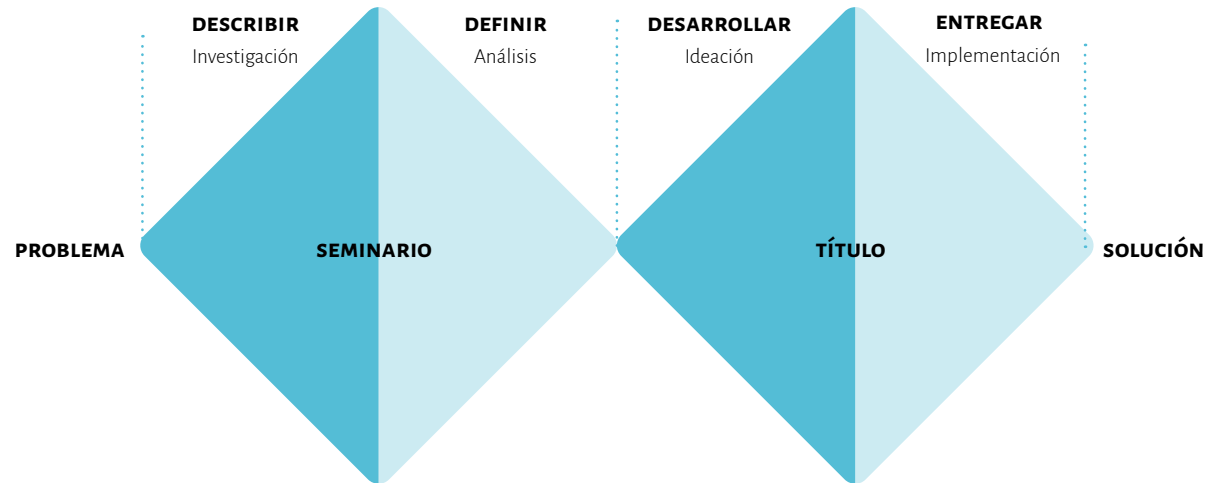
Los 5 años de carrera me entregaron las herramientas y conocimientos necesarios para el desarrollo de éste proyecto, además de una base para entrar al mundo laboral.

A TEMPO me permitió conocer las capacidades y habilidades que tengo como diseñadora, impulsándome a seguir aprendiendo sobre el diseño en el mundo de la salud.

8.BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

ANEXOS

METODOLOGÍA DEL PROYECTO



DESCRIBIR

En esta etapa, se hizo una exhaustiva revisión de bibliografía sobre el uso de la música en la salud, la importancia y pasos de la rehabilitación física, la musicoterapia en el ámbito hospitalario, la influencia de la música en las personas y su efecto fisiológico y sobre la rehabilitación de accidente cerebrovascular, las consecuencias del ACV y la relación de la música en la recuperación de ACV.

Se realizaron nueve entrevistas, de las cuales tres fueron a musicoterapeutas que trabajan o hayan trabajado en el ámbito hospitalario. Luego, cuatro entrevistas a personas que hayan

estado hospitalizadas durante un periodo largo de tiempo, en estos casos fueron entre 1 a 3 meses, por enfermedades o accidentes, y que hayan tenido que recurrir a rehabilitación física posteriormente. Finalmente, se realizaron dos entrevistas a kinesiólogos especializados en neurorrehabilitación. Todo lo anterior se acompañó de observación de campo en un centro de kinesiología. En este lugar se analizó la dinámica de trabajo, la interacción de los pacientes con la música (había música en el centro mientras hacían los ejercicios, y las rutinas de cada uno de los pacientes presentes.

DEFINIR

En esta etapa la información recopilada fue analizada y luego acotada, con el fin de ir entrando en detalle en los temas de interés. Se definió la oportunidad de diseño, el usuario y contexto. Luego se desarrolló el marco teórico, el objetivo general y los objetivos específicos. Además se realizó un brainstorming y búsqueda de referentes, como primer acercamiento de producto. Finalmente se hizo un análisis de las conclusiones y los posibles caminos a seguir.

DESARROLLAR

La etapa de desarrollo comenzó por analizar los resultados de seminario, para luego hacer un brainstorming en base a los conceptos claves. Se fueron trabajando las mejores propuestas, hasta llegar a uno final. Con la propuesta definida se exploraron formas, materiales, funciones e interacciones, las cuales fueron testeadas con pacientes de ACV y kinesiólogos. A su vez se fue trabajando en el prototipo funcional, tanto en el funcionamiento de las luces y la recepción de la música, como en el modelo 3d e impresión 3d de los módulos. También se desarrolló la gráfica y el prototipo de la app.

ENTREGA

En esta etapa se hizo la validación final de la propuesta inicial con el prototipo funcional. Se analizaron los resultados y se plantearon las proyecciones y reajustes en base al último testeado. Se realizó la definición de costos y definición del modelo de negocios.

FLUJO DE CAJA

PROYECCIONES VENTA (RESUMEN)		AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024 +
Número de ACV Chile anual (fuente MINSAL)	24.964	10.402	24.964	24.964
Porcentaje de mercado Chile que utilizará esta solución	15%	2%	12%	15%
Tasa de incorporación a la tasa objetivo				
Número de soluciones mensuales (unidades)		187	3.089	3.745
Precio unitario	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000
INGRESOS		AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024 +
Ventas		\$6.545.000	\$108.115.000	\$131.075.000
Unidades		187	3.089	3745
Precio		\$35.000	\$35.000	\$35.000
EGRESOS		AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024 +
Costos de producción		\$2.249.610	\$37.375.150	\$45.052.350
Unidades		187	3.089	3.745
Costo por módulo		\$1.800	\$1.800	\$1.800
Módulos por unidad		5	5	5
Ensamblaje		\$400	\$400	\$400
Packaging		\$130	\$130	\$130
Delivery		\$2.500	\$2.500	\$2.500
GASTOS OPERACIONALES		AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024 +
Gastos operacionales		\$13.937.950	\$34.375.150	\$34.604.750
Dominio NIC anual		\$2.667	\$8.000	\$8.000
Servidor anual página web		\$12.000	\$36.000	\$36.000
Patente comercial		\$16.667	\$50.000	\$50.000
Hosting app		\$66.667	\$200.000	\$200.000
Contador		\$400.000	\$1.200.000	\$1.200.000
Gerente (comercial, administración)		\$4.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000
Arriendo bodega y gastos		\$4.800.000	\$14.400.000	\$14.400.000
Otros		\$1.600.000	\$4.800.000	\$4.800.000
Otros		\$200.000	\$600.000	\$600.000
Impuestos (PPM 1% venta)		\$65.450	\$1.081.150	\$1.310.750
		AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024 +
Flujo de Caja Neto		\$-17.607.560	\$36.579.180	\$51.417.900
Flujo ento acumulado		\$-17.607.560	\$18.971.620	\$70.389.520
Payback (pago de la inversión inicial) meses			14	

BIBLIOGRAFÍA

- Antúnez, I. (2021, 9 junio). Mayo Clinic. Reconozca un accidente cerebrovascular. <http://tgustahn.com/index.php/business/736-mayo-clinic-reconozca-un-accidente-cerebrovascular>
- AlberdÍ, F., Iriarte, M., MendiÁ, A., Murgialdai, A., & Marco, P. (2009, 4 mayo). Pronóstico de las secuelas tras la lesión cerebral. *Medicina Intensiva*. Recuperado 6 de junio de 2022, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912009000400004
- Asociación Chilena de Musicoterapia. (s. f.). Ámbitos de la musicoterapia. Achim., <https://achim.cl/musicoterapia-definicion/ambitos-musicoterapia/>
- Barrios, N., & Gómez, M. (2018). Ontopercepción de la música y su relación con la motricidad fina. *redalyc* <https://www.redalyc.org/journal/356/35656041014/html/>
- Caballer, E. (2020, 17 marzo). Diseño UX/UI inclusivo en el desarrollo de apps y software. 480. Recuperado 5 de junio de 2022, de <https://cuatroochenta.com/el-superpoder-invisible-del-diseno-accessible/>
- Clínica Davila. (2021). Conoce cómo es el abordaje psicológico de la lesión cerebral adquirida. <https://www.davila.cl/conoce-como-es-el-abordaje-psicologico-de-la-lesion-cerebral-adquirida/>
- CogniFit. (2016, 8 junio). Coordinación Ojo-Mano. Coordinación Ojo-Mano u Óculo-Manual - Habilidad Cognitiva. Recuperado 2 de mayo de 2022, de <https://www.cognifit.com/cl/habilidad-cognitiva/coordinacion-ojo-mano>
- de Lucas, M. (2017). La memoria y la consciencia del agua en nuestro organismo. *iagua*. <https://www.iagua.es/blogs/humilde-martin-lucas/memoria-y-consciencia-agua-nuestro-organismo>
- Design Council. (2019). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond. Recuperado 27 de noviembre de 2021, de <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>
- Endondecorrer. (2019). Pacer Podometer. En Donde Correr. <https://www.endondecorrer.com/pacer-podometer-la-nueva-aplicacion-para-ponerte-en-forma-de-forma-divertida>
- Federación Española de Musicoterapia. (2011). Qué es la musicoterapia. Feamt. Recuperado 24 de noviembre de 2021, de <http://feamt.es/que-es-la-musicoterapia/>
- Fernández, Y. (2019, 3 junio). Google Fit: qué es, cómo funciona y cómo configurarlo. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/google-fit-que-como-functiona-como-configurarlo>
- Gfeller, K. (1988). Musical Components and Styles Preferred by Young Adults for Aerobic Fitness Activities. *Journal of Music Therapy*, 25(1), 28–43. doi:10.1093/jmt/25.1.28
- González, A. (2020). Vista de Lo que hace bailar al cerebro. *contactos.izt*. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de <https://contactos.iztuam.mx/index.php/contactos/article/view/81/65>
- Gutiérrez, A. M. (2018). LA MÚSICA EN EL TRATAMIENTO DE PATOLOGÍAS FÍSICAS Y PSÍQUICAS. *Dialnet*. Recuperado 20 de noviembre de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7609172>
- Hallett, R., & Lamont, A. (2016). Music Use in Exercise: A Questionnaire Study. *Media Psychology*, 20(4), 658–684. <https://doi.org/10.1080/15213269.2016.1247716>
- Hazard, S. (2021). Entrevista elaboración propia, al musicoterapeuta Sergio Hazard.
- Keates, S., Clarkson, J. (2003). Countering design Exclusion.
- Krause, A. E., North, A. C., & Hewitt, L. Y. (2015). Music-listening in everyday life: Devices and choice. *Psychology of Music*, 43(2), 155–170. doi:10.1177/0305735613496860
- Ku, B., & Lupton, E. (2020). Health design thinking (1.a ed., Vol. 1). Cooper Hewitt.
- Lara, V. (2015). Los efectos de la música en nuestro cuerpo según la ciencia. *Hipertextual*. Recuperado 24 de noviembre de 2021, de <https://hipertextual.com/2015/04/musica-y-cuerpo-humano>
- Londoño, M. P. (2021). La música en procesos de rehabilitación y desarrollo físico y emocional | Londoño Aristizábal | *Revista Neuronum*. *Eduneuro*. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de <http://eduneuro.com/revista/index.php/revistanuronum/article/view/334/423>
- Macías, L. E., Reyes, A., Lom, F., & Fornelli, F. (2016). Importancia del diseño industrial enfocado a dispositivos médicos. *Dialnet*. Recuperado 3 de diciembre de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7205675>
- Manjón, V. (2021, 7 abril). ¿Cómo se puede reducir la espasticidad que aparece tras sufrir un ictus? *Salus Mayores*. Recuperado 26 de mayo de 2022, de <https://salusmayores.es/blog/como-puede-reducir-espasticidad-aparece-sufrir-ictus/#:%7E:text=Despu%C3%A9s%20de%20padecer%20un%20ictus,los%20m%C3%BAsculos%20que%20conocemos%20como>
- Mas, M. (2016, 7 noviembre). ¿Qué es el tono muscular? hipotonía e hipertonia. *neuronas en crecimiento*. Recuperado 18 de mayo de 2022, de <https://neuropediatria.org/2016/11/07/que-es-el-tono-muscular-hipotonia-e-hipertonía/>

Mayo Clinic. (2019). Rehabilitación de accidente cerebrovascular: Qué esperar mientras te recuperas. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/stroke/in-depth/stroke-rehabilitation/art-20045172>

Mayo Clinic. (2019, 17 abril). Rehabilitación de accidente cerebrovascular: Qué esperar mientras te recuperas. Recuperado 3 de abril de 2022, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/stroke/in-depth/stroke-rehabilitation/art-20045172>

Mayo clinic. (2022, 20 enero). Accidente cerebrovascular. mayoclinic. Recuperado 26 de abril de 2022, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/stroke/symptoms-causes/syc-20350113>

Mayo Clinic. (2022, 26 marzo). Accidente isquémico transitorio. Mayo Clinic. Recuperado 26 de abril de 2022, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/transient-ischemic-attack/symptoms-causes/syc-20355679#:~:text=Panorama%20general,no%20genera%20un%20da%C3%B1o%20permanente.>

MedlinePlus. (2019). Espasticidad. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003297.htm#:~:text=Se%20refiere%20a%20m%C3%BAsculos%20ensos,son%20m%C3%A1s%20fuertes%20o%20exagerados.>

Medlineplus. (2021). Accidente cerebrovascular. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000726.htm>

Minsal. (2015). Hospital de Osorno entrega recomendaciones y orientación para prevenir un Accidente Cerebrovascular. Recuperado 3 de diciembre de 2021, de <https://www.minsal.cl/3233-2/>

Minsal. (2017). Ataque Cerebrovascular. https://www.minsal.cl/ataque_cerebral/#:~:text=Se%20calcula%20que%20anualmente%20hay,hay%2069%20casos%20cada%20d%C3%ADa.

Miranda, M. C. (2017). La música como una herramienta terapéutica en medicina. Scielo. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272017000400266

Mitchell, L. A., & MacDonald, R. A. R. (2006). An experimental investigation of the effects of preferred and relaxing music listening on pain perception. *Journal of Music Therapy*, 43(4), 295–316. [10.1093/jmt/43.4.295](https://doi.org/10.1093/jmt/43.4.295)

Moroz, A. (2017, 4 abril). Rehabilitación del accidente cerebrovascular. Manual MSD versión para profesionales. Recuperado 26 de mayo de 2022, de <https://www.msdmanuals.com/es-cl/professional/temas-especiales/rehabilitaci%C3%B3n/rehabilitaci%C3%B3n-del-accidente-cerebrovascular>

Omniphone. (2020). An inclusive electronic musical instrument. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <https://omniphone776792973.wordpress.com/>

Pfeiffer, C. (2020). Musicoterapia en la Neurorehabilitación de Adultos: Potenciales y Desafíos de la Práctica Clínica. *periodicos*. Recuperado 3 de diciembre de 2021, de <http://periodicos.unesparedu.br/index.php/incantare/article/view/3486>

Pájaro-Mojica, R. A., Quiroz-Mendoza, R., Ramos, Y., Pacheco-Hernández, A., & Moscote-Salazar, L. R. (2019). Musicoterapia en Medicina: Una alternativa en la rehabilitación del paciente neuroquirúrgico. *neurocirugiachile*. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de https://www.neurocirugiachile.org/pdfrevista/v45_n1_2019/moscote-Salazar_p61_v45n1_2019.pdf

Reeve Foundation. (2022). Accidente cerebrovascular - International. Recuperado 26 de mayo de 2022, de <https://www.christopherreeve.org/es/international/top-paralysis-topics-in-spanish/stroke>

Riquelme, A. (2020). Se detecta incidencia más temprana de accidentes cerebro vasculares. *uc*. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://www.uc.cl/noticias/se-detecta-incidencia-mas-temprana-de-accidentes-cerebro-vasculares/>

Ruiz, A. (2020). DROPLABS LANZAN UNAS ZAPATILLAS QUE TE PERMITEN SENTIR LA MÚSICA. *wololosound*. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <https://wololosound.com/actualidad/noticias/droplabs-zapatillas/>

Sproule, G. (2022). Simply Piano. *PianoDreamers*. <https://www.pianodreamers.com/simply-piano-review/>

Student design. (2021). Rehabilitation tool for stroke survivors. *Instagram*. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <https://www.instagram.com/p/CTRQFqFAWyA/>

Sánchez, L. (2019). El uso de la música como herramienta en la intervención desde terapia ocupacional. *zaguan.unizar*. Recuperado 15 de noviembre de 2021, de <https://zaguan.unizar.es/record/102044#>

Tecneo. (2016). The Sound Shirt: Ropa inteligente que permite a las personas sordas sentir la música. *tecnoneo*. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <http://www.tecnoneo.com/2016/10/the-sound-shirt-ropa-inteligente-que.html>

Teletón. (2017). Terapias Artísticas Creativas. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de <https://www.teleton.cl/teleton/que-hacemos/rehabilitacion-integral/area-psicosocioeducativa/terapias-artisticas-creativas/#:~:text=Musicoterapia%3A%20La%20Musicoterapia%20brinda%20a,comunicaci%C3%B3n%20relaci%C3%B3n%20y%20el%20aprendizaje.>

Tendencias21. (2020). Nuestro cuerpo se mueve al ritmo de la música por razones muy profundas. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de https://tendencias21.levante-emv.com/nuestro-cuerpo-se-mueve-al-ritmo-de-la-musica-por-razones-muy-profundas_a42957.html

Tobar, C. (2013). Beneficios de la música en el aprendizaje. *usfq*. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de https://search.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/0018_para_el_aula_o6.pdf

Toolea. (2020). Las 5 Mejores Alfombras de Piano para Niños. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <https://www.toolea.com/mejores-alfombras-de-piano-para-ninos/>

TOP4Usports. (2021, 29 abril). Playlists de entrenamiento según el ritmo BPM´s. *Top4U*. Recuperado 20 de mayo de 2022, de <https://www.top4usports.com/playlists-de-entrenamiento-segun-el-ritmo-bpms/>

University of Florida. (2015). Figura 1 [Imágen]. *Hipertextual*. <https://hipertextual.com/2015/04/musica-y-cuerpo-humano>

Yáñez, B. (2011). Musicoterapia en el paciente oncológico. *Culturacuidados*. Recuperado 23 de noviembre de 2021, de <https://culturacuidados.ua.es/article/view/2011-n29-musicoterapia-en-el-paciente-oncologico>

Zamora, A. (2019). La revolución del diseño en la medicina. *Metrica*. Recuperado 4 de diciembre de 2021, de <https://metrica.pe/blog/la-revolucion-del-diseno-en-la-medicina/>



Esta tesis fue diagramada
con las familias tipográficas
Alegreya Sans y Roboto

Julio 2022 | Santiago, Chile