



Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Ingeniería  
 Licenciatura de Diseño Industrial



**GESTOR DE RESPIRACIÓN MEDIANTE EL MONITOREO DE LA ACTIVIDAD  
 CARDIACA APLICADA AL ESTRÉS**

Opción de titulación  
**Tesis o Publicación de artículos**

Que como parte de los requisitos para obtener el título de  
 Licenciatura en Diseño Industrial

**Presenta:**  
 Elisa América Bárcenas Martínez

Dirigido por:  
 MDI José Héctor López Aguado Aguilar

Nombre del Sinodal

MDI. Blanco Bocanegra Eduardo

Firma

Nombre del Sinodal

Dr. Gutiérrez Villalobos José Marcelino

Firma

Nombre del Sinodal

MDI. Salinas Aguilar Alejandro Antonio

Firma

Nombre y Firma  
 Director de la Facultad

Centro Universitario  
 Querétaro, Qro.

Fecha (será el mes y año de aprobación del Consejo Universitario)  
 8 de Febrero de 2018

## RESUMEN

El gestor de respiración mediante el monitoreo de la actividad cardiaca es un producto enfocado a la disminución del estrés. El dispositivo tiene como objetivo promover la relajación, para prevenir el desarrollo de malestares y trastornos, causados por el desgaste del cuerpo en periodos prolongados de estrés. La exposición constante a la tensión no da tiempo de recuperación al cuerpo para que vuelva a la normalidad. Durante la llamada reacción “lucha-huida” las glándulas suprarrenales secretan las hormonas adrenalina y cortisol en un intento de preparación y protección del ante el peligro. La reacción inmediata es la alteración de funciones fisiológicas al aumentar el flujo sanguíneo hacia los órganos vitales y extremidades descuidando otras partes del cuerpo como el sistema inmunitario y digestivo. Se desarrolla un problema si las repuestas al estrés son constantes sin dejar descansar al cuerpo, la activación prolongada del sistema de respuesta puede alterar los procesos del cuerpo (estrés crónico). Las alteraciones se presentan de diferentes maneras dependiendo de la persona siendo desde afectaciones gastrointestinales, musculares, inmunológicas, dermatológicas, hasta de hipertensión y diabetes. México ocupa el primer lugar con índices de estrés laboral por lo que es pertinente una propuesta de solución. El concepto se basa en que, aunque los factores causantes de estrés y las afectaciones son subjetivos y variados, la forma en que primero se presenta en el cuerpo (la secreción de hormonas y alteración de signos vitales) siempre es la misma. Se realizó una investigación con base de una metodología que tiene, entre otros aspectos, entrevistas, elaboración de mapas mentales, premisas de hallazgos y revelaciones, modelos funcionales y estéticas para la comprobación del producto en su totalidad.

La función se basa en fomentar una respiración relajada para que el ritmo cardiaco disminuya. El uso del ritmo cardiaco como indicador de estrés se basa en que, al estar bajo estrés, el cuerpo acelera las funciones fisiológicas, particularmente el tono vagal. El tono vagal se refiere a la actividad del nervio vago un componente importante del sistema parasimpático del sistema nervioso central. Regula efectos de la estimulación del sistema nervioso que se expresa en cambios de actividad pulmonar, digestivo y principalmente, la actividad cardiovascular y ha sido relacionado con la regulación emocional del cuerpo, y que, su actividad se relaciona con la rapidez con lo que una persona se relaja después de estrés. El cuerpo estresado incrementa el ritmo cardiaco y por consiguiente, respiraciones para acelerar el flujo de oxigenación en la sangre. El nervio vago al regular la variabilidad de ritmo cardiaco del cuerpo, prolonga y regula las inhalaciones y expiraciones para relajar el cuerpo.

Se obtuvo como resultado un dispositivo usado en el dorso de la mano que funciona a base de la percepción de dos luces led, uno que va sincronizado con el ritmo cardiaco (por medio de un sensor puesto en el dedo) y otro que enciende y apaga en intensidad y que se utilizó como guía para realizar ejercicios de respiración.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Figura 1.</b> BioHarness 3. Extraído de <i>Zephyr</i> .....	3
<b>Figura 2.</b> BrainWave. Extraído de <i>BrainLink Pro</i> .....	3
<b>Figura 3.</b> Muse. Extraído de <i>Gaiam</i> .....	3
<b>Figura 4.</b> Melon. Extraído de <i>Kickstarter</i> .....	3
<b>Figura 5.</b> emWave2. Extraído de <i>Heartmath</i> .....	4
<b>Figura 6.</b> Detector de estrés. Extraído de <i>Google patents</i> .....	4
<b>Figura 7.</b> Aliviador de estrés. Extraído de <i>Google patents</i> .....	5
<b>Figura 8.</b> Monitor de estrés. Extraído de <i>Google patents</i> .....	5
<b>Figura 9.</b> Metodología. <i>Elaboración propia</i> .....	9
<b>Figura 10.</b> Esquema de reacción bioquímica del estrés. Extraído de <i>Mercedescarin</i> .....	14
<b>Figura 11.</b> Composición de trabajadores subordinados. Extraído de <i>INEGI</i> .....	24
<b>Figura 12.</b> Profesores y alumnos de la Fac. de Psicología, UAQ. Extraído de <i>La crónica regional</i> .....	25
<b>Figura 13.</b> Av. 5 de Febrero, Qro.. <i>Elaboración propia</i> .....	26
<b>Figura 14.</b> Cruce peatonal Av. Zaragoza y Av. Corregidora, Qro.. <i>Elaboración propia</i> ...	26
<b>Figura 15.</b> Y <b>Figura 15.1</b> Mapas mentales iniciales sobre el estrés. <i>Elaboración propia</i> .....	27
<b>Figura 16.</b> Mapa mental final sobre el estrés. <i>Elaboración propia</i> .....	28
<b>Figura 17.</b> Modelos de forma. <i>Elaboración propia</i> .....	32
<b>Figura 18.</b> Modelos de forma 2. <i>Elaboración propia</i> .....	32
<b>Figura 19.</b> Exploración de disposición. <i>Elaboración propia</i> .....	33
<b>Figura 20.</b> Modelo 3D. <i>Elaboración propia</i> .....	33
<b>Figura 21.</b> Modelo de forma y función. <i>Elaboración propia</i> .....	34
<b>Figura 22.</b> Monitor de ritmo cardiaco y modelado 3D. <i>Elaboración propia</i> .....	34
<b>Figura 23.</b> Modelo de forma y función 2. <i>Elaboración propia</i> .....	34
<b>Figura 24.</b> Modelo preliminar de forma. <i>Elaboración propia</i> .....	35
<b>Figura 25.</b> Modelo preliminar de forma 2. <i>Elaboración propia</i> .....	35
<b>Figura 26.</b> Modelo impreso 3D. <i>Elaboración propia</i> .....	36
<b>Figura 27.</b> Modelo impreso 3D vista superior. <i>Elaboración propia</i> .....	36
<b>Figura 28.</b> Modelo impreso 3D en partes. <i>Elaboración propia</i> .....	36
<b>Figura 28.</b> Modelo de función preliminar. <i>Elaboración propia</i> .....	37
<b>Figura 29.</b> Prototipo de circuito. <i>Elaboración propia</i> .....	37
<b>Figura 30.</b> Disposición de circuito en carcasa. <i>Elaboración propia</i> .....	37
<b>Figura 31.</b> Función de Led en circuito. <i>Elaboración propia</i> .....	37
<b>Figura 33.</b> Registro de ritmo cardiaco en software. <i>Elaboración propia</i> .....	39
<b>Figura 34.</b> Registro de ritmo cardiaco relajado en software. <i>Elaboración propia</i> .....	39
<b>Figura 35.</b> Prueba de ejercicios de respiración. <i>Elaboración propia</i> .....	40
<b>Figura 36.</b> Cierre de modelo de carcasa. <i>Elaboración propia</i> .....	41
<b>Figura 37.</b> Propuesta digital de producto final. <i>Elaboración propia</i> .....	42
<b>Figura 38.</b> Modelo final elaborado. <i>Elaboración propia</i> .....	42
<b>Figura 39.</b> Secuencia de uso. <i>Elaboración propia</i> .....	42
<b>Figura 40.</b> Secuencia de función: Calibración. <i>Elaboración propia</i> .....	45
<b>Figura 40.1.</b> Secuencia de función: Registro. <i>Elaboración propia</i> .....	45
<b>Figura 40.2.</b> Secuencia de función: Detección. <i>Elaboración propia</i> .....	45
<b>Figura 40.3.</b> Secuencia de función: Relajación. <i>Elaboración propia</i> .....	45
<b>Figura 40.4.</b> Secuencia de función: Disminución. <i>Elaboración propia</i> .....	45
<b>Figura 41.</b> Tallaje de pulseras. Extraído de <i>Fitbit</i> .....	45
<b>Figura 42.</b> Iphone. Extraído de <i>CNET</i> ...	48
<b>Figura 43.</b> AirPods. Extraído de <i>imore</i> ...	48
<b>Figura 44.</b> Silicona. Extraído de <i>lavidalucida</i> ....	49
<b>Figura 44.</b> Percentiles de población. Extraído de <i>Medidas antropométricas de población latinoamericana</i> .....	49
<b>Figura 45.</b> Composición de trabajadores subordinados para costos. Extraído de <i>INEGI</i> .....	50
<b>Figura 45.</b> Desglose de costos y precio. <i>Elaboración propia</i> .....	51
<b>Figura 46.</b> Esquema de partes y componentes <i>Elaboración propia</i> ...	52

## ÍNDICE

1. CAPÍTULO I.....	2	2.2.2. OBSERVACIÓN (POEMS).....	27
1.1. INTRODUCCIÓN		2.2.3. MAPAS MENTALES .....	28
1.2. ANTECEDENTES	4	2.3. CONCLUSIONES	30
1.2.1. PRODUCTOS SIMILARES EXISTENTES .....	4	2.3.1. REVELACIONES .....	30
1.2.2. PATENTES DE PRODUCTOS SIMILARES .....	5	2.4. CONCEPTO/PROPUESTA DE VALOR .....	31
1.3. JUSTIFICACIÓN	7	2.5. BRIEF/PERFIL DE DISEÑO DE PRODUCTO .....	31
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8	2.5.1. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES.....	31
1.5. OBJETIVOS....	10	2.5.2. PERFIL DE USUARIO .....	32
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	10	2.6. PROPUESTAS	32
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS ..	10	2.6.1. PROPUESTAS PRELIMINARES .....	32
1.6. HIPÓTESIS.....	10	2.6.2. PROPUESTA SELECCIONADA	34
1.7. METODOLOGÍA	11	2.6.2.1. MODELOS PRELIMINARES	34
1.7.1. DIAGRAMA DE FLUJO .....	11	2.6.3. VALIDACIONES Y DESARROLLO DE PROTOTIPO	37
1.7.2. DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA.	11	2.6.3.1. VALIDACIÓN FUNCIONAL.	39
1.8. MARCO TEÓRICO .....	13	3. CAPÍTULO III .....	43
1.8.1. DEFINICIÓN	13	3.1. PROPUESTA FINAL.....	43
1.8.2. TIPOS DE ESTRÉS .....	13	3.2. DISEÑO A DETALLE .....	43
1.8.3. PROCESO BIOQUÍMICO.....	15	3.2.1. FUNCIÓN.....	43
1.8.4. FASES DEL ESTRÉS .....	17	3.2.1.1. FUNCIÓN CRÍTICA DEL PROTOTIPO .....	43
1.8.5. CAUSAS .....	18	3.2.1.2. SECUENCIA DE USO.....	44
1.8.6. EFECTOS A LARGO PLAZO.	18	3.2.2. ESTÉTICA....	46
1.8.7. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO .....	19	3.2.2.1. ANÁLISIS DE FORMA .....	46
1.8.8. TRATAMIENTO DE BIOFEEDBACK O BIORETROALIMENTACIÓN .....	20	3.2.2.2. VALORES DE CONCEPTO	46
1.8.9. TÉCNICAS DE RESPIRACIÓN	21	3.2.3. ERGONOMÍA	47
1.8.9.1. TIPOS DE EJERCICIOS DE RESPIRACIÓN... ..	22	3.2.3.1. COLORES.	48
1.8.9.2. LA RESPIRACIÓN Y EL RITMO CARDIACO .....	23	3.2.3.2. MATERIALES	49
1.8.9.2.1. EL TONO VAGAL COMO INDICADOR DE ESTRÉS .....	23	3.2.3.3. PERCENTILES POBLACIONALES	50
1.8.9.2.2. ARRITMIA SINUSAL RESPIRATORIA.	24	3.2.4. PRODUCCIÓN	51
2. CAPÍTULO II.....	25	3.2.4.1. COSTOS Y VOLÚMEN POBLACIONAL ..	51
2.1. INVESTIGACIÓN	25	3.2.4.2. ESPECIFICACIONES.....	52
2.1.1. POBLACIÓN/NICHO DE MERCADO .....	25	3.2.4.3. planos .....	54
2.2. FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS..	26	4. CAPÍTULO IV .....	58
2.2.1. ENTREVISTAS A ESPECIALISTAS	26	4.1. CONCLUSIONES	58
		4.2. VENTAJAS COMPETITIVAS EN EL MERCADO .....	59
		REFLEXIÓN.....	61
		5. BIBLIOGRAFÍA .....	62

# 1. CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

*"El estrés, además de ser él mismo, era también la causa de sí mismo, y el resultado de sí mismo" -Hans Selye.*

El estrés como término es relativamente nuevo, siendo primer usado durante la década de los 30 por el fisiólogo y médico austrohúngaro ganador de diferentes premios de salud y nominado al Premio Nobel Hans Selye, el cual observó en sus pacientes, que indiferentemente de la enfermedad que padecían, todos presentaban síntomas en común: fatiga, mal humor, cambios de apetito, horas de sueño deficientes, etc. A este conjunto de síntomas posteriormente Selye lo llamó El síndrome de adaptación general para después usar el término de "stress" indiferente a que este término ya era utilizado para temas de física, lo cual dificultaba traducciones de sus más de 40 libros y 1700 publicaciones.

Y aunque siempre fue obvia ver síntomas de estrés como resultado de enfermedades o malestares por la presión e incomodidad que éstas causaban, conforme han pasado los años, se han realizado estudios con resultados que relacionan el estrés como causa de las patologías y no solo como consecuencia.

"El estrés es la causa básica de 60% de todas las enfermedades o malestares en el hombre" - Kellie Marksberry , AIS (American Institute of stress).

De acuerdo a un estudio hecho por Carnegie Mellon University (Stress on disease, s.f.), existe una relación entre el estrés y el desarrollo en enfermedades, principalmente porque, al estrés reduce la respuesta inmunológica del cuerpo. Se argumenta que el estrés prolongado altera la eficacia del cortisol (hormona que se libera cuando se siente estrés o adrenalina) para regular la respuesta inmunológica, las células inmunes se vuelven insensibles al efecto regulador del cortisol. Esto a su vez, promueve el desarrollo de muchas enfermedades.

La organización AIS (American Institute of Stress) indica que la presencia del estrés aumenta hasta un 40% de probabilidades de desarrollar una enfermedad cardiovascular, un 25% de sufrir un ataque cardíaco y un 50% de sufrir un infarto, además de su relación con la hipertensión. Tal como dice la COP (Colegios generales de psicólogos de España), el estrés se vincula como causa de malestares o enfermedades de otro tipo además del cardiovascular como podrían ser musculares, dermatológicos, endocrinos, respiratorios, gastrointestinales y sexuales.

También se ha comprobado su relación con enfermedades como la diabetes: “El estrés crónico pone en actividad constantemente las glándulas suprarrenales. Esta situación de estrés lo que hace es aumentar la disponibilidad de glucosa en el organismo. Pensamos que al cabo de los años evidentemente éste va a dejar de manejar bien la glucosa, el páncreas no se dará abasto y los niveles de azúcar que las personas manejan serán altos, es decir, se fatigará su sistema regulador de glucosa”, Según lo explica La doctora María del Carmen Lara Muñoz, del Departamento de Psiquiatría y Salud Mental de la Facultad de Medicina de la UNAM, en un artículo de la UNAM ( Depresión y estrés crónico, factores psicosociales relacionados con la diabetes, 2011.)

Es pertinente el control y disminución del estrés como preventor de enfermedades o malestares, así como fomentar el bienestar general de la persona. La cual obtiene importancia en una sociedad que no considera el estrés como algo que se debe de cuidar o no sabe de sus efectos mas severos. Y por consecuente, en el como manejarlo. Es por ello que en este proyecto se pretende desarrollar un producto que sirva como asistente en la disminución del estrés en la población general, a través de una investigación y propuesta. Exactamente para dar alivio a un mal tan común pero poco tratado.

**Palabras clave:**

Estrés, técnicas de relajación, control y disminución del estrés, reacciones fisiológicas ante el estrés, bio retroalimentación.








## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. PRODUCTOS SIMILARES EXISTENTES

Se buscaron productos que sirvieran para el mismo propósito del proyecto o similar para hacer una comparativa de lo que está disponible de forma comercial.

Tabla 1: Productos similares existentes 1

Imagen	Nombre	Descripción	Análisis	Evaluación			
				ESTÉTICA	FUNCIÓN	ERGONOMÍA	TOTAL
 <p>Figura 1. BioHarness 3. Extraído de Zephyr.</p>	BioHarness 3 - Wireless Por la marca Zephyr performance systems	Sensor que se utiliza en el pecho que registra ritmo cardíaco (RC), variabilidad de ritmo cardíaco (VRC) y respiración.	Está enfocado a mejorar el desempeño deportivo al detectar los puntos débiles en la respuesta fisiológica del cuerpo.	3	4	3	10
 <p>Figura 2. BrainWave. Extraído de BrainLink Pro.</p>	BrainLink Pro: BrainWave Headset	Es un audífono de detección de ondas cerebrales (EEG) móvil con entrenamiento cerebral que le enseñan a meditar y enfocarse.	Se concentra en el como tener mejores resultados de actividades de meditación y enfoque.	3	4	2	9
 <p>Figura 3. Muse. Extraído de Gaiam.</p>	Muse: The Brain Sensing Headband  Por la marca Gaiam	Es una banda de detección ondas cerebrales (EEG). Guía meditación a través del cambio de los sonidos.	Se enfoca en la experiencia de meditación con ejercicios de concentración para mejorar el rendimiento y calidad de vida.	2	4	3	9
 <p>Figura 4. Melon. Extraído de Kickstarter.</p>	Melon  Presentada como proyecto de Kickstarter	Es una banda y aplicación que ayuda a medir la concentración utilizando el registro de ondas cerebrales.	Se concentra en mejorar el desempeño en actividades habituales como trabajo y escuela.	5	4	4	13

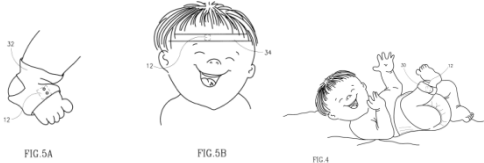
 <p><b>Figura 5.</b> emWave2. Extraído de <i>Heartmath</i>.</p>	emWave2  Por la marca Heart math	A partir de sensores de temperatura en los dedos, registra ritmo cardiaco y temperatura.	Busca ser asistente en técnicas de relajación.	ESTÉTICA	FUNCIÓN	ERGONOMÍA	TOTAL
				1	4	3	8

La mayoría de los productos similares son enfocados a la realización de actividades relajantes y a la meditación. Lo interesante en este tipo de productos es que, aunque utilizando el mismo tipo de conceptos o tecnología, se le dan diferentes enfoques que de alguna manera están relacionadas, productos como Melon lo enfocan más a la productividad que a la relajación y otros como Bioharness a la mejora del desempeño deportivo. Éste tipo de productos contrastan con aquellos que son más accesibles económicamente y que se concentran en la relajación muscular como respuesta ante el estrés, como productos masajeadores.

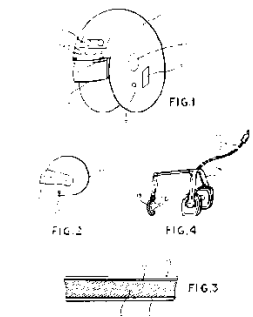
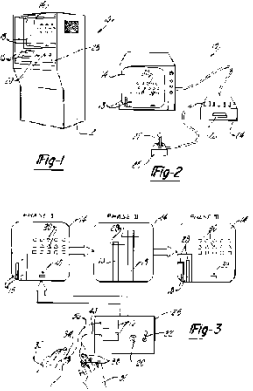
### 1.2.2. PATENTES DE PRODUCTOS SIMILARES

Se realizó la búsqueda de patentes existentes que sean similares al producto que se desarrollará en el presente proyecto.

**Tabla 2: Patentes similares existentes**

Imagen	Nombre y número de patente	Descripción
 <p><b>Figura 6.</b> Detector de estrés. Extraído de <i>Google patents</i>.</p>	Physiological stress detector device and method  US Grant: US6553242B1  No. De aplicación: US09147683  Inventor: Israel Sarussi	El dispositivo incluye una fuente de luz y un detector de luz cerca de la superficie de un órgano. La unidad de procesamiento opera para separar un componente de señal de CA de un componente de señal de CC.



<p>U.S. Patent Nov. 19, 1985 4,553,534</p>  <p><b>Figura 7.</b> Alivador de estrés. Extraído de <i>Google patents</i>.</p>	<p>Apparatus for relieving psychological stress</p> <p>US grant: US4553534A</p> <p>No. De aplicación: US06505059</p> <p>Inventor: <u>Reinhard Stiegler</u></p>	<p>Un aparato para el tratamiento del estrés tiene un soporte configurado para encajar en la cabeza y construido para proteger las orejas contra el ruido externo, una pantalla soportada sobre el soporte y posicionable delante de los ojos del usuario.</p>
<p>U.S. Patent Aug. 4, 1987 Sheet 1 of 3 4,683,891</p>  <p><b>Figura 8.</b> Monitor de estrés. Extraído de <i>Google patents</i>.</p>	<p>Biomonitoring stress management method and device</p> <p>US grant: US4683891A</p> <p>No. De aplicación: US06700376</p> <p>Inventor: <u>Vincent Cornellier</u>, <u>Thomas K. Ziegler</u></p>	<p>Un método para controlar el estrés en una persona que participa en una tarea cognitiva orientada a objetivos implica la medición simultánea de un parámetro físico de la persona que varía de acuerdo con el nivel de estrés de la persona y la productividad de la persona que realiza la tarea.</p>

La mayoría de las patentes que se encontraron no especificaban el método como lo hacían con la tecnología que se utilizaba. Algunos ejemplos aplicaban medios de relajación así como el mostrar imágenes, videos o sonidos relajantes, otros meramente para la detección del estrés, lo cual infiere que debe de ser complementado con algún tipo de terapia o asistencia de alguien experto en el manejo del estrés. En conclusión se podría decir que tanto productos como patentes utilizan tecnología similar pero con enfoques diferentes en lo que se quiere lograr o en aplicación. Sirven o como detector de estrés o como relajante a través de estimulación muscular o imágenes y audio relajante.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Ciertas ideas generalizadas acerca del estrés suelen ser erróneas, como el pensar que el estrés se presenta de igual forma para todas las personas o que solo requieren atención los síntomas graves del estrés entre otras. Es por paradigmas así que no se ve la atención al del estrés como acción preventiva de malestares mayores.

Lo anterior provoca que el estrés se prolongue sin siquiera que la persona se de cuenta, potencialmente provocando la productividad deficiente general en la vida de la persona, un pobre desempeño en el trabajo, en cuestiones académicas, personales y en relaciones, además del posible desarrollo de enfermedades o malestares ya anteriormente discutidos. Si no se identifica, no se trata y el problema se prolonga y agrava.

Es de vital importancia la disminución del estrés en México, un país que en los últimos dos años ha sido catalogado como el país con mayor índice de estrés en el mundo de acuerdo a la OMS (2017). Cerca de un 40% de empleados mexicanos padecen consecuencias del estrés laboral, cerca de 18.4 millones de personas. Cuando en Europa, la media es un 20% de acuerdo a una encuesta llamada 'World at Cork Survey' de Kelly Services (2005).

"El estrés laboral es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) una epidemia global. Es el único riesgo ocupacional que puede afectar al ciento por ciento de los trabajadores. Genera alteración del estado de salud, ausentismo, disminución de la productividad y del rendimiento individual, y aumento de enfermedades, rotación y accidentes. Por otro lado, el trabajo itinerante causa alteraciones del sueño, digestivas, psicológicas, sociales y familiares, y riesgos de accidentes." -Ruddy Facci, especialista en Medicina del Trabajo y vicepresidente de la Comisión Internacional de Salud Ocupacional (2005).

## 1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Solamente en Estados Unidos, cuestiones relacionadas con el estrés le cuestan a al país alrededor de 300 mil millones de dólares al año en recibos médicos y déficit de productividad, 100 mil millones más de lo que la obesidad le cuesta a los mismos norteamericanos, 44% de su población siente más estrés que hace 5 años, 40% de personas bajo estrés tiene una alimentación deficiente o comen de más, 44% Pierde sueño durante la noche. Todo esto según The American Institute of Stress (AIS, s.f.).

El problema recae en que no se identifica el estrés como causante de malestares y/o enfermedades por lo que no se le da cuidado y a la larga, tiene repercusiones irreversibles en la salud de las personas.

Por casos como éste, la OMS prevé que para el año 2020, el estrés será el segundo factor causante de enfermedades en todo el mundo, así como también señala que en México se registran aproximadamente 72 mil infartos al año, de los cuales 25% está relacionado con alguna enfermedad relacionada con el estrés.

Cuando en México se estima que el 75% de los trabajadores mexicanos sufre de este mal, le sigue China, con un 73% y Estados Unidos, con un 59% según datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en Agencia Quadratin (2015). En esta misma página se mencionó que de acuerdo a cifras de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) el estrés representa pérdidas entre el 0.5 y 3.5% del PIB de un país.

El estrés es en primer momento es algo necesario y beneficioso, ayuda a la persona a adaptarse al entorno que tiene elementos que lo estresa, el problema recae en la prolongación e intensidad del estrés. Repercute en la salud, desempeño académico o profesional, e incluso, las relaciones personales o de pareja del individuo se pueden ver afectadas.

En un contexto actual, un entorno globalizado, tecnológico e industrializado, donde se tienen expectativas exigentes, con un ritmo de vida rápido con lapsos de tiempo más y más cortos para el día a día, el estrés dejó de presentarse de forma

natural para manifestarse como las cargas acumuladas de las personas expresándose a la larga, en enfermedades y malestares que afectan en el bienestar general. El estilo de vida actual no ayuda a la disminución del estrés. Tal como lo dice American Psychological Association en un estudio (Stress by Generations, 2012), el nivel regular de estrés a aumentado a lo largo de las generaciones, en una escala de 1 al 10, siendo 10 una gran cantidad de estrés, se pasó de un 4.3 de nivel de estrés de los babyboomers hasta un 6.0 en la generación de los millennials.

El problema está en que las personas no relacionan los efectos del estrés con el estrés en sí, se les cree como achaques de otras fuentes; de enfermedades, alergias, mala alimentación, clima, contagio, o algo sin explicación. Y el que una puede llevar a la otra, hace difícil identificar cual se presentó primero y causó lo segundo.

Sin importar si es causa o efecto el estrés, es pertinente su manejo porque es una situación presente y regular en el día a día, de acuerdo al doctor Manuel Ángel Pérez Toledo en su libro "Stress: Vida o muerte"(1992): "Alrededor de dos terceras partes de toda la consulta médica está relacionada con los problemas o las enfermedades del estrés."

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar un dispositivo de gestión respiratoria para sincronizar el ritmo cardiaco y la respiración por medio del monitoreo de la alteración de la actividad cardiaca.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Detectar el incremento de ritmo cardiaco por medio de un sensor para notificar al usuario la alteración.
- Guiar al usuario través de ejercicios de respiración utilizando medios visuales para hacer perceptible el resultado de las técnicas de relajación en el ritmo cardiaco.

## **1.6. HIPÓTESIS**

Un dispositivo que se utilice como gestor de respiración mediante el monitoreo de la actividad cardiaca, sincronizando el ritmo cardiaco y la respiración, puede controlar la arritmia sinusal respiratoria.

## 1.7. METODOLOGÍA

### 1.7.1. DIAGRAMA DE FLUJO

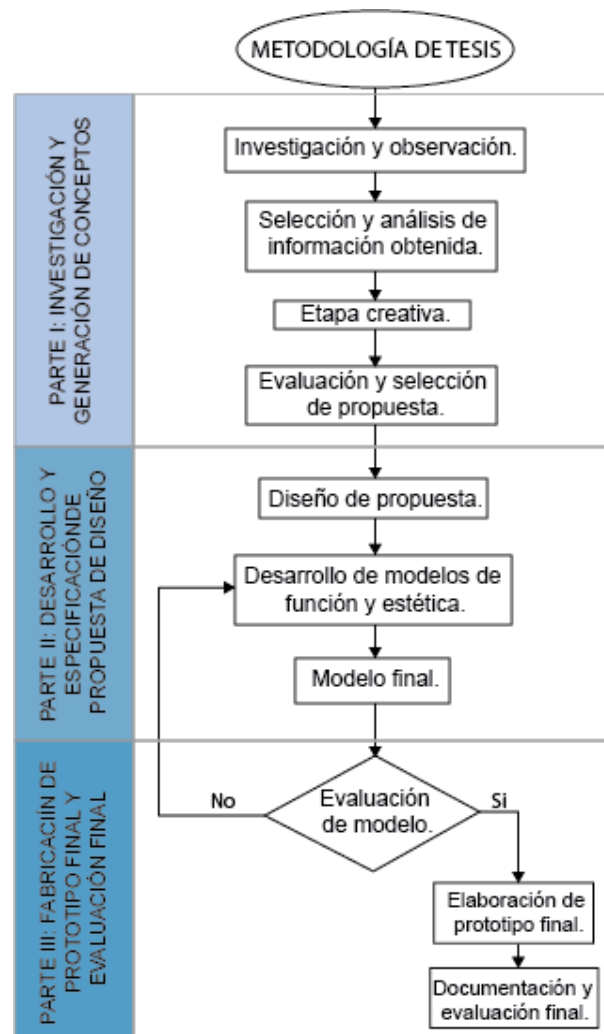


Figura 9. Metodología. *Elaboración propia.*

### 1.7.2. DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA

#### PARTE I INVESTIGACIÓN Y GENERACIÓN DE CONCEPTOS

1. Investigación y observación. Investigación en fuentes primarias y secundarias acerca del estrés en puntos específicos:
  - Búsqueda de bibliografía referente a la definición, proceso bioquímico, causas, efectos, diagnóstico, terapia, entre otros.
  - Búsqueda y comparación de productos y patentes similares en función, concepto o finalidad.



- Sustracción de conceptos y principios de técnicas y tecnología aplicada para el tratamiento al estrés.
- 2. Selección y análisis de información obtenida. A partir de lo investigado se elaboran esquemas y mapas mentales para hacer una síntesis de los conceptos, ideas, principios, etc. que son de importancia para encontrar relaciones propicias para un área de oportunidad de diseño.
- 3. Etapa creativa. Se generan ideas de posibles diseños partiendo de conceptos concretos y claros, tomando como base la investigación y esquematización de la información.
- 4. Evaluación y selección de propuesta. Con apoyo de asesores, y mediante comprobaciones con usuarios, se evalúan los conceptos para definir la propuesta final a desarrollar.

## PARTE II DESARROLLO Y ESPECIFICACIÓN DE PROPUESTA DE DISEÑO

- 5. Diseño de propuesta. Se especifican valores configurativos del producto final como estética, materiales, función, partes o componentes.
- 6. Desarrollo de modelos de función y estética. Fabricación de modelos del diseño para realizar pruebas pertinentes para el diseño como de interacción con el usuario, función, ergonomía, estética, etc.
- 7. Modelo final. Con la información recabada de las pruebas, se toman en cuenta ciertos parámetros para la fabricación de un modelo como acercamiento a la propuesta final.

## PARTE III FABRICACIÓN DE PROTOTIPO FINAL Y EVALUACIÓN FINAL

- 8. Evaluación. Los asesores realizan una evaluación del producto para señalar correcciones finales.
- 9. Elaboración de prototipo final. Se fabrica el producto final con las correcciones finales.
- 10. Documentación y evaluación final. Se presenta el resultado para una evaluación final de los asesores y elaborar el papeleo y documentación necesaria.

## 1.8. MARCO TEÓRICO

### 1.8.1. DEFINICIÓN

*"El estrés es una respuesta no específica del organismo ante cualquier demanda que se le impóniga". – Hans Selye*

La Organización Mundial de la Salud define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que preparan al organismo para la acción. La respuesta que se obtiene ante el factor estresante puede ser fisiológica y/o psicológica.

El centro de neurocirugía avanzada CNAM (2016) lo explica más a detalle: "Se trata de una respuesta fisiológica y psicológica de una persona que intenta adaptarse a las presiones a las que se ve sometida, originada por el instinto de supervivencia del ser humano, en la que se ven involucrados muchos órganos y funciones del cuerpo, como el cerebro y el corazón, los músculos, el flujo sanguíneo, la digestión, etc."

Y aunque principalmente se le conoce por ser algo negativo, en realidad el estrés es benéfico en pequeñas cantidades; da motivación y energía, fomenta la productividad, lleva al cuerpo a hacer cosas increíbles para sobrevivir en condiciones adversas. En esencia el estrés nos ayuda a lidiar con los obstáculos y amenazas que percibimos en nuestras vidas. Estimula el cuerpo para seguir a pesar de los estresores, el problema se presenta con la sobreestimulación.

### 1.8.2. TIPOS DE ESTRÉS

Clasificación de acuerdo a la duración e intensidad (según American Psychological Association)

- Estrés agudo: Este es estrés a corto plazo que desaparece rápidamente. Puede sentirlo cuando presiona los frenos, pelea con su pareja o esquía en una pendiente. Esto le ayuda a controlar las situaciones peligrosas. También ocurre cuando hace algo nuevo o emocionante. Todas las personas sienten estrés agudo en algún momento u otro.

- Estrés crónico: Este es el estrés que dura por un período de tiempo prolongado. Usted puede tener estrés crónico si tiene problemas de dinero, un matrimonio infeliz o problemas en el trabajo. Cualquier tipo de estrés que continúa por semanas o meses es estrés crónico. Puede acostumbrarse tanto al estrés crónico que no se da cuenta que es un problema. Si no encuentra maneras de controlar el estrés, este podría causar problemas de salud.

Clasificación de acuerdo a como es percibido (Según Manuel Ángel Pérez Toledo en su libro "Stress: Vida o muerte"(1992)

- Eustrés: Es aquel en donde la interacción de la persona con el estresor fomenta la creatividad y el tener una mente abierta a experiencias. Este tipo de estrés prepara a la mente y cuerpo para una función óptima. La persona se caracteriza por estar motivado y proactivo, enfrenta y resuelve problemas, derivando en bienestar y alegría.

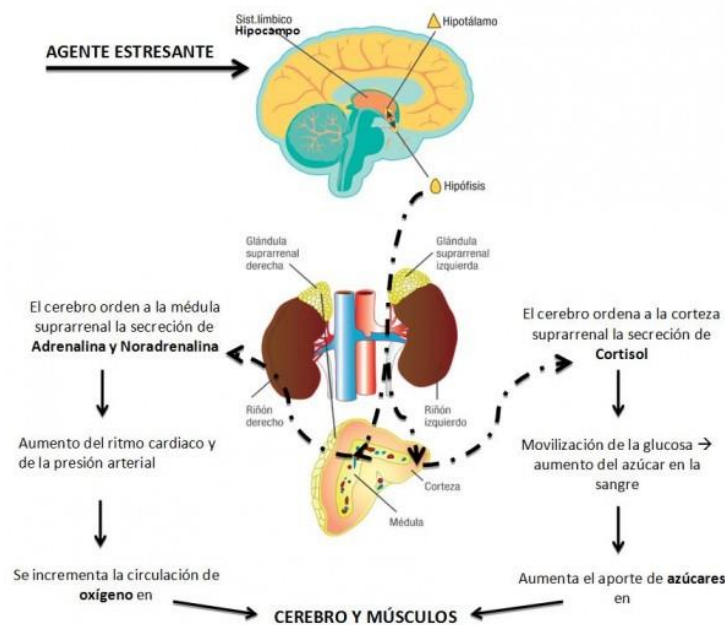
Algunos ejemplos de causantes de eustrés de acuerdo con la revista Psychology Today son los viajes, cambios, enamoramientos y exposición a contextos fuera de la zona de confort pero significativos para la persona.

- Diestrés: Es el estrés "perjudicante o desagradable" según Selye. Es el tipo de estrés que da la percepción de una sobrecarga en la persona, es decir, crea un desequilibrio entre el entorno y la persona a la cual no se puede adaptar. Las personas se caracterizan por una actitud negativa, aparición de enfermedades sicosomáticas y reducción de productividad. Algunos ejemplos que desencadenan el diestrés son: rupturas familiares o amorosas, un duelo, cambios, fracaso, un mal trabajo, etc.

Es importante dar a notar que existe misma reacción fisiológica entre un diestrés y un eustrés, lo que cambia es la percepción que tiene el individuo ante el estresor. Las personas responden de diferente manera ante estresantes, una misma situación puede ser percibida como buena o mala dependiendo de la manera de ser y pensar de cada individuo.

### 1.8.3. PROCESO BIOQUÍMICO

“Cuando se tiene estrés la glándula pituitaria reacciona aumentando la secreción de una hormona llamada hormona adrenocorticotrófica (ACTH). Cuando la pituitaria envía esta ráfaga de ACTH es como si un sistema de alarma se disparara dentro de nuestro cerebro. Esta alarma les dice a las glándulas suprarrenales, situadas encima de los riñones, que inunden el torrente sanguíneo de hormonas del estrés, incluidas cortisol y adrenalina. Estas hormonas del estrés provocan toda una serie de cambios fisiológicos en nuestro cuerpo, como el aumento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, la inhibición del sistema digestivo y la alteración del sistema inmunitario. Una vez que desaparece la amenaza percibida los niveles de cortisol y adrenalina del torrente sanguíneo disminuyen, y la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el resto de funciones del cuerpo vuelven a la normalidad.” – Clínica Cunill (s.f.)



**Figura 10.** Esquema de reacción bioquímica del estrés. Extraído de *Mercedescarindini*

La reacción inmediata del cuerpo es la de aumentar la presión arterial, respiración, frecuencia cardíaca, aumentando la circulación de sangre hacia las extremidades y músculos. Esta respuesta tiene como función el preparar el cuerpo para huir o afrontar algún estresante que se percibe como amenazante.

Recae un problema si las repuestas al estrés son constantes sin dejar descansar al cuerpo, la activación prolongada del sistema de respuesta puede alterar los procesos del cuerpo (estrés crónico). Las alteraciones se presentan de diferentes maneras dependiendo de la persona siendo desde afectaciones gastrointestinales hasta dermatológicas.

Algunas de las afectaciones más frecuentes del estrés crónico, como lo señala la clínica Cunill es en el aparato digestivo diciendo que:

“Esto ocurre porque las hormonas del estrés ralentizan la liberación del ácido secretado por el estómago y el vaciado del estómago. Estas mismas hormonas estimulan el colon, que acelera el paso de su contenido.”

El estrés crónico tiende a disminuir la respuesta del sistema inmunitario, lo cual hace que el cuerpo sea más propenso a padecer infecciones, resfriados, etc.

Así como lo menciona Psic. Lara Durand, Miembro de la Sociedad Psicoanalítica de México (2010), el estrés está directamente relacionado con el sistema nervioso, la estimulación constante de éste se le ha relacionado con la depresión, ansiedad, demencia entre otras.

La secreción crónica de cortisol puede provocar daños estructurales del cerebro como la muerte de neuronas (provocada por el exceso de calcio que admiten las neuronas) esto mencionado por fuentes como la revista excelsior, universal, la página Stress response ability, entre otras. Provocando a su vez, y el encogimiento del cerebro al perder masa de la corteza prefrontal al tener disminución de conexiones cerebrales. Con el paso del tiempo, la secreción crónica de cortisol puede provocar daños en diversas estructuras del cerebro. Una cantidad excesiva de cortisol también puede provocar trastornos del sueño y la pérdida de la libido.

Es de importancia hacer notar que, las reacciones que presente el cuerpo ante el estrés son totalmente diferentes en las personas.

“Cada persona tiene un órgano blanco, es decir, el órgano, sistema o parte del cuerpo en donde se resiente la reacción al estrés. Ésta varía de persona a

persona, lo cual significa que es importante conocerse para saber cómo responder en situaciones de estrés” –Mtra. Jazmin Montufar psicóloga laboral, UAQ (2017).

Y dentro de este conocerse no solo es corporal sino psicológica, hay personas con tipos de personalidad más tendientes al estrés, como lo dice Manuel Ángel Pérez Toledo en su libro “Stress: Vida o muerte”(1992).

La personalidad se conforma del temperamento y del carácter, siendo heredado y aprendido respectivamente. Esta personalidad se relaciona directamente con el cómo se confronta una situación, la percepción psicológica es la que desencadena la reacción fisiológica en el cuerpo.

#### 1.8.4. FASES DEL ESTRÉS

- Fase de alarma o huida

El cuerpo se prepara para producir el máximo de energía, con los consecuentes cambios químicos.

El cerebro, entonces, envía señales que activan la secreción de hormonas, que mediante una reacción en cadena provocan diferentes reacciones en el organismo, como tensión muscular, agudización de los sentidos, aumento en la frecuencia e intensidad de los latidos del corazón, elevación del flujo sanguíneo, incremento del nivel de insulina para que el cuerpo metabolice más energía.

- Fase de adaptación

También llamada de resistencia, que es cuando se mantiene la situación de alerta, sin que exista relajación.

El organismo intenta retornar a su estado normal, y se vuelve a producir una nueva respuesta fisiológica, manteniendo las hormonas en situación de alerta permanente.

- Fase de agotamiento

Sucede cuando el estrés se convierte en crónico, y se mantiene durante un período de tiempo que varía en función de cada individuo.



Esta fase provoca debilidad, se descansa mal, aparece sensación de angustia y deseo de huida.

### 1.8.5. CAUSAS

Para la maestra Jazmin Montufar, psicóloga laboral que actualmente realiza investigaciones torno a estrés laboral en la UAQ, existen dos tipos de causas del estrés (2017):

- Internas: Aquellas que tienen origen en el pensamiento de la persona influenciada por la personalidad de la persona. Algunos ejemplos son: el miedo, baja autoestima, la percepción negativa hacia la vida, etc.
- Externas: Las que se ven presentes en el entorno donde se desenvuelve la persona y sobre las que no se tiene control. Algunos ejemplos son: la muerte de un ser querido, catástrofes naturales, guerra, desempleo, entre otras.

### 1.8.6. EFECTOS A LARGO PLAZO

Como se ha mencionado antes, el estrés al prolongarse, existe una sobre estimulación en el cuerpo, lo que a su vez lo desgasta, fomentando el desarrollo de enfermedades y malestares.

Tomando como referencia el consejo general de colegios oficiales de psicólogos de España, se despliega la siguiente lista de principales afectaciones del estrés crónico:

- Trastornos cardiovasculares: hipertensión esencial, enfermedad coronaria, taquicardia, arritmias cardíacas episódicas, enfermedad de Raynaud y cefaleas migrañosas.
- Trastornos respiratorios: asma bronquial, síndrome de hiperventilación, alteraciones respiratorias y alergias.
- Trastornos gastrointestinales: úlcera péptica, dispepsia funcional, síndrome de colon irritable y colitis ulcerosa.

- Trastornos musculares: tics, temblores, contracturas, alteración de reflejos musculares, lumbalgias y cefaleas tensionales.
- Trastornos dermatológicos: purito, eccema, acné y psoriasis.
- Trastornos sexuales: eyaculación precoz, coito doloroso, vaginismo, impotencia y disminución del deseo.
- Trastornos endocrinos: hipertiroidismo, hipotiroidismo y síndrome de Cushing.
- Trastornos inmunológicos: inhibición del sistema inmunológico.

### 1.8.7. DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO

Refiriéndose al consejo general de colegios oficiales de psicólogos de España, existen unos parámetros que determinan el nivel de estrés en el que se encuentra una persona:

- Nivel cognitivo: La persona tiene la sensación de haber perdido la memoria, problemas para concentrarse y encontrar soluciones a problemas por pequeños que sean, además de una inminente inseguridad.
- Nivel fisiológico: El estrés empieza a presentarse en síntomas físicos perceptibles como tensión muscular, dolor de cabeza, acné y cualquiera de los transtornos que se mencionaron en el desglose.
- Nivel motor: La persona tiende a realizar acciones no habituales como el comer compulsivamente, fumar o beber alcohol mas de lo que se tiene acostumbrado, entre otros.

### 1.8.8. TRATAMIENTO DE BIOFEEDBACK O BIORETROALIMENTACIÓN

El tratamiento de biofeedback es otra técnica aplicada al control de estrés.

El Instituto de Dolor de Cabeza y Enfermedades Neurológicas (INDOCEN) define el Biofeed back como un ejercicio de entrenamiento con el que se busca lograr un control voluntario de las funciones fisiológicas que normalmente son reguladas por el sistema autónomo de manera inconsciente.

De forma mas precisa la tesis “Estado del arte del neuromarketing en Colombia” de Pontificia Universidad Javeriana (2012) describe la bioretroalimentación de la siguiente manera:

“Las técnicas de biofeedback permiten que un sujeto, mediante instrumentos electrónicos que generan señales auditivas o visuales, tenga consciencia de cambios fisiológicos y biológicos que normalmente no son conscientes (ritmo cardíaco, presión arterial, conductancia de la piel, velocidad del pulso, etc.) Con otras técnicas el paciente puede modificar sus propios estados orgánicos y provocar su normal funcionamiento. El objetivo del BF es conseguir en el sujeto un control voluntario, sin el uso de instrumentos, de sus propios estados biológicos. Parece que éstas técnicas han dado buenos resultados en el tratamiento de problemas como la impotencia, transtornos gastrointestinales (diarreas, incontinencias), epilepsia, ansiedad, insomnio, hipertensión y cefaleas.”

Los tipos de técnicas de bioretroalimentación se determinan según el indicador fisiológico que se tomará:

1) EMG: Electromiografía del músculo frontal. Medimos la actividad eléctrica en el músculo frontal y esta nos sirve como indicador del grado de relajación muscular del sujeto.

2) RDG: Respuesta dermogalvánica. Es la resistencia que la piel ofrece al paso de una pequeña corriente eléctrica. Es una medida muy útil porque esta

resistencia disminuye cuando se produce una activación del Sistema Nervioso Autónomo.

3) Temperatura Corporal: Se obtiene en uno de los dedos de la mano y suele disminuir cuando se produce una activación.

4) VRC y RC: Ritmo cardíaco y variabilidad del ritmo cardíaco.

5) EEM: Electroencefalograma. Mide las ondas cerebrales para ubicar cambios.

### 1.8.9. TÉCNICAS DE RESPIRACIÓN

Es recurrente la indicación de realizar ejercicios de respiración en terapia psicológica como primer medio para relajarse en periodos de estrés, en muchos de los casos se aplican para sobrellevar hiperventilaciones, ataques de pánico, estrés generalizado, ansiedad, entre otros. Esto de acuerdo a un reporte de la Facultad de Psicología Universidad de Valencia escrito por Mariano Chóliz Montañés (s.f.)

“La respiración está directamente relacionada con la activación, como se demuestra por el hecho de que al mismo tiempo que ciertos ejercicios sirven para la reducción de niveles elevados de ansiedad, otros, por ejemplo, los que generan hiperventilación pueden inducir severos ataques de pánico. Se asume que la respiración completa, esto es, la que implica la musculatura diafragmática, provoca la activación parasimpática (Everly, 1989) o, lo que es equivalente, favorece la relajación, de manera que el entrenamiento en ciertas pautas respiratorias puede ser un adecuado procedimiento para la reducción de los efectos del estrés y, en general, los trastornos debidos a un exceso de activación. Puede haber varias explicaciones útiles para entender los efectos que tiene la respiración sobre dicho nivel de activación. Así, la reducción de la ansiedad producida por la respiración diafragmática puede entenderse por un incremento en la actividad parasimpática debido a la estimulación del nervio vago (Hirai, 1975)” – Chóliz Monañés, Facultad de Psicología, Universidad de Valencia, (s.f.)

El mismo reporte señala que consecuentemente, la retención de la respiración producirá disminución en la ventilación y reducción de ansiedad. Ya que en un estudio

hecho (de Ruitter y cols, 1989) señala que los sujetos investigados al reducir el número de respiraciones por minuto, aumentaba el volumen de aire inspirado, con lo cual se producía un efecto opuesto a dichos períodos de estrés al tener mayor oxigenación en el organismo y menor presión parcial de CO<sub>2</sub>. Produciéndose a su vez somnolencia por las modificaciones en el organismo al reducir la actividad del sistema nervioso central, disminuyendo el estrés.

“Wolpe (1958, 1987) estima que el CO<sub>2</sub> antagoniza con la ansiedad y la inhibe, de manera que pueden utilizarse inhalaciones de dicho gas para eliminar o reducir la ansiedad generalizada. De la misma manera, Latimer (1977) defiende el papel del CO<sub>2</sub> como inhibición recíproca en trastornos de ansiedad, Naifeh y cols. “- Chóliz Monañés, Facultad de Psicología, Universidad de Valencia, (s.f.)

#### 1.8.9.1. TIPOS DE EJERCICIOS DE RESPIRACIÓN

Consiste en la repetición de una secuencia de inspiración-pausa-espирación-pausa. Teniendo en cuenta factores como el flujo de aire, rapidez, la profundidad de inspiración y espiración, y si es nasal o bucal. Recomendada por lo general para una repetición de secuencia de diez veces.

a. Respiración profunda:

Consiste de una inhalación de 3-5 segundos seguidos y exhalar el aire lo más despacio posible.

b. Respiración rítmica controlada:

Con ojos cerrados, se realiza la respiración concentrándose en el flujo de aire por las vías respiratorias hasta encontrar un ritmo adecuado de relajación.

c. Respiración controlada:

Se refiere a una respiración diafragmática, pensando en una palabra al inhalar y otra al exhalar.

## 1.8.9.2. LA RESPIRACIÓN Y EL RITMO CARDIÁCO

### 1.8.9.2.1. EL TONO VAGAL COMO INDICADOR DE ESTRÉS

El tono vagal se refiere a la actividad del nervio vago, un componente importante del sistema parasimpático del sistema nervioso central (uno de los doce pares de nervios craneales) que originándose en el cerebro, viaja por el cuello, a través del pecho y desciende al abdomen. Regula efectos de la estimulación del sistema nervioso que se expresa en cambios de actividad pulmonar, digestivo y principalmente, la actividad cardiovascular.

El tono vagal ha sido relacionado con la regulación emocional del cuerpo, y que, su actividad se relaciona con la rapidez con lo que una persona se relaja después de estrés. Si se tiene mayor actividad vagal, el cuerpo es más eficiente al regular niveles de glucosa (niveles alterados por la adrenalina y cortisol).

El cuerpo estresado incrementa el ritmo cardiaco y por consiguiente, respiraciones para acelerar el flujo de oxigenación en la sangre. El nervio vago al regular la variabilidad de ritmo cardiaco del cuerpo, prolonga y regula las inhalaciones y expiraciones para relajar el cuerpo.

En el artículo de Stephen W. Porges, Ph. D. Institute for Child Study, University of Maryland, College Park, (1992) se refiere al tono vagal como indicador fisiológico de vulnerabilidad al estrés.

“El índice del tono vagal es una medida de la modulación del sistema nervioso de la actividad de la frecuencia cardiaca vía el vago. El índice del tono vagal refleja influencias vagales eferentes rítmicas. Los patrones de frecuencia cardiaca, como los procesos conductuales, dependen del estado del sistema nervioso y de la calidad de la retroalimentación neural. El estrés resulta en una desorganización de la estructura rítmica tanto de la conducta como del estado autónomo. Por lo tanto, las mediciones del tono vagal cardiaco dan una importante visión del control central de los procesos autónomos necesarios para la conducta organizada. El tono vagal está reflejado en la amplitud del ritmo cardiaco asociado a la frecuencia de respiración espontanea. Este



proceso rítmico, la arritmia sinusal respiratoria ha sido observada y estudiada por más de 100 años.

El tono vagal no es medido directamente, sino medido por medio el ritmo cardiaco y su variabilidad. Un incremento del tono vagal está relacionado con una variabilidad mayor de ritmo cardiaco (respiración mas lenta). “-de Stephen W. Porges, Ph. D. Institute for Child Study, University of Maryland, College Park, (1992)

#### 1.8.9.2.2 ARRITMIA SINUSAL RESPIRATORIA

Es una variación natural en el ritmo cardiaco con el ciclo de respiración. Se caracteriza por un incremento en el ritmo cardiaco durante la inhalación y una disminución durante la exhalación. La variabilidad del ritmo cardiaco entonces se relaciona con la respiración. Es por ello que la Arritmia sinusal respiratoria, típicamente se utiliza para monitorear la actividad vagal

Existe una variabilidad en la respiración y ritmo cardiaco que se ve reflejada en la actividad del estrés en el cuerpo. Se alimentan entre sí como respuesta del SNP, dando resultado que la amplitud de la arritmia respiratoria (prolongación de inhalación y expiración) que provee una expresión de la actividad vagal.

Mayor es la amplitud de la arritmia respiratoria, mayor es la rapidez con la que se relaja al cuerpo al no requerir tanto oxígeno y disminuir el ritmo cardiaco.

“Existe una base fisiológica para definir al estrés y a la vulnerabilidad al estrés. Los conceptos de estrés y homeostasis son interdependientes y manifiestos en la actividad del SNP. En comparación con los modelos tradicionales del estrés, el SNP se propone como un modulador de la vulnerabilidad al estrés y de la reactividad. El modelo propuesto sugiere que el monitoreo proporciona una ventana que permite la valoración del estrés.

En conclusión, la utilidad de las definiciones contemporáneas del estrés es limitada, en parte por la circularidad y en parte por la tendencia, en la investigación sobre el estrés, a enfocarse, estrechamente, en la contribución del SNS. El tono vagal es propuesto como un índice novedoso de la vulnerabilidad y reactividad al estrés, con

aplicaciones en todas las ramas de la medicina y con un valor particular en la pediatría.” - de Stephen W. Porges, Ph. D. Institute for Child Study, University of Maryland, College Park, (1992).

## 2. CAPÍTULO II

### 2.1. INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. POBLACIÓN/ NICHO DE MERCADO

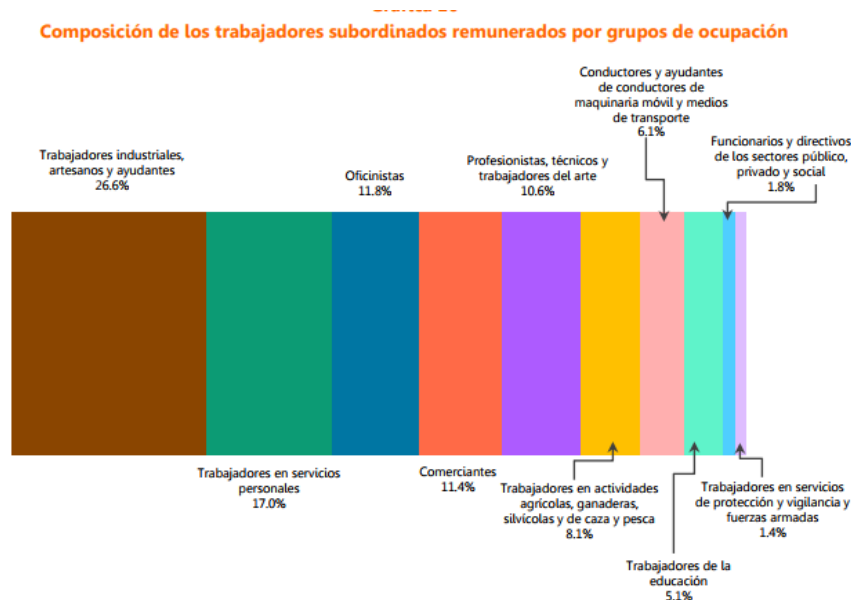


Figura 11. Composición de trabajadores subordinados. Extraído de INEGI.

El producto va dirigido a una población de oficinistas, la cual representa un 11% de las personas económicamente activas en México, dando 4 millones 996 mil oficinistas (el oficinista, 2015). Se enfoca en esta ocupación porque en muchos casos se presentan circunstancias propicias para el fomento del estrés así como su prolongación; largas jornadas, infraestructura deficiente (espacios cerrados, a veces pequeños, sin luz y ventilación) el burnout, expectativas de desempeño, cargas de trabajo y responsabilidad excesivas, así como repercusiones músculo-esqueléticos al prolongarse el tiempo sentado.

Dando como resultado que, de la población total de oficinistas, un 75% de oficinistas sufre de estrés laboral, esto de acuerdo a un artículo (Montiel Alejandra,

Estrés laboral, 2/DIC/17). Dando como resultado un mercado de 3,746,000 oficinistas que sufren de estrés laboral.

## 2.2. FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

### 2.2.1. ENTREVISTAS A ESPECIALISTAS

Se realizó una serie de entrevistas a especialistas concluyendo en dos psicólogas laborales, seleccionadas por recomendación en base al conocimiento y experiencia en el ámbito del estrés laboral en la carrera de psicología laboral. Y por otro lado se entrevistaron a 3 personas que sufren del trastorno para conocer su experiencia y el cómo lidian con el estrés.

En primera instancia se entrevistaron a la estudiante de psicología laboral Sandra Ríos y a la maestra Yazmín Montufar (al extremo derecho de la figura 12), ambas de la Facultad de Psicología de la UAQ. Particularmente, la maestra Montufar tiene experiencia en estudios sobre estrés laboral en el ámbito clínico (aplicado a enfermeras). Se profundizó en el concepto y en las manifestaciones que se presentan en el cuerpo, además de explorar posibles recomendaciones y terapias para el tratamiento del estrés, entre las cuales habló sobre la bioretroalimentación.



Figura 12. Profesores y alumnos de la Fac. de Psicología, UAQ. Extraído de *La crónica regional*

Por otra parte, se entrevistó a 3 pacientes que sufren o sufrieron de episodios de ansiedad, OCD y depresión, esto, porque habitualmente presentan altos índices de estrés. Se obtuvo información sobre las recomendaciones que siguen para disminuir el

estrés, los principales recursos son la visualización, el cambio de pensamiento sobre la situación específica y ejercicios de respiración.

Específicamente uno de los entrevistados mencionó que en terapia se le enseñó a como sentir el pulso en el cuerpo para disminuirlo con la respiración.

### 2.2.2. OBSERVACIÓN (POEMS)

El siguiente paso fue realizar un estudio basado en la observación utilizando el formato POEMS la cual buscar abarcar 5 aspectos: servicios, ambientes, mensajes, objetos y usuarios.



**Figura 13.** Av. 5 de Febrero, Qro.. *Elaboración propia.*

**Figura 14.** Cruce peatonal Av. Zaragoza y Av. Corregidora, Qro.. *Elaboración propia.*

Se tomaron fotos en lugares potenciales como focos de estrés, principalmente: calle (tráfico y cruces), hospitales (sala de espera y pacientes) y espacio laboral (trabajadores y condiciones de trabajo). Esto para hacer un análisis de los ámbitos y dar un enfoque a lo que será el usuario (en este caso el espacio laboral de oficinistas).

## 2.2.3. MAPAS MENTALES

Se hicieron 3 mapas mentales, uno sintetizándose del otro y haciendo correcciones para que visualmente sea sencillo encontrar relaciones y áreas de oportunidad en el tema, así como conceptos o mensajes claves para posteriormente encontrar hallazgos y revelaciones claves para el desarrollo del producto.



Figura 15. Mapas mentales iniciales sobre el estrés. *Elaboración propia.*

El primer mapa mental tenía como objetivo el comprender el concepto de estrés de forma general: Causas, efectos, lugares que propician estrés, la definición y el proceso bioquímico. Sobre éste se empezó a explorar conceptos en las posibles relaciones a partir del análisis (las notas naranjas y amarillas). Algunos conceptos referentes al estrés que se ubicaron fueron: el tiempo como estímulo, inhibición de acción, responsabilidad, libertad y la necesidad de expresión.





Figura 15.1. Mapas mentales iniciales sobre el estrés. Elaboración propia.

El segundo mapa mental explora a fondo lo que se consideró importante del primer mapa mental: causas, efectos, tratamiento, proceso bioquímico y datos que se tomaron a partir de las entrevistas con especialistas. Se profundizó en las relaciones como posibles áreas de oportunidad.

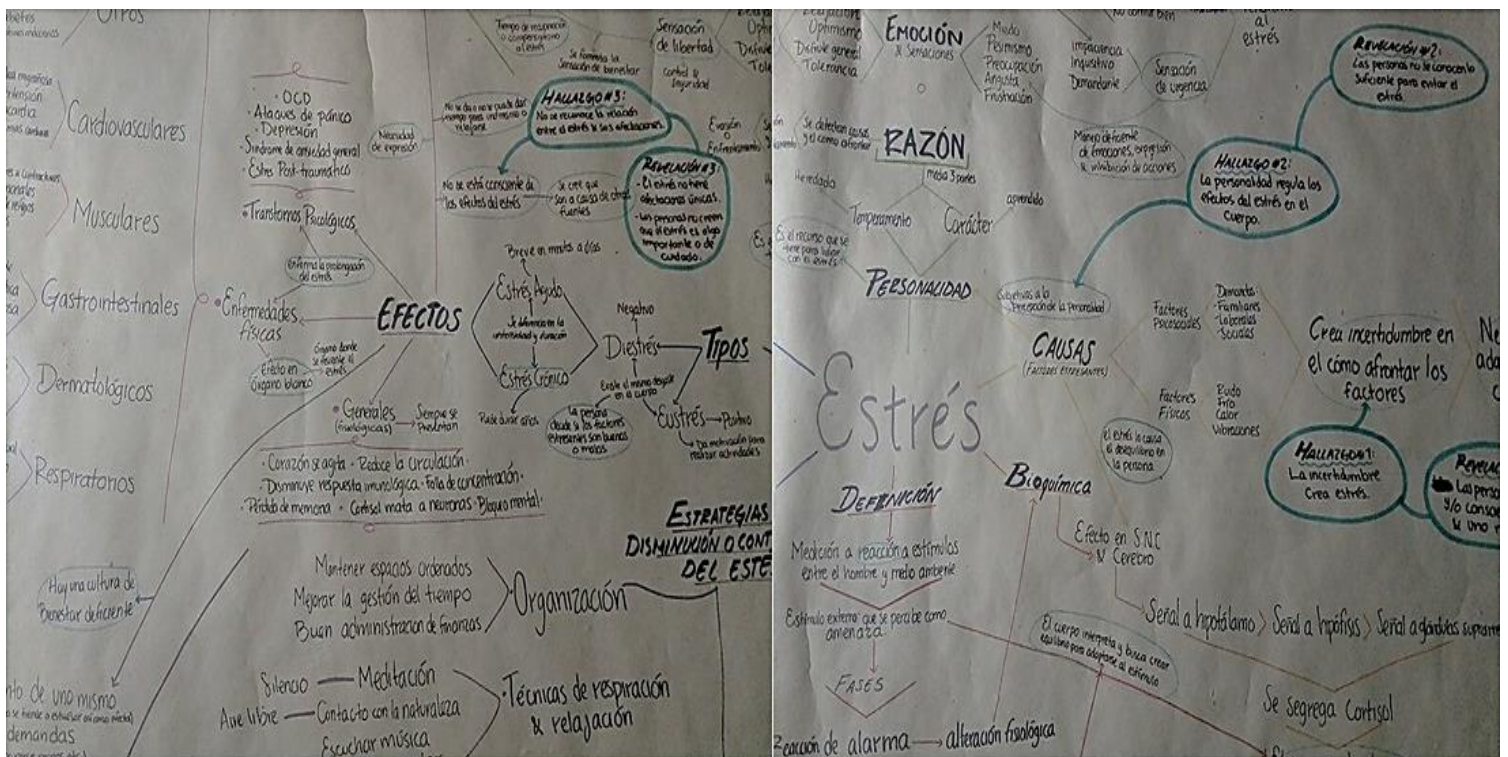


Figura 16. Mapa mental final sobre el estrés. Elaboración propia.

El tercer mapa mental es el resultado de filtrar información de las versiones anteriores aclarando cada vez los temas de interés. A partir de la última versión, se determinaron los hallazgos y revelaciones.

## 2.3. CONCLUSIONES

### 2.3.1. REVELACIONES

Las relaciones, mensajes y conceptos encontrados en los mapas mentales aportan a declarar hallazgos, aquellas premisas sobre un tema que aunque lógicas, no obvias a primera instancia. Los hallazgos a los que se llegaron son los siguientes.

Hallazgos:

- La incertidumbre crea estrés.
- El estrés no tiene afectaciones únicas.
- La personalidad regula los efectos a largo plazo del estrés.

Después de tener hallazgos precisos, fue necesario profundizar en las mismas para encontrar revelaciones, premisas que en la mayoría de las veces, se refieren al porqué de los hallazgos. Dichas revelaciones fueron las siguientes.

Revelaciones:

- El control del estrés requiere relacionar el entorno con uno mismo (tener información y asimilación del mismo)
- Las personas no tienen consciencia de estar estresadas.
- No se percibe el estrés como algo con lo que se debe tener cuidado.

El desarrollo del concepto se basa principalmente en la primera revelación, concluyendo entonces que, la disminución general del estrés requiere de tener consciencia y control sobre uno mismo por ser lo que se puede controlar, e información del entorno, para lidiar con ello.

## 2.4. CONCEPTO/PROPUESTA DE VALOR

### AUTOCONTROL

El concepto se desarrolló a partir de la revelación principal y el estrés como proceso bioquímico en el cuerpo. Esto por la relación entre la consciencia del estrés en uno mismo para controlarse.

Refiriéndose primero a la función del producto, el disminuir el estrés al tener consciencia y “control” sobre éste. Y en segunda instancia, a la reacción bioquímica en el cuerpo y en el cómo se busca “cortar” esta reacción en el primer momento que se expresa casi de forma imperceptible.

## 2.5. BRIEF/PERFIL DE DISEÑO DE PRODUCTO:

### 2.5.1. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES

#### PRODUCCIÓN:

- Utilización de un sistema de fabricación de baja producción.
- Utilización de un material ligero, resistente, inocuo y que sirva como aislante de los componentes internos.

#### FUNCIÓN:

- El registro del ritmo cardíaco por medio de un sensor del ritmo cardíaco. Servirá para detectar una alteración emocional o fisiológica al salirse de un rango saludable de ritmo cardíaco, desencadenando la función de dos leds (uno sincronizado al ritmo cardíaco y otro que sirve de guía de respiración).
- La ubicación del producto dependerá de los puntos de toma de pulso.
- Proporcionar resultados. En la relajación de signos vitales por medio de técnicas de respiración.
- Función perceptible para el usuario. La visibilidad de las acciones de las en el objeto,
- Uso y función comprensibles para el usuario.
- Compactación de componentes adecuada para el diseño del producto.



## ESTÉTICO:

- Comunicación de valores del producto a través de la estética del objeto: relajación, ligereza, limpieza y control.

## ERGONOMÍA:

- No invasivo. El objeto no debe de presentarse como un elemento fuera de contexto, llamativo o que se perciba pesado.
- Cómodo de usar, a la vez que no obstruya las actividades.

### 2.5.2. PERFIL DE USUARIO

- Grupo social: Oficinista.
- Rango de edad laboral activa 35 a 45 años. La edad promedio de la población económicamente activa en México es de 39 años (INEGI 2017)
- Tiene gusto hacia la tecnología.
- Presenta interés en el cuidado de la salud mental/emocional.
- Usuario que ha sufrido o conoce los efectos del estrés prolongado.
- Detecta malestares a causa de la tensión constante.
- El estrés le dificulta realizar actividades.
- No conoce como o no sabe aplicar métodos de relajación.

## 2.6. PROPUESTAS

### 2.6.1. PROPUESTAS PRELIMINARES

La primera etapa consistió en hacer una exploración general en que forma y disposición podría tener el producto en el cuerpo.

El lugar en donde se colocaría el producto es en los puntos en donde normalmente se toma el pulso o se mide el ritmo cardiaco: el lóbulo de la oreja, muñeca, dedos, pecho, cuello y nuca. A través del análisis de cómo sería la interacción de la persona con el objeto, se determinó que la mano es un lugar perceptible para la función sin causar obstáculos de movimiento e incomodidad de uso diario como podría suceder en el pecho o ser demasiado extravagante como en otro de los puntos de monitoreo de ritmo cardiaco.



Figura 17. Modelos de forma. *Elaboración propia.*

Se hicieron 7 modelos iniciales de espuma para ver medidas máximas de espacio disponible en los dedos en forma de anillo sin ser demasiado grande. Se incorporó la representación de los leds y un corte, de acuerdo al concepto “cortando el estrés de raíz”.

Ya establecidas las medidas reales de los componentes, se hicieron modelos a escala real considerando además, paredes y tolerancias.

Se llegó a 2 propuestas, con el corte y representación de los leds, explorando ángulos y desniveles respetando las medidas. Se encontraron inconvenientes en que, al seguir las medidas mínimas, los modelos daban formas cuadradas y sin fluidez, lo cual no reflejaba el concepto. En las pruebas, los modelos se percibían muy grandes entre los dedos, por lo que se decidió explorar otra disposición en la mano.

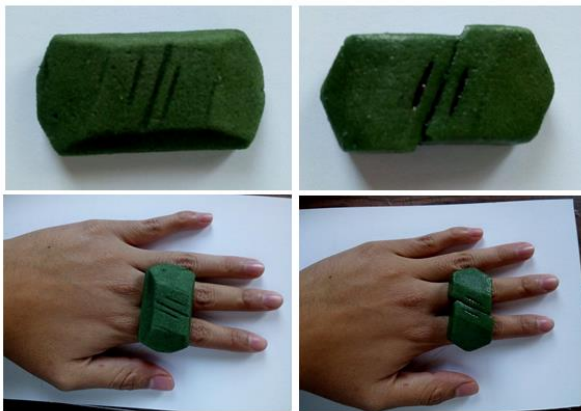
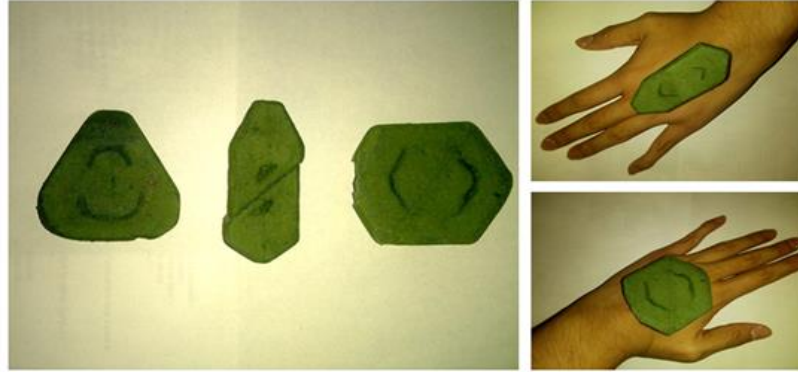


Figura 18. Modelos de forma 2. *Elaboración propia*

Se cambió el acomodo interno de los componentes, haciendo el objeto más delgado y alargado, con lo cual no se percibía grande en el dorso de la mano. Se propusieron 3 modelos que se utilizarían en el dorso de la mano.



**Figura 19.** Exploración de disposición. *Elaboración propia*

## 2.6.2. PROPUESTA SELECCIONADA



**Figura 20.** Modelo 3D. *Elaboración propia*

La propuesta final sufrió modificaciones en forma y disposición como se detallará en el apartado de diseño a detalle. Se detalló la secuencia de uso (ver capítulo III) coherente con los componentes y la programación para tener claras las últimas correcciones necesarias.

### 2.6.2.1. MODELOS PRELIMINARES

Una vez elegida la propuesta formal y estética elegida del producto respetando el tamaño de los componentes, se hicieron pruebas en impresión 3-D sobre las cuales se hicieron correcciones. Paralelamente se desarrolló la programación y función con un estudiante de automatización.

Resultaron dos simuladores: uno de función y otro de apariencia.

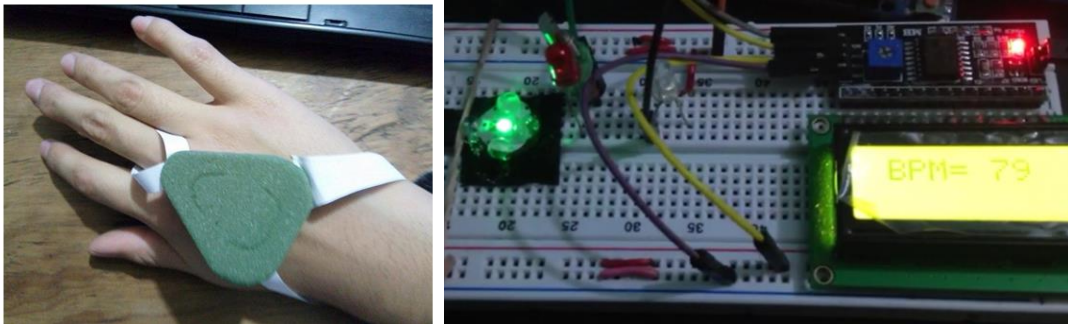


Figura 21. Modelo de forma y función. *Elaboración propia*

Se dió seguimiento al avance del simulador de función y pruebas con los modelos de apariencia para mejorar los resultados.

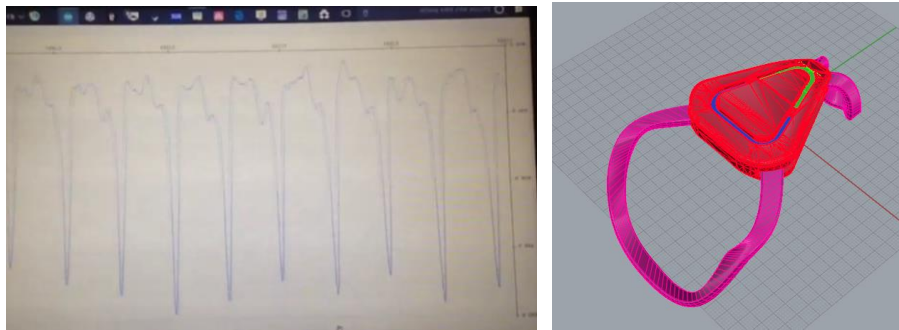


Figura 22. Monitor de ritmo cardiaco y modelado 3D. *Elaboración propia*

El de apariencia simula la forma, los materiales y acabados finales del producto, y permite comprobar su uso. Para el funcional se utiliza un circuito con cableado, en un protoboard con apoyo de un arduino y laptop.

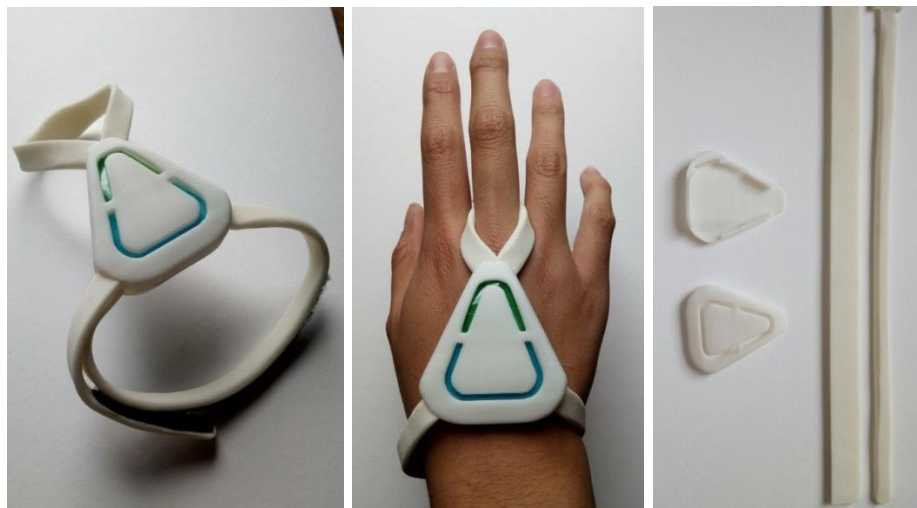


Figura 23. Modelo de forma y función 2. *Elaboración propia*



**Figura 24.** Modelo preliminar de forma. *Elaboración propia*

Posteriormente se hizo un pre-modelo final usando impresión 3-D y correas de silicón y velcro. Esto para hacer pruebas de movimiento, ajuste y ensamble. Sobre este modelo se hicieron las siguientes correcciones: el ajuste de las medidas para contener los componentes y la curvatura y detalles de redondeos para una mejor ergonomía en la mano.



**Figura 25.** Modelo preliminar de forma 2. *Elaboración propia*



## 2.6.3. VALIDACIONES Y DESARROLLO DE PROTOTIPO

### 2.6.3.1. FABRICACIÓN DE PROTOTIPO FINAL



Figura 26. Modelo impreso 3D. *Elaboración propia*



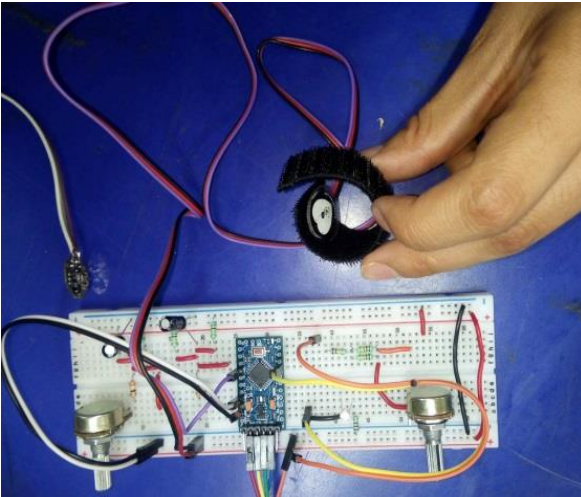
Figura 27. Modelo impreso 3D vista superior. *Elaboración propia*



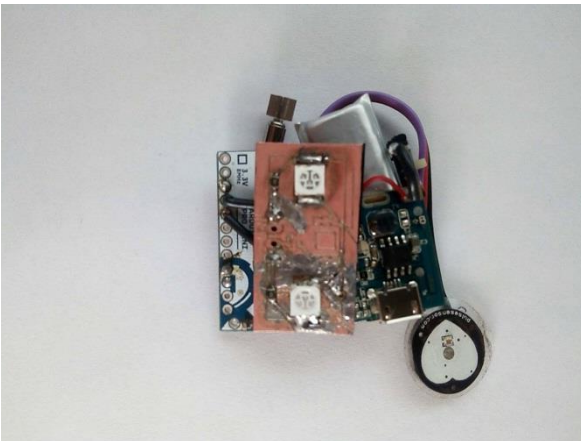
Figura 28. Modelo impreso 3D en partes. *Elaboración propia*

Se hicieron correcciones a base del modelo anterior y las medidas finales de los componentes: el espacio dado para los componentes dentro de la carcasa, la percepción de la impresión 3D sobre el dorso de la mano en cuanto al ángulo y redondeo inferior del objeto, los redondeos generales, tamaño de las rendijas por las que se ven los leds encendidos y tamaño general de la carcasa.

El resultado final en la impresión 3D fue una carcasa en ABS blanco. Se trabajó en los acabados en el lijado y pulido de la superficie.



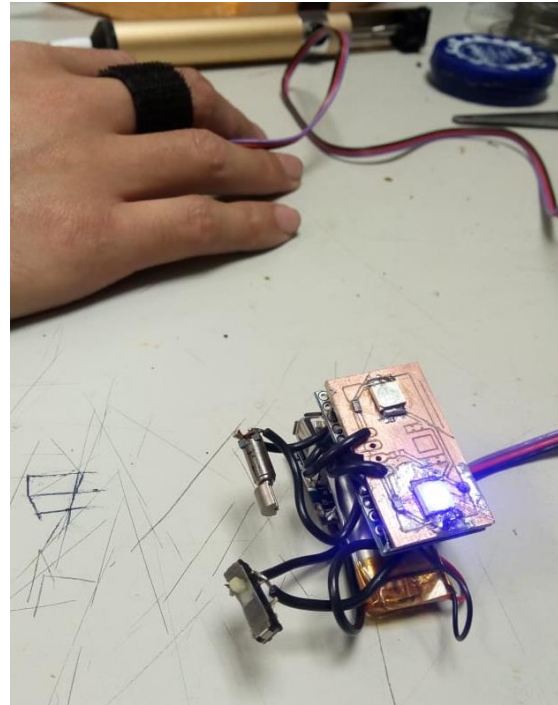
**Figura 28.** Modelo de función preliminar. *Elaboración propia*



**Figura 29.** Prototipo de circuito. *Elaboración propia*



**Figura 30.** Disposición de circuito en carcasa. *Elaboración propia*



**Figura 31.** Función de Led en circuito. *Elaboración propia*

Se buscó componentes adaptadas a la reducción de tamaño, así como el cumplimiento de las especificaciones del producto. Posteriormente, por medio de la plataforma de programación de Arduino, se realizó la programación y pruebas de la función sobre los componentes y finalmente se soldaron de acuerdo a la disposición establecida en el interior de la carcasa.

### 2.6.3.2. VALIDACIÓN FUNCIONAL

#### Pruebas con ejercicios de respiración

Objetivo: Comprobar el efecto del ejercicio de respiración sobre el ritmo cardíaco.

Se aplicó sobre dos personas y se programó la función para que arrojará un registro de BPM cada 10 segundos y un promedio cada minuto, esto para observar los cambios en tiempo real.

#### Método:

1. Se colocó el sensor en la parte baja del dedo medio (lugar final en donde estará el sensor) y se detonó la función del ejercicio de respiración en el led disminuyendo y aumentando la intensidad para prenderlo y apagarlo.
2. El ejercicio consistió en tomar 4s para inhalar, 4s para sostenerla la respiración y 4s para exhalar. Esto en el led se traduce en la intensidad, 4s para prenderse por completo, 4s manteniendo la intensidad y 4s para apagarse completamente.
3. La persona siguió el ejercicio y se registró los posibles cambios sobre el ritmo cardíaco en la información que se arrojaba cada 10s y minuto en BPM.

Por otro lado se hizo un registro del ritmo cardíaco sin aplicar los ejercicios de respiración para hacer una comparación.

Se comprobó que existe una disminución notable (dentro de los 4 minutos en que consiste la etapa de calibración) de la respiración en el ritmo cardíaco y por consiguiente, en la relajación del cuerpo. En promedio los sujetos eran capaces de disminuir una unidad de BPM por minuto al concentrarse en el ejercicio. Y aunque al dejar de hacer el ejercicio empieza a aumentar el BPM, se mantiene en un rango bajo comparado al promedio de BPM de cuando se dio inicio.



BPM = 11	BPM = 0
BPM = 25	BPM = 13
BPM = 39	BPM = 26
BPM = 53	BPM = 41
BPM = 66	BPM = 52
BPM = 75	BPM = 64
maxBPM = 75	BPM promedio = 76
BPM = 14	BPM = 76
BPM = 27	BPM = 11
BPM = 41	BPM = 24
BPM = 55	BPM = 37
BPM = 68	BPM = 49
BPM = 82	BPM = 63
maxBPM = 75	BPM promedio = 76
BPM = 13	BPM = 76
BPM = 25	BPM = 13
BPM = 39	BPM = 25
BPM = 51	BPM = 38
BPM = 64	BPM = 53
BPM = 77	BPM = 66
maxBPM = 75	BPM promedio = 77
BPM = 13	BPM = 79
BPM = 26	BPM = 14
BPM = 38	BPM = 28
BPM = 50	BPM = 41
BPM = 63	BPM = 54
BPM = 77	BPM = 69
maxBPM = 75	BPM promedio = 78

Figura 33.Registro de ritmo cardiaco en software. *Elaboración propia*

BPM = 69	BPM = 65
BPM = 82	BPM = 78
maxBPM = 82	maxBPM = 78
BPM = 0	BPM = 0
BPM = 13	BPM = 14
BPM = 25	BPM = 27
BPM = 38	BPM = 40
BPM = 50	BPM = 53
BPM = 62	BPM = 66
BPM = 74	BPM = 79
maxBPM = 74	maxBPM = 78
BPM = 0	BPM = 0
BPM = 11	BPM = 13
BPM = 23	BPM = 26
BPM = 35	BPM = 39
BPM = 47	BPM = 51
BPM = 59	BPM = 64
BPM = 72	BPM = 76
maxBPM = 72	maxBPM = 76
BPM = 0	BPM = 0
BPM = 12	BPM = 12
BPM = 24	BPM = 24
BPM = 37	BPM = 38
BPM = 49	BPM = 50
BPM = 62	BPM = 62
BPM = 74	BPM = 75
maxBPM = 72	maxBPM = 75

Figura 34. Registro de ritmo cardiaco relajado en software. *Elaboración propia*

Registro de ritmo cardiaco sin aplicación de ejercicios de respiración.

Prueba de disminución de ritmo cardiaco.

(Registro de datos cada 10s por 4 minutos, haciendo un promedio de BPM cada minuto).

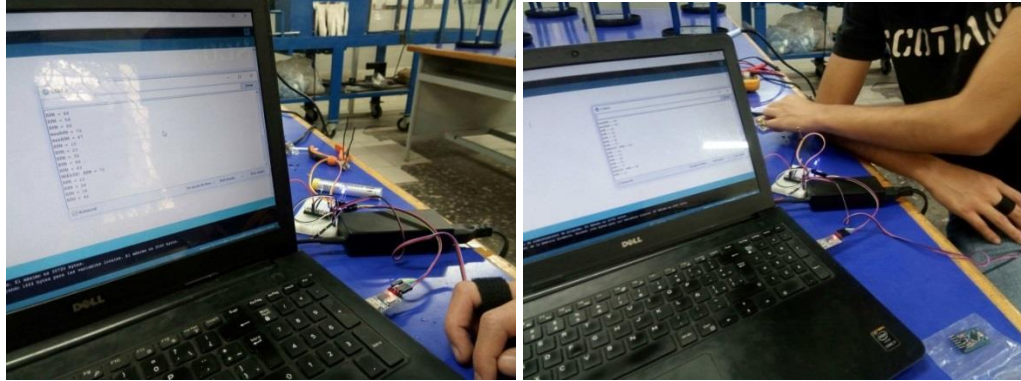


Figura 35. Prueba de ejercicios de respiración. *Elaboración propia*

### Prueba de estrés

Objetivo: Registrar la diferencia de BPM (medida con la que se monitorea el ritmo cardiaco) entre un est

ado relajado y uno estresado. Esto para aplicar el rango con el cual se prende y apaga la función en la programación del prototipo.

Se aplicó sobre 5 personas en reposo sentados, simulando la posición sedentaria de un oficinista.

### Método:

1. Se buscó lugares y situaciones donde había personas estresadas.
2. Al momento en que los voluntarios afirmaron estar estresados, se registró el BPM , éste se tomará como el BPM en estado de estrés.
3. Después se guió a los voluntarios por un ejercicio de respiración para relajarlos.
4. Al cabo de 2 minutos se toma el registro del BPM , éste se tomará como el BPM en estado de relajación en reposo.

Los registros se tomaron tanto con el sensor del prototipo como con una aplicación en el celular para verificar la eficiencia del tipo de sensor que se utilizará en el proyecto.

Se concluyó que la diferencia entre un cuerpo relajado y estresado es de entre 5 y 10 BPM. Así como también se deberá tomar en cuenta la variación de BPM promedio en un cuerpo a causa de diferentes variables (peso, altura, género, condición física, etc.).

La solución será una función de calibración al prenderse el producto: Después de colcarse y prenderse el producto, el programa tomará 4 minutos para establecer el promedio de BPM en reposo y sobre éste se sumará 10 unidades para establecer el BPM en estado de estrés. Se asegurará que la persona está relajada en la calibración al detonar la función del ejercicio de respiración durante los 4 minutos.

### 2.6.3.3. VALIDACIÓN PRODUCTIVA

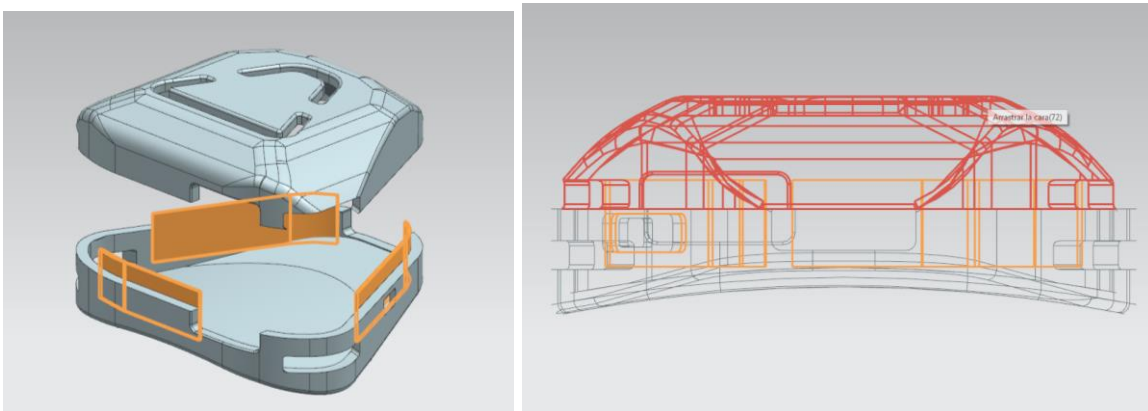


Figura 36. Cierre de modelo de carcasa. *Elaboración propia*

Se utilizará un ensamble de presión en los bordes, comprobado en el programa de modelado y en el modelo impreso en 3D.

### 3. CAPÍTULO III

#### 3.1. PROPUESTA FINAL



Figura 37. Propuesta digital de producto final. *Elaboración propia*



Figura 38. Modelo final elaborado. *Elaboración propia*

La propuesta final se modificó en base a las medidas finales de los componentes que contiene tratando de seguir la forma y uso ya antes conceptualizado.

#### 3.2. DISEÑO A DETALLE

##### 3.2.1. FUNCIÓN

##### 3.2.1.1. FUNCIÓN CRÍTICA DEL PROTOTIPO

Función crítica: Disminuir el ritmo cardiaco a través de ejercicios de respiración para cortar el efecto del estrés en el cuerpo.



Figura 39. Secuencia de función. *Elaboración propia*

### 3.2.1.2. SECUENCIA DE USO

1. Colocar el producto en el dorso de la mano colocando el dedo medio a través del anillo de silicón y ajustando la correa de velcro en la muñeca. Asegurarse de que el anillo esté haciendo presión suficiente en el dedo.
2. Encenderse con el interruptor que está a un lado del producto. Se deberá de estar sentado.
3. Empezará la calibración, detonándose en la función de ejercicio de respiración en un led color azul. Se deberá seguir el ejercicio inhalando, manteniendo y exhalando la respiración (4 segundos para cada paso de respiración), éste tomará 4 minutos en completarse. Pasados los 4 minutos el led se apagará y se habrá tomado el registro del promedio de BPM en el cuerpo.

Nota: Al seguir el ejercicio, se recomienda mantenerse con una postura derecha, inmóvil, inhalando por la nariz y exhalando por la boca.

Se podrá mantener puesto o quitarse el producto sin apagarse ya que el producto tomará 4 minutos para calibrarse cada vez que se prenda y apague.

4. Se llevará a cabo una evaluación cada 40 minutos de 4 minutos de duración prendiéndose el led verde. Este consistirá de determinar si en ritmo cardiaco está dentro del rango determinado en el tercer paso. En caso de no estar estresado, se apagará el led y se esperará otros 40 minutos.

Nota: Es importante mantener la mano sin movimiento para no alterar la evaluación.

5. En caso de salirse del rango, el led azul se encenderá y empezará a servir como guía de respiración igual a cuando se encendió el producto y el led verde empezará a parpadear sincronizado con el ritmo cardiaco.
6. Será visible como disminuye de intensidad el led azul en función a como disminuye el ritmo cardiaco hasta que caiga dentro del rango relajado de BPM. En este punto se apagará los leds y seguirá monitoreando el cuerpo para repetirse la función.

### 3.2.1.3. SECUENCIA DE FUNCIÓN

Para la disminución del estrés, el producto realiza un ciclo que consta de 4 etapas diferentes:

1. Calibración: Al encenderse, el programa tomará 4 minutos para registrar el BPM de la persona realizando el ejercicio de respiración (led azul) para al final determinar el promedio de BPM en estado de relajación de la persona ya que varía de persona a persona. Se toma un registro de BPM cada minuto y pasados los 4 minutos, toma el registro más bajo de BPM y sobre este promedio se sumará 10 unidades para determinar el rango de BPM saludable y en relajación. Véase *Fig. 40*.
2. Detección: Cada 40 minutos un sensor de ritmo cardiaco, se enciende el led verde y toma 4 minutos para detectar una posible alteración en el pulso haciendo un registro de BPM cada minuto y pasados los 4 minutos, determina si se salió del rango. Se notifica a la persona por medio de un par de vibraciones de un motor vibratorio (dos vibraciones de 1 segundo cada uno). Véase *Fig. 40.2*.
3. Relajación: Al darse la notificación, en caso de salirse del rango, automáticamente se encienden dos leds, uno verde y otro azul. El verde empieza a parpadear sincronizado al ritmo cardiaco y el verde disminuye e incrementa la intensidad paulatinamente para servir de guía para ejercicios de respiración (4 segundos de inhalación, 4 segundos de sostener la respiración y 4 segundos de exhalación) se dan 10 minutos para relajarse. Cada minuto hace el promedio de BPM para verificar que están disminuyendo las pulsaciones. Si este es el caso, el led verde disminuye de intensidad. Véase *Fig. 40.3*.
4. Disminución: Esta secuencia se repite hasta que el BPM vuelva a estar dentro del rango relajado. Será perceptible el efecto de los ejercicios de respiración en el pulso, disminuyéndolo hasta que finalmente se apague la función de los leds, ya sea porque cayó dentro del rango de BPM relajado o porque pasaron los 10 minutos. Véase *Fig. 40.4*.

BPM = 12	BPM = 1	Starting...	BPM promedio = 93	BPM = 47
BPM = 23	BPM = 1	BPM = 0	...BREATH! BPM = 93	BPM = 60
BPM = 34	BPM = 1	BPM = 12	Led = 255	BPM2 = 519
BPM = 46	BPM = 2	BPM = 25	BPM = 101	BPM promedio = 86
BPM = 58	BPM = 3	BPM = 36	BPM = 13	...BREATH! BPM = 86
BPM = 69	BPM = 3	BPM = 47	BPM = 26	Led = 85
maxBPM = 69	BPM = 0	BPM = 58	BPM = 39	BPM = 72
BPM = 0	BPM = 1	BPM2 = 72	BPM = 51	BPM = 11
BPM = 12	BPM = 5	BPM promedio = 72	BPM = 63	BPM = 22
BPM = 22	BPM = 15	BPM = 72	BPM2 = 447	BPM = 33
BPM = 33	BPM = 26	BPM = 12	BPM promedio = 89	BPM = 44
BPM = 45	BPM = 38	BPM = 25	...BREATH! BPM = 89	BPM = 55
BPM = 56	BPM = 51	BPM = 40	Led = 170	BPM2 = 586
BPM = 67	BPM = 12	BPM = 53	BPM = 75	BPM promedio = 83
maxBPM = 67	BPM = 26	BPM = 63	BPM = 12	...BREATH! BPM = 83
BPM = 0	BPM = 38	BPM2 = 147	BPM = 24	Led = 0
BPM = 12	BPM = 50	BPM promedio = 73	BPM = 36	BPM = 67
BPM = 24	BPM = 62	BPM = 75	BPM = 47	BPM = 11
BPM = 36	BPM = 74	BPM = 13	BPM = 60	BPM = 23
BPM = 48	BPM = 11	BPM = 29	BPM2 = 519	BPM = 34
BPM = 59	BPM = 23	BPM = 45	BPM promedio = 86	BPM = 46
BPM = 71	BPM = 35	BPM = 65	...BREATH! BPM = 86	BPM = 59
maxBPM = 67	BPM = 46	BPM2 = 271	Led = 85	BPM2 = 646
BPM = 0	BPM = 58	BPM promedio = 90	BPM = 72	BPM promedio = 80
BPM = 13	BPM = 70	BPM = 124	BPM = 11	...BREATH! BPM = 80
BPM = 25	BPM = 12	BPM = 16	BPM = 22	Led = 0
BPM = 37	BPM = 23	BPM = 28	BPM = 33	BPM = 60
BPM = 49	BPM = 35	BPM = 41	BPM = 44	BPM = 1
BPM = 60	BPM = 46	BPM = 53	BPM = 55	BPM = 1
BPM = 71	BPM = 59	BPM = 70	BPM2 = 586	BPM = 5
maxBPM = 67	BPM = 70	BPM2 = 372	BPM promedio = 83	BPM = 5
maxBPM = 77	BPM = 11	BPM promedio = 93	...BREATH! BPM = 83	BPM = 7
		Led = 255	Led = 0	BPM2 = 667
		BPM = 101	BPM = 67	BPM promedio = 74
				...ALL OK! BPM = 74
				BPM = 21

Figura 40. Secuencia de función: Calibración. *Elaboración propia*

Figura 40.1. Secuencia de función: Registro. *Elaboración propia*

Figura 40.2. Secuencia de función: Detección. *Elaboración propia*

Figura 40.3. Secuencia de función: Relajación. *Elaboración propia*

Figura 40.4. Secuencia de función: Disminución. *Elaboración propia*

## 3.2.2. ESTÉTICA

### 3.2.2.1. ANÁLISIS DE FORMA

El objeto no deberá tener esquinas afiladas ni percibirse pesado o asociarse con otro tipo de productos, motivo por el cual se escogió la forma triangular por ser la que mejor reflejaba los valores requeridos y la fue la que mejor se adaptaba a la forma de la mano con las correas .

### 3.2.2.2. VALORES DE CONCEPTO

Se realizó un análisis de los conceptos principales que se buscan reflejar a partir de la función y estética del producto, dando como resultado los siguientes:

- Control, relajación, limpieza y ligereza.

El control se manifiesta a través de la función y percepción de los leds, ya que representan el control sobre el proceso natural para el cuerpo pero involuntario para la persona, de desencadenar la reacción del estrés en el cuerpo y sus efectos.

La relajación se expresa en las líneas curvas pero no exageradas de la forma (redondeos, caras y esquinas) representando de forma análoga como es que el ritmo cardíaco se relaja y disminuye la repetición de picos en las pulsaciones en un cuerpo relajado, representándose en una gráfica de electrocardiograma más curvo y de menor escala . Así mismo se toman los mismos elementos de la forma y la percepción del color blanco para expresarse los valores de limpieza y ligereza.

### 3.2.3. ERGONOMÍA



Figura 40. Tallaje de pulseras. Extraído de *Fitbit*

- Pequeña 5,5"–6,7" 140 mm–170 mm
- Grande 6,7"–8,1" 170 mm–206 mm
- Extragrande 8,1"–9,3" 206 mm–236 mm

Para las medidas de la correa, se consultó el archivo "Fitbit alta y alta. Herramienta de tallaje de pulseras". En la cual se establece el largo de una correa en función a la talla de muñeca:

Se tomó la medida de la talla extragrande para tomarlo de base para ajustarlo hasta una talla pequeña.



### 3.2.3.1. COLORES

La elección de color se basó en información teórica sobre psicología del color y aquella elegida en el focus group. El objetivo era escoger colores que no tuvieran mucho contraste con el entorno, no causar más estrés, además de reflejar los valores del concepto: ligereza, limpieza, control y tranquilidad. Dando como resultado el color blanco aplicado en la carcasa y correas.

El color blanco es citado como “seguro y abierto” - Fatrabbitcreative.com (s.f.) “neutro, limpieza, simpleza, sofisticación”- colorpsychology.org (s.f.)

También se tomaron en cuenta las connotaciones culturales hacia la percepción del color, un ejemplo de marca que utiliza el color blanco como punto a destacar es Apple. El cual se jacta de proponer diseños limpios e intuitivos. Este es un ejemplo de como se percibe el color blanco como sofisticado y de alta tecnología.



Figura 41. Muestra de color. Extraído de *PANTONE*  
 Figura 41.1. Iphone. Extraído de *CNET*

### 3.2.3.2. MATERIALES

#### ABS BLANCO (carcasa):

La elección de ABS como material se basa en sus cualidades estéticas y mecánicas, además de su aplicación en la producción por inyección. Por un lado el material da un acabado brillante y sólido,

denotando limpieza.



Figura 42. AirPods. Extraído de *imore*

#### SILICONA (correas):

La elección del material se basa en que se necesitaba un material flexible, moldeable, sin deformarse y resistente para las correas, ya que la flexibilidad infiere sobre el buen ajuste a la mano. Es además limpio y suave al tacto para su manipulación.



Figura 43. Silicona. Extraído de *lavidalucida*

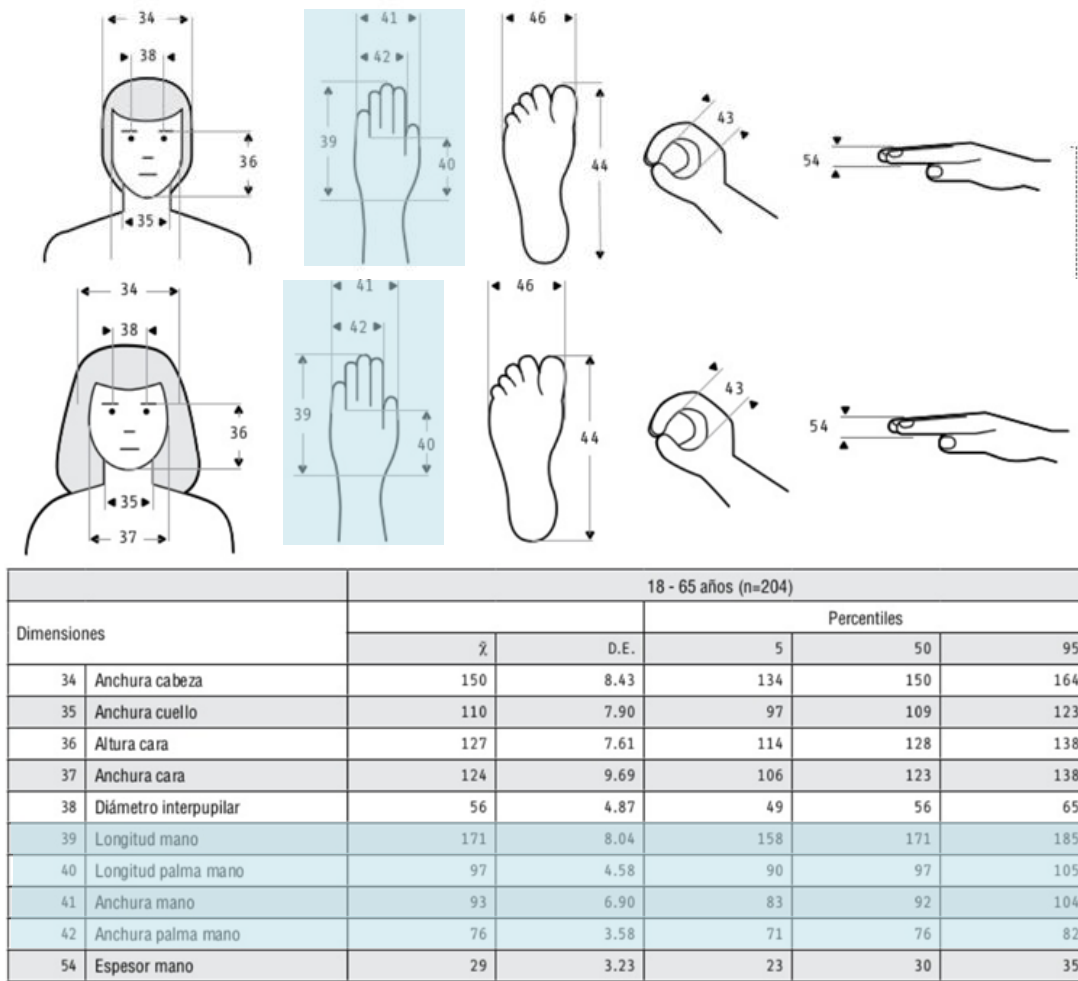


Figura 44. Percentiles de población. Extraído de *Medidas antropométricas de población latinoamericana*

### 3.2.3.3. PERCENTILES POBLACIONALES PERCENTILES

Las medidas que se tomaron en cuenta para la elaboración del producto fueron percentiles tomadas de un documento hecho por la Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, de nombre "Medidas antropométricas de población latinoamericana" (2007).

Las medidas que se utilizaron fueron los de números 41, 40 y 42. Las cuales son respectivas a la longitud y anchura de mano y anchura de palma. Se tomó el promedio de los percentiles en hombres y mujeres para la elaboración de una carcasa no muy grande para el dorso de la mano y correas que ajusten a diferentes medidas.

### 3.2.4. PRODUCCIÓN

La producción esta conceptualizada en inyección de plástico para la carcasa y ensamble de componentes en el interior.

#### 3.2.4.1. COSTOS Y VOLÚMEN POBLACIONAL

El costo del producto se basa en diferentes ámbitos como costo de mano de obra, producción, componentes, etc. detallados en la hoja de Excel. También se tomó en cuenta el volumen que se requiere producir al año y al día en función a la población del mercado meta, en este caso, para detallarlo se hizo en base a la población trabajadora en el ámbito oficinista.

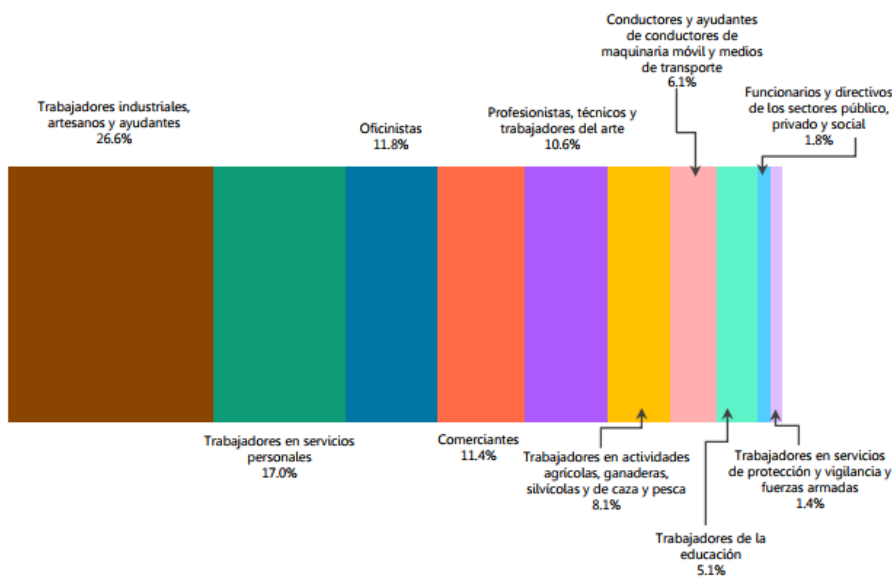


Figura 44. Composición de trabajadores subordinados para costos. Extraído de *INEGI*

El sector de oficinistas representa un 11% en la población de personas económicamente activas en México, dando 4 millones 996 mil oficinistas (el oficinista, 2015) y a su vez, 75% de ésta sufre de estrés laboral, resultando en 4,747,000 oficinistas que padecen del malestar mencionado.

Dentro de los costos se dividieron por un lado, los costos de producción y los costos de insumos, ambos divididos también en costo fijos y costos variables. A esto se le agregó costos promocionales y se le sumó al final el costo de los componentes por pieza.



- Se debe de dar un aislamiento de luz en el sensor para que no registre ruido del entorno.
- Se necesita aplicar rigidez en la parte del sensor para que el movimiento en el dedo y movimiento no altere el registro.

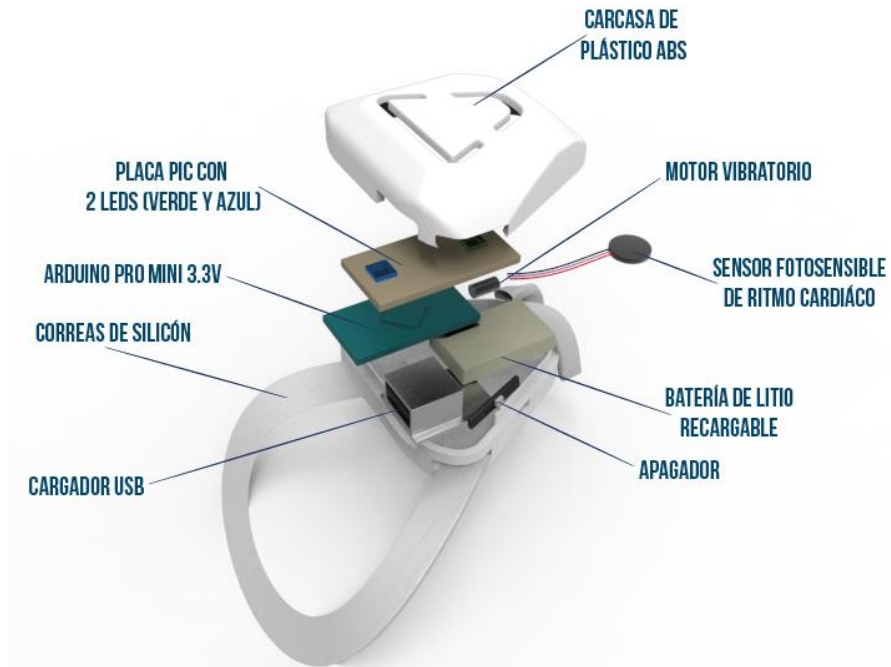
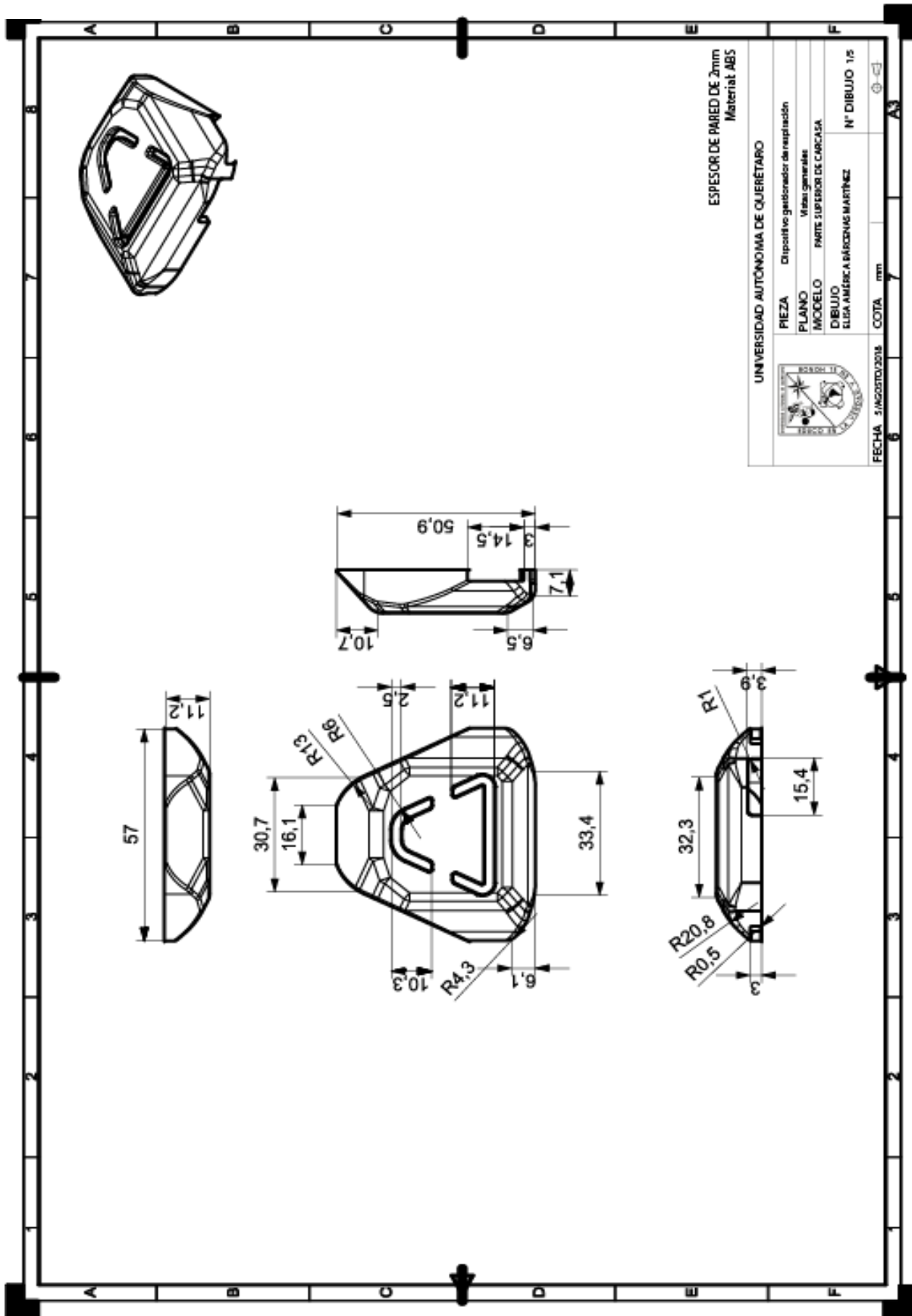
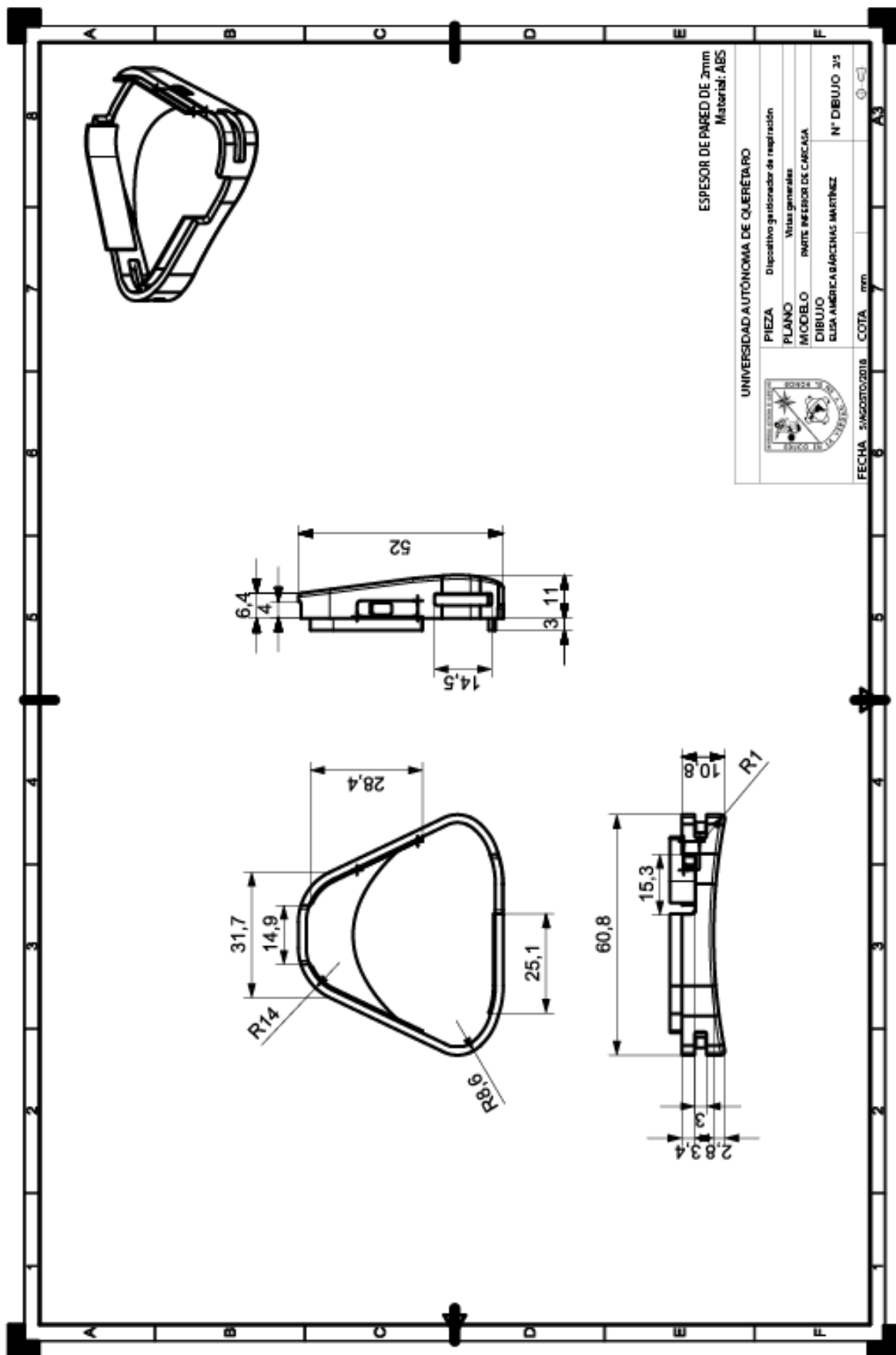


Figura 46. Esquema de partes y componentes *Elaboración propia*

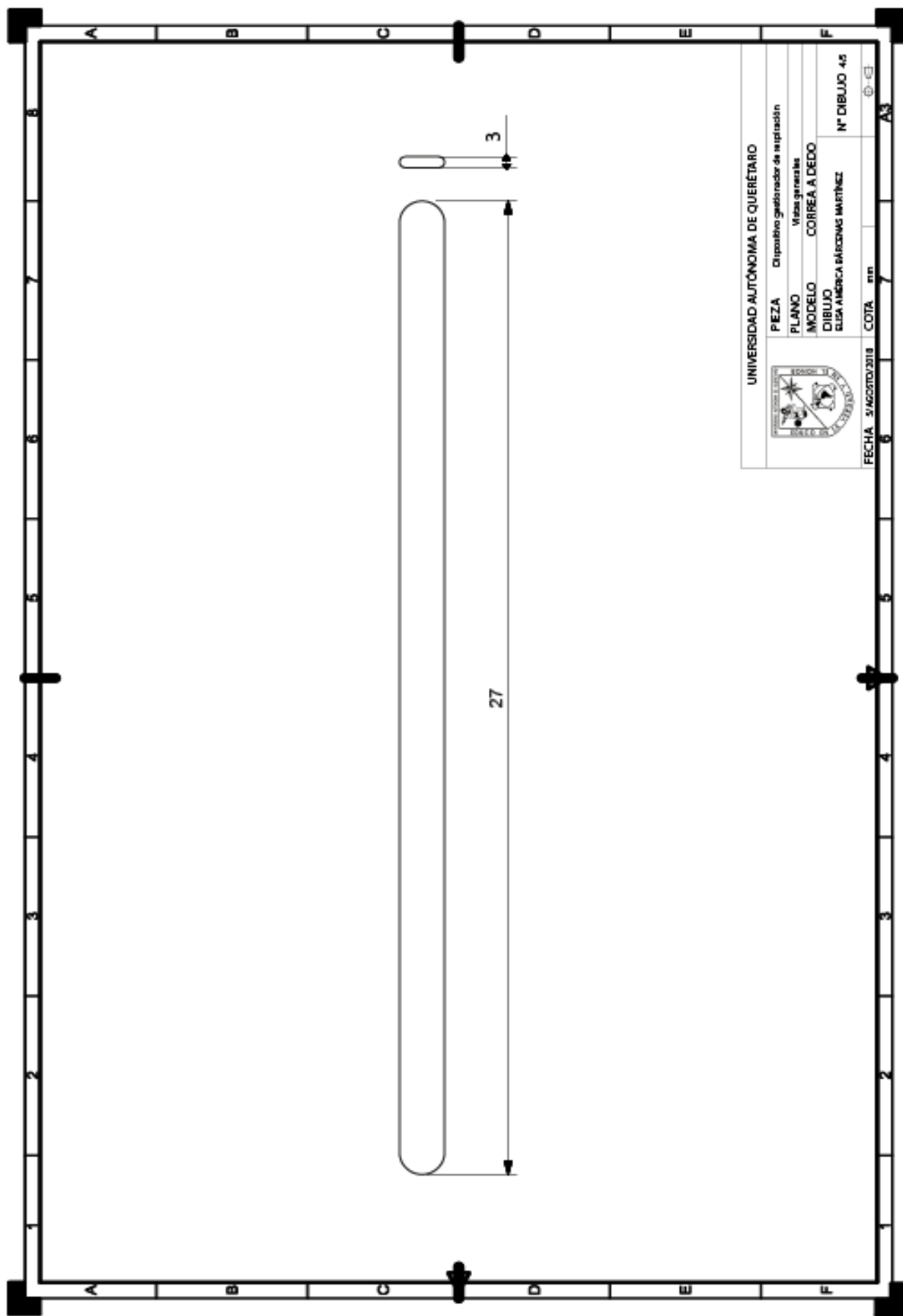
Medidas finales del gestor de respiración: 5 x 5.7 x 2.5 cm sin tomar en cuenta las correas.


3.2.4.3. PLANOS

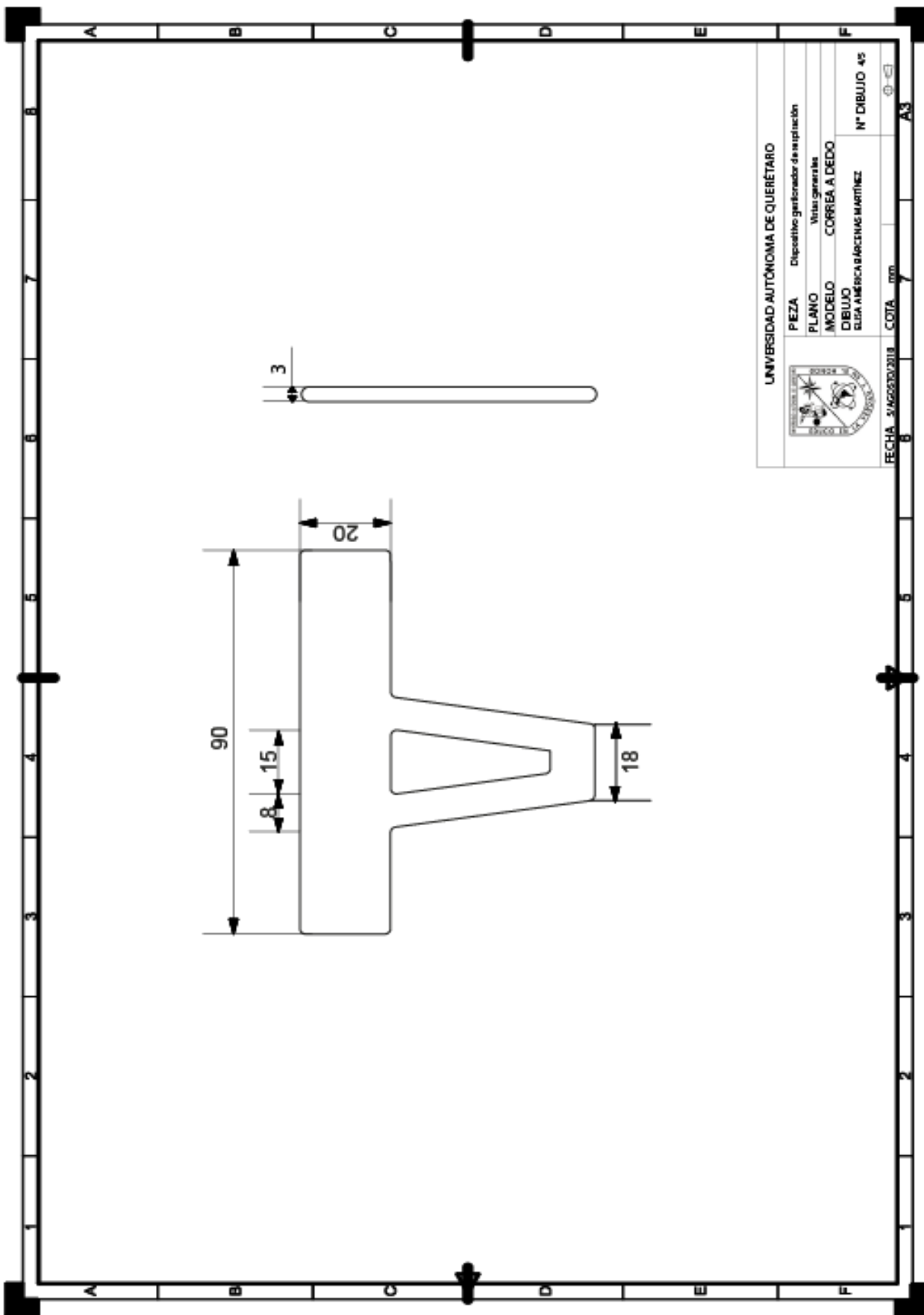








		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
PIEZA	Dispositivo generador de respiración	
PLANO	Vistas generales	
MODELO	CORREA A DEDO	
DIBUJO	ELSA ALEJANDRA SALAS MARTINEZ	
FECHA	3/Ago/2018	N° DIBUJO 45
COTA	mm	7



## 4. CAPÍTULO IV

### 4.1. CONCLUSIONES

En el uso del producto se concretó la gestión respiratoria así como la comprobación del efecto relajante de la respiración sobre el ritmo cardiaco dentro de 4 minutos. Por otro lado, aunque es perceptible la disminución del ritmo cardiaco, la sincronización requiere un periodo de tiempo más prolongado del que se esperaba, se requiere más ciclos de ejercicios de respiración para disminuir el ritmo cardiaco hasta el punto máximo de relajación. Es decir, la relajación del ritmo cardiaco y disminución del BPM es más eficiente cuando se repite varias veces los ejercicios de relajación durante la jornada de trabajo, ya que el proceso de disminución del ritmo cardiaco es progresivo y toma tiempo al cuerpo relajarse por completo. Entonces, por ejemplo, si en un ciclo de ejercicios de respiración se disminuye de 80 a 78 BPM, en el siguiente se podrá disminuir de 78 a 76 BPM.

Se cumplieron los dos objetivos específicos en la aplicación de un sensor de ritmo cardiaco registrando información desde el dedo medio, así como en la notificación en un motor vibratorio y luces. También se aplicaron los medios visuales para guiar en ejercicios de respiración por medio de leds verde y azul.



Aunque fue notoria la disminución del ritmo cardiaco en los datos que arrojaba el sensor en el programa, se detectó que no es del todo perceptible el cambio de frecuencia de pulsaciones del ritmo cardiaco en el led verde que va sincronizado con el ritmo cardiaco. Por ello se programó el led para que

disminuyera de intensidad de forma notoria con cada unidad de BPM que disminuyera el ritmo cardiaco.



Se comprobó la hipótesis al verificar el efecto relajante de la gestión respiratoria (los ejercicios de respiración guiadas por el led azul) sobre el ritmo cardiaco monitoreado por un sensor fotosensible, arrojando datos de BPM en el programa. Y así, los datos revelaban la disminución

progresiva del BPM en función a los ejercicios de respiración, reduciendo la diferencia de frecuencia entre la respiración y ritmo cardiaco (controlando la arritmia sinusal respiratoria).

En la cuestión de la fabricación del prototipo, fue limitado el tipo de sensores (fotosensibles) disponibles para su aplicación en el diseño del producto. El sensor que se utilizó aunque fue adecuado para el diseño y aunque tiene buen registro del ritmo cardiaco, resultó sensible a ruido externo. Se propone la posibilidad de experimentar con algún tipo de sensor de movimiento para controlar la función del producto. Esto para controlar el momento en el que se detonara la función, el sensor de movimiento detectaría cuando no hay movimiento para detonar la evaluación del ritmo cardiaco.

## 4.2. VENTAJAS COMPETITIVAS EN EL MERCADO

- Ataca un problema presente e ignorado

Dentro de un país que ocupa los primeros lugares en índice de estrés a nivel mundial y una sociedad a la que se le predice al estrés, como la principal causa de enfermedad en 2020, es pertinente la exploración de soluciones.

- De función comprensible

El producto tiene una función completamente análoga (a base de 2 leds), esto con el objetivo de volver el uso más fácil, concreto y sintetizado de la mejor forma sin uso de elementos externos o aplicaciones que complican la función y uso.

- Diseño no invasivo

Se redujo el tamaño del objeto para su uso en el dorso de la mano, esto porque es el lugar donde es más accesible y perceptible la función y uso.

- No existen productos similares

Aunque existen productos con objetivos similares, ninguno que se comercialice implementa herramientas de retroalimentación, lo cual representa un incentivo para el usuario para percibir la eficiencia de la función. Además de que no existe un producto similar en forma, estética, uso y función.

## REFLEXIÓN

*"El estrés, además de ser él mismo, era también la causa de sí mismo, y el resultado de sí mismo" -Hans Selye.*

El estrés es una reacción fisiológica, instintiva, que parecería fuera de nuestro control y del cual, solo se sabe hasta que se percibe efectos negativos. Se presenta como una causa y efecto de recurrentes situaciones acentuadas por la vida industrializada, globalizada y rápida.

Y aunque, a veces se cede ante los desarranques viscerales de un cuerpo que parece un ente misterioso (del cual, de forma cotidiana sabemos generalidades, realizando procesos de forma instintiva y casi imperceptible), uno mismo tiene cierto control sobre su movimiento y reacción. No se podrá controlar del todo el cómo reaccionará ante la adversidad, pero se puede entrenar e influenciar hacia el propósito en mente.

Se tiene la decisión sobre el cómo afrontar la situación. Se es más que el cuerpo, se es mente y pensamiento, para indicar a las piernas hacia donde caminar.

Existirá la opción de la voluntad sobre el instinto, la decisión a respirar sobre el bombeo del corazón.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. AirPods. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado octubre 2017, de <https://www.imore.com/best-bluetooth-headphones-apple-watch>
2. Biofeedback. (s.f.). Recuperado septiembre 2017, de <http://indocenneuro.com/web/index.php/component/content/section/5.html>
3. Bioharness 3. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Septiembre 2017, de <https://vandrico.com/wearables/device/bioharness-3>
4. CNAM Centro de Neurocirugía Avanzada en Morelia.(28/JUN/16). Recuperado Octubre 2017, de <http://www.neurocirugiaavanzada.com/singlepost/2016/06/28/%C2%BFQu%C3%A9-es-el-estr%C3%A9s>
5. Calixto, Eduardo. (ABR/11/16). El estrés y el cerebro. <http://www.excelsior.com.mx/blog/neurociencias-en-la-vida-cotidiana/el-estres-y-el-cerebro/1085949>
6. ¿Cómo afecta el estrés a nuestro cuerpo?. (s.f.). Recuperado Noviembre 2017, de <http://clinicacunill.com/es/aplicaciones/estres/como-afecta-el-estres-a-nuestro-cuerpo/>
7. Cuidado con el estrés. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Mayo 2018, de <http://www.mercedscarandini.net/>
8. “ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (1 DE MAYO)”. (2015). Recuperado Diciembre 2017, de <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/trabajo0.pdf>
9. Estrés y trastornos mentales: aspectos neurobiológicos y psicosociales. (NOV/2002). Recuperado Spetiembre 2017, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S07179227200200060000&lng=en&nrm=iso&tlng=enhttps://www.zephyranywhere.com/online-store](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07179227200200060000&lng=en&nrm=iso&tlng=enhttps://www.zephyranywhere.com/online-store)
10. Fitbit. (s.f.). Recuperado Noviembre 2017, de [https://www.fitbit.com/content/assets/sizing-guides/alta\\_and\\_altahr\\_sizing\\_guide-1b31ef23\\_es\\_ES.pdf](https://www.fitbit.com/content/assets/sizing-guides/alta_and_altahr_sizing_guide-1b31ef23_es_ES.pdf)
11. “Freelancers” superan a los “Godínez”. (s.f.). Recuperado Septiembre 2017, de, <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/freelancers-superan-a-los-godinez.html>
12. Hernández, Assaf. (2012). Estado del arte del neuromarketing en Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10613/AssafHernandezAdelFuad2012.pdf;jsessionid=23AAA5DC77739129C796386F9D6644DC?sequence=1>

13. iPhone. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Mayo 2018, de <https://www.cnet.com/es/analisis/apple-iphone-6-plus/>
14. Marksberry, Kellie. (s.f.). Stress is killing you <https://www.stress.org/stress-is-killing-you/>
15. Mariano Chóliz, Facultad de Psicología Universidad de Valencia. (s.f.). <https://www.uv.es/=cholz/RelajacionRespiracion.pdf>
16. La nación. (s.f.). La OMS considera que el estrés laboral es una grave epidemia. <http://www.lanacion.com.ar/757582-la-oms-considera-que-el-estres-laboral-es-una-grave-epidemia>
17. Melon. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Octubre 2017, de <https://www.kickstarter.com/projects/806146824/melon-a-headband-and-mobile-app-to-measure-your-fo?lang=es>
18. Psicol.unam.mx. (s.f.). Recuperado Octubre 2017, de <http://www.psicol.unam.mx/profesionales/PsiClinica/descargas/traduccion.pdf>
19. Psychology of Black and White and What They Mean for Your Business. (s.f.). Recuperado Diciembre 2017, de <https://www.fatrabbitcreative.com/blog/psychology-of-black-and-white-and-what-they-mean-for-your-business>
20. Paul J. Rosch, M.D., F.A.C.P. (s.f.). Hans Selye: Birth of Stress, The American Institute of Stress. <https://www.stress.org/about/hans-selye-birth-of-stress/>
21. ¿Qué significa el azul?. (s.f.). Recuperado Septiembre 2017, de <http://www.logotipos.com.mx/recursos/color/azul.html>
22. Romero Salvador, Julio Cesar. (s.f.) Depresión y estrés crónico, factores psicosociales relacionados con la diabetes. [http://ciencia.unam.mx/leer/50/Depresion\\_y\\_estres\\_cronico\\_factores\\_psicosociales\\_relacionados\\_con\\_la\\_diabetes](http://ciencia.unam.mx/leer/50/Depresion_y_estres_cronico_factores_psicosociales_relacionados_con_la_diabetes)
23. Santillán, María Luisa. (NOV/14/11). Depresión y estrés crónico, factores psicosociales relacionados con la diabetes. [http://ciencia.unam.mx/leer/50/Depresion\\_y\\_estres\\_cronico\\_factores\\_psicosociales\\_relacionados\\_con\\_la\\_diabetes](http://ciencia.unam.mx/leer/50/Depresion_y_estres_cronico_factores_psicosociales_relacionados_con_la_diabetes)
24. Stress in America Survey Infographics. (2013). Recuperado 10 Mayo 2018, de <http://www.apa.orgURL:http://www.apa.org/news/press/releases/stress/2013/infographics.aspx>
25. Stress in America Snapshot. (2015). Recuperado Noviembre 2017, de <http://www.apa.org/news/press/releases/stress/2015/snapshot.aspx>
26. Stress by Generations. (2012). Recuperado Noviembre 2017, de <http://www.apa.org/news/press/releases/stress/2012/generations.aspx>



27. Stress on disease.(s.f.). Recuperado Octubre 2017,de  
<http://www.cmu.edu/homepage/health/2012/spring/stress-on-disease.shtml>
28. Síndrome de Burnout. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Abril 2018, de  
<https://lacronicaregional.com/2015/10/19/psicologia-analiza-el-sindrome-burnout-en-personal-del-issste/>
29. Silicona. [Imagen digital] (s.f.). Recuperado Junio 2018, de  
<https://www.lavidalucida.com/12-alternativas-al-plastico-que-no-afectan-tu-tiroides-y-corazon.html>