



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

TESIS

Diseño de armazones oftálmicos para la morfología facial y auricular de adultos  
con Síndrome de Down

PRESENTA

FERNANDA GARCÍA REYES

DIRIGIDO POR

MDI. ALEJANDRO ANTONIO SALINAS AGUILAR

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
México  
Febrero 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL



Diseño de armazones oftálmicos para la morfología facial y auricular de adultos con  
Síndrome de Down

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciado en Diseño Industrial

PRESENTA:

Fernanda García Reyes

DIRIGIDO POR:

MDI. Alejandro Antonio Salinas Aguilar

SINODALES

M. en I. Jorge Arturo García Pitol  
Sinodal

L.D.I. Violeta Álvarez Granados  
Sinodal

M.D.I. José Héctor López Aguado Aguilar  
Sinodal

Centro Universitario  
Querétaro, Gro.  
Febrero 2020

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento total a las personas e instituciones que abrieron sus puertas para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación. A "*Gigi's Playhouse*" por permitirnos trabajar de la mano con sus estudiantes, a ellos por ser el principal motor de la investigación. A la Lic. Andrea Monroy, por la accesibilidad, el apoyo y toda la información compartida durante la primera etapa; a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, por la participación multidisciplinaria que se llevo a cabo entre las dos facultades con el objetivo de complementar el proyecto, así como el aporte de materiales y pruebas para los usuarios. Al Doctor Manuel Toledano, director de la Facultad de Ingeniería, por el interés y el apoyo brindado al desarrollo de la investigación, así como con recursos necesarios para la construcción de los modelos utilizados para la participación en el concurso "Clara Porset 2019".

Mi más sincero agradecimiento a las 4 personas que me apoyaron y me acompañaron durante todo este trayecto. Mi director de tesis Alejandro Salinas y a Héctor López Aguado, porque todo esto surgió gracias a su motivación por la investigación para la creación de algo que fuera más allá de lo tangible. A Violeta Álvarez, por su compromiso, tiempo y dedicación que me brindo durante cada etapa, así como su aporte en la construcción de la forma y resolución de problemáticas. Y finalmente, Jorge Pitol, por la gran ayuda y apoyo en la construcción de los modelos, así como por su gran interés y cariño brindado al proyecto

Por último, a mis papas y a mi familia, por brindarme la oportunidad de tener una educación y sobre todo por ser un ejemplo de que, con dedicación, arduo trabajo y un gran compromiso se puede lograr cualquier cosa.

A todos, muchas gracias de todo corazón.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Justificación .....	5
1.3. Objetivos e hipótesis.....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. Hipótesis.....	6
CAPITULO II: ANTECEDENTES.....	7
2.1. Antecedentes .....	7
2.1.1. Productos comerciales.....	7
2.1.2. Patentes .....	11
2.1.3. Artículos.....	16
Capitulo III: MARCO TEÓRICO.....	20
3.1 Síndrome de Down.....	20
3.1.1. Tipos .....	21

3.1.2. Estadísticas e incidencia.....	23
3.1.3. Problemas visuales en Síndrome de Down .....	24
3.2. Lentes .....	25
3.3. Armazones/ Monturas.....	30
3.3.1. Materiales .....	32
3.3.2. Forma .....	34
3.3.3. Medidas.....	35
3.3.4. Medidas faciales.....	37
3.4. Ergonomía.....	40
3.5. Antropometría.....	42
3.5.1. Herramental de medición .....	45
3.6. Usabilidad .....	46
3.7. Funcionalidad.....	47
CAPITULO IV: METODOLOGÍA.....	49
4.1. Double Diamond Design .....	49
4.2. DESCUBRIR .....	51
4.2.1. Observación.....	51
4.2.2. Stakeholders .....	55
4.2.3 Mapa mental .....	58
4.2.4. Revelaciones ( <i>Insights</i> ).....	60
4.2.5. Análisis de mercado .....	62
4.3. DEFINIR .....	62
4.3.1. Generación de concepto .....	63

4.3.2. Proceso de ideación .....	65
4.4. DESARROLLAR .....	66
4.4.1. Prototipos .....	66
CAPITULO V: ENTREGAR .....	85
5.1. Resultado .....	85
5.2. Proceso de validación .....	91
5.2.1. Ergonomía.....	92
5.2.2. Estética .....	95
5.2.3. Función .....	97
5.2.4. Materiales y procesos .....	101
5.3. Conclusiones y posibles aplicaciones.....	102
ANEXOS.....	104
Comité de ética.....	104
Solicitud de propiedad intelectual.....	¡Error! Marcador no definido.
Constancia de participación en el concurso "Clara Porset 2019" .....	107
REFERENCIAS.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Modelo de armazones que se pueden encontrar dentro del catálogo de tipo ovalado (Miraflex,2015).</i> .....	8
<i>Figura 2: Modelos de armazones que se pueden encontrar dentro de su catálogo de tipo redondos y goggles (Miraflex 2015).</i> .....	8
<i>Figura 3: logo representativo de la marca specs 4us (Specs4us, 2015).</i> .....	9
<i>Figura 4: Modelos en personas con diferentes características faciales (Specs4us, 2015).</i> ....	9
<i>Figura 5: Vista de los armazones Activist Eyewear (Asunoliver,2014).</i> .....	10
<i>Figura 6: Vista lateral del uso convencional de los armazones (lado izquierdo). Aplicación y funcionamiento del Split fit (lado derecho) (Asunoliver,2014).</i> .....	11
<i>Figura 7: Eyeglass frames for people with special needs, Dellapina et al, 2009).</i> .....	12
<i>Figura 8: Apparatus to secure eyewear o user (Valdez-Campbell, 2013).</i> .....	14
<i>Figura 9: Brazaletes con forma del genotipo característico del Síndrome de Down (Psaute, 2012).</i> .....	15
<i>Figura 10: Portada de la publicación “Guía oftalmológica del Síndrome de Down” de la asociación Down España (Down España, 2018).</i> .....	17
<i>Figura 11: Portada y sinopsis de la revista Envejecimiento y Síndrome de Down donde se habla acerca de la perdida sensorial que sufren conforme avanza la edad (National Down Syndrome Society, 2013).</i> .....	18
<i>Figura 12: Vistas del estudio realizado a la fisonomía de personas con Síndrome de Down en vista frontal y lateral (Jayaratne, Elsharkawi, Macklin, et al, 2017).</i> .....	19
<i>Figura 13: Representación del cariotipo mostrando la trisomía en el par 21 (Kaminker &amp; Armando, 2008).</i> .....	21
<i>Figura 14: Representación del cariotipo por translocación en el par 14 (Kaminker, &amp; Armando, 2008).</i> .....	22
<i>Figura 15: Las personas utilizaban un cristal de roca para poder aumentar el tamaño de las letras a través de esta (Neita &amp; Arteaga, 2007).</i> .....	26
<i>Figura 16: Las primeras gafas de concha de la edad media museo Zeiss (Neita, &amp; Arteaga, 2007).</i> .....	27

Figura 17: Diversos modelos de anteojos o binóculos de puente curvado o semicircular del siglo XVII Historia Grafica de la Óptica (Neita, & Arteaga, 2007). .....	28
Figura 18: Dos ejemplares de anteojos procedentes de China, Historia Grafica de la Óptica (Neita & Arteaga, 2007).....	28
Figura 19: El cardenal inquisidor don Fernando Niño de Guevara, retrato del Greco (Museo Metropolitano de Nueva York, muestra unos anteojos sujetos con cordones (Neita & Arteaga, 2007).....	29
Figura 20: Primeras gafas con varilla, Historia Grafica de la Óptica (Neita & Arteaga, 2007). .....	29
Figura 21: Partes de las monturas (Galindo & Villegas, 2001). .....	31
Figura 22: Montura metálica (Caum et al., 2001).....	32
Figura 23: Montura plástica (Caum et al., 2001).....	33
Figura 24: Montura plástica mixta (Caum et al., 2001).....	33
Figura 25: Montura metálica mixta (Caum et al., 2001).....	33
Figura 26: Montura al aire (Caum et al., 2001).....	33
Figura 27: Formas básicas que representan las diferentes monturas. Cuadrada (1) Circular (2) Triangular (3) Rectangular (4) y Ovalada (5) (Caum et al, 2001).....	34
Figura 28: Medidas de montura utilizadas para el sistema BOXING (Caum et al,2001). .	36
Figura 29: Medidas de montura utilizada para el sistema DATUM (caum et al,2001).....	36
Figura 30: Medidas de montura utilizadas para el sistema GOMAC (Caum et al, 2001). 37	
Figura 31: Facas de la estructura facial. De lado izquierdo se muestra la división en vista frontal y de lado derecho en vista lateral (Caum et al, 2001).....	38
Figura 32: Parámetros de medidas laterales y medidas frontales (Caum et al, 2001).....	39
Figura 33:Tabla con dimensiones laterales y frontales (Caum et al, 2001).....	40
Figura 34: Rangos de medidas en posición estática en postural vertical o de pie. (García 2011).....	44
Figura 35: Rangos de medidas en posición estática en postura sentado o sedente (García, 2011).....	44
Figura 36: La antropometría dinámica mide el cuerpo humano en movimiento para determinar las medidas de su espacio de trabajo (Flores, 2001). .....	45



Figura 37: Diagrama relación entre funciones (Fernández et al, 2015).....	48
Figura 38: Mapa visual del proceso de diseño en forma de doble diamante (Design Council, 2015). .....	50
Figura 39: Adolescente con SD haciendo uso de gafas oftálmicas (Elaboración propia,2019.).....	52
Figura 40: Alumnos del centro de desarrollo "Down Station" (Elaboración propia).....	54
Figura 41: Modelo realizado en el "Citizen´s Rail Project 2015" y en donde colocan a los Stakeholders de acuerdo a su nivel de participación. ....	56
Figura 42: Modelo interpretativo (Elaboración propia, 2019). ....	57
Figura 43: Mapa mental con conexiones (Elaboración propia, 2019).....	59
Figura 44: Principales rasgos físicos de personas con SD (Elaboración propia, 2019).....	61
Figura 45: Moodboard de personalidad (Elaboración propia, 2019). ....	63
Figura 46: Moodboard de estilo de vida (Elaboración propia, 2019).....	64
Figura 47: Moodboard de estilo (Elaboración propia, 2019).....	64
Figura 48: Proceso creativo sketching (Elaboración propia, 2019). ....	65
Figura 49: Prototipos realizados (Elaboración propia, 2019).....	67
Figura 50: Modelo realizado fase 1 (Elaboración propia, 2019). ....	68
Figura 51: Modelos de aditamento realizados fase 1 (Elaboración propia,2019). ....	69
Figura 52: Modelo con plastilina epóxica (Elaboración propia, 2019). ....	70
Figura 53: Modelos realizados fase 2 (Elaboración propia. 2019).....	71
Figura 54: Modelo realizado puntos de presión vista lateral (elaboración propia, 2019).72	
Figura 55: Modelo realizado puntos de presión vista isométrica (Elaboración propia, 2019). ....	72
Figura 56: Modelos realizados para variación de forma de patillas (Elaboración propia, 2019).....	73
Figura 57: Modelo realizado para prueba de sistema corredizo (Elaboración propia, 2019).....	73
Figura 58: Modelo realizado variación de patilla y armazón (Elaboración propia, 2019). ....	74
Figura 59: Vista lateral de varilla (Elaboración propia, 2019).....	74

Figura 60: Prueba en usuario, vista lateral (Elaboración propia, 2019).....	75
Figura 61: Prueba en usuario, vista frontal (Elaboración propia, 2019).....	75
Figura 62: Comparación lateral con la aplicación del ángulo (Elaboración propia, 2019). .....	76
Figura 63: Comparación de la aplicación de ángulo en el usuario (Elaboración propia, 2019).....	76
Figura 64: Prueba de uso de material flexible (Elaboración propia, 2019).....	77
Figura 65: Prueba en usuario con material flexible (Elaboración propia, 2019).....	78
Figura 66: Pruebas de forma y espesor de material (Elaboración propia, 2019).....	79
Figura 67: Pruebas de forma y dimensiones en usuario (Elaboración propia, 2019).....	79
Figura 68: Prueba de sujeción en varilla (Elaboración propia, 2019). .....	80
Figura 69: Prueba de varilla 1 (lado izquierdo) y prueba de varilla 2 (lado derecho) en usuario (Elaboración propia, 2019). .....	81
Figura 70: Boceto propuesta para sistema de sujeción (Elaboración propia, 2019).....	82
Figura 71: Prueba de sistema de sujeción (Elaboración propia, 2019).....	82
Figura 72: Boceto propuesta para sistema de sujeción en zigzag (Elaboración propia, 2019).....	83
Figura 73: Prueba de sistema de sujeción en zigzag (Elaboración propia, 2019). .....	84
Figura 74: Partes del modelo final propuesto (Elaboración propia, 2019). .....	85
Figura 75: Colocación de puente nasal en modelo propuesto (Elaboración propia, 2019). .....	86
Figura 76: Vista superior patilla derecha (Elaboración propia, 2019).....	87
Figura 77: Vista superior de la varilla derecha en modelo propuesto (Elaboración propia, 2019).....	87
Figura 78: Vista interna de varilla derecha (Elaboración propia, 2019).....	88
Figura 79: Partes del silicón (Elaboración propia, 2019).....	89
Figura 80: Diagrama de instalación del silicón en la varilla (Elaboración propia, 2019)..	90
Figura 81: Posicionamiento final de silicón en varilla (Elaboración propia, 2019).....	90
Figura 82: Comparación del uso de armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) (Elaboración propia, 2019).....	93

<i>Figura 83: Comparación del uso de armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) y la afectación que estos tienen respecto al centro óptico del usuario (Elaboración propia, 2019).</i>	94
<i>Figura 84: Integración del modelo propuesto en un contexto real (Elaboración propia, 2019).</i>	95
<i>Figura 85: Muestra de variedad de colores para aplicar (Elaboración propia, 2019).</i>	96
<i>Figura 86: Comparación de la función de los armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista superior (Elaboración propia, 2019).</i>	98
<i>Figura 87: Comparación del triángulo de contacto en armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista superior (Elaboración propia, 2019).</i>	99
<i>Figura 88: Comparación del triángulo de contacto en armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista lateral (Elaboración propia, 2019).</i>	100

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Prevalencia en nacimiento con Síndrome de Down por grupos quinquenales de edad de la madre (Secretaría de Salud, 2011). .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2: Resultados de la observación realizada en el Hospital del Niño y la Mujer Qro. mediante la herramienta POEM (Elaboración propia).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 3: Resultados de la observación realizada en el Centro de Desarrollo "Down Station" mediante la herramienta POEMS (Elaboración propia).....</i>	<i>54</i>

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## RESUMEN

El Síndrome de Down (SD) es hoy en día la causa genética más común de discapacidad intelectual y con mayor crecimiento poblacional a nivel mundial. Aunque no existen cifras exactas, se cree que, en México, aproximadamente, 150 mil personas la padecen y a pesar de esto, se sigue teniendo una gran desinformación.

Actualmente 7 de cada 10 personas con SD tienen problemas y afectaciones visuales, además de múltiples características físicas que dificultan el uso de los productos convencionales que ofrece el mercado.

Este es un proyecto de armazones oftálmicos diseñados específicamente para la morfología facial de personas adultas con SD que propone un sistema en donde el puente nasal está colocado a nivel de su nariz para brindar una altura correcta de visión, así como un mecanismo de sujeción integrado en las varillas para brindarle al usuario una mayor libertad de movimiento.

Mediante las pruebas realizadas en adultos de 18 a 32 años se logró diseñar una estructura configurada ergonómicamente asegurando que los puntos de contacto sean los adecuados para brindar usabilidad y comodidad al usuario, así como fortalecer la identidad y personalidad de las personas con SD.

**Palabras clave:** *Síndrome de Down (SD), Monturas, Usabilidad, Ergonomía, Antropometría, Diseño médico*

## INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Down (SD), según la Organización de las Naciones Unidas (2012), es la causa número uno de discapacidad intelectual que se tiene en el mundo, se estima que la incidencia de esta anomalía cromosómica es de 1 de cada mil recién nacidos.

A pesar de que en México no se tiene un registro del número de personas que actualmente prevalecen en la edad adulta, según los datos estadísticos del INEGI, en el 2017 se tuvo un registro de 740 nacimientos de los cuales 401 fueron del sexo femenino y 339 de sexo masculino.

Las personas con SD, además de caracterizarse por sus rasgos físicos, suelen sufrir de múltiples problemas de salud que son consecuencia de su anomalía cromosómica como lo son las cardiopatías congénitas, problemas tiroideos, anomalías intestinales, problemas respiratorios, obesidad, así como también diversos problemas visuales y auditivos entre muchos otros.

Se estima aproximadamente que 7 de cada 10 personas con este síndrome presentan diferentes problemas visuales, como miopía, astigmatismo, hipermetropía, cataratas, entre otras. Esto es de suma importancia ya que el 80% de la información que cada persona recibe del exterior se obtiene a través de la visión y en las personas con SD si el problema de visión está afectado puede repercutir en varios entornos, desde el desarrollo educacional, así como también se puede ver reducida la capacidad de comunicación e integración social (Molina *et al.*, 2008).

El siguiente proyecto propone un diseño de monturas oftálmicas capaces de adaptarse a las diversas características físicas de una persona adulta con Síndrome de Down para que puedan contribuir a la mejora parcial de su calidad de visión.

# CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. Descripción del problema

La población con SD presenta rasgos físicos distintivos, los cuales se originan a partir de la irregularidad en su cromosoma que además derivan una serie de problemas en su vida diaria que no solo refiere a aspectos fisiológicos, sino también a las afecciones que puede tener en el ámbito social, emocional e incluso en el plano laboral. Por tal, es necesario dotar de herramientas – productos diseñados para sus necesidades, y así reducir la brecha de las limitaciones que enfrentan para lograr sus aspiraciones.

Una de las principales afecciones directamente relacionada a la morfología son los problemas visuales y oculares que cada usuario presenta de manera particular; los más comunes en pacientes con Síndrome de Down son los defectos refractivos, de los cuales, la hipermetropía es el más frecuente, seguido de la miopía y el astigmatismo, entre muchos otros. Es de gran relevancia que estas afecciones sean atendidas de manera constante ya que son el grupo de la sociedad con mayor probabilidad de padecer alguna de estas deficiencias (Molina *et al.*, 2008).

Al mismo tiempo dichas alteraciones afectan de forma significativa la calidad de vida del usuario y su entorno por lo que es muy importante realizar un diagnóstico y tratamiento temprano, así como establecer acciones preventivas con el fin de facilitar los procesos de atención y aprendizaje, y fomentar un mejor desarrollo.

Actualmente en el mercado existen productos que brindan una solución alterna a los diversos problemas oftálmicos que una persona con SD presenta. El contar con características físicas particulares como la ausencia del tabique nasal, el tamaño y el nivel de las orejas por debajo de lo cotidiano les genera dificultades al hacer uso de

las monturas convencionales, ya sea porque no le brindan la altura correcta al nivel de los ojos o simplemente por falta de sujeción al rostro ya que la forma de estos no logra adaptarse a su fisionomía.

Para la construcción de las monturas es necesario considerar las dimensiones faciales de las personas con SD, ya que estas brindarán parámetros específicos que contribuyan a la función principal de los lentes ópticos que es, mejorar la calidad de visión de una persona a través de un sistema de cristales que al ser colocados sobre una montura permite usarlos frente a los ojos de forma que el centro del lente coincida directamente con el iris del ojo y de esa manera cumpla su objetivo y proporcione una mejor visibilidad (Caum *et al.*, 2001).

De igual forma, es necesario indagar en materiales ligeros y resistentes que le permitan al usuario mayor seguridad al manipular el producto y que al mismo tiempo estos contribuyan a la *función* como a la *estética* para que en conjunto puedan lograr un equilibrio y fomentar una apropiación del usuario hacia el objeto, sin descuidar el objetivo principal que es la usabilidad.

Ambas partes, forma y estética, se deben llevar de la mano para que ninguno sobrepase la importancia del otro, es decir, que la forma sea de vital importancia para que solucione las problemáticas que el dispositivo presenta y por consecuente la estética fomente la usabilidad del producto mismo (Lidwell *et al.*, 2011).



## 1.2. Justificación

Gracias a la estimulación temprana que se les brinda a las personas con Síndrome de Down en los primeros 5 años de vida, se ha visto un incremento considerable en la esperanza de vida, superando así las cifras que se tenían por ejemplo en 1929, donde la esperanza de vida no sobre pasaba los 10 años y que actualmente las personas con SD pueden llegar a vivir entre los 50 y 60 años (Saucedo *et al.*, 2017).

Sin embargo, una vez que las personas entran a la edad adulta son limitados los apoyos o atenciones que reciben para los diversos padecimientos y que garanticen estabilidad en su calidad de vida adulta. Además, existe una mayor desinformación acerca de las complicaciones que pueden presentar conforme su edad avanza.

La tasa de mortalidad de las personas con SD está decreciendo, por lo que representan un sector de la población con necesidades físicas y sociales que requieren ser atendidas.

De igual manera en la actualidad, socialmente existe preocupación por la aceptación y la inclusión de estas personas a los diferentes ámbitos sociales, laborales, económicos e incluso dentro del ámbito legal. Como resultado de esto, es importante buscar herramientas que les permitan a los adultos con SD desarrollar de mejor manera las actividades cotidianas, que contribuyan a mejorar su calidad de vida para que así puedan incorporarse y fomentar la independencia social de cada uno de ellos.

La investigación y el desarrollo del proyecto busca encontrar una alternativa viable que pueda ayudar a estas personas a tener una mejor calidad de visión y con ello, impactar positivamente en su vida. Además, brindarles una oportunidad de independencia, es uno de los principales requerimientos para este sector poblacional.

### **1.3.Objetivos e hipótesis**

#### **1.3.1.Objetivo general**

Diseñar armazones oftálmicos que se ajusten a la morfología facial y auricular de un adulto con Síndrome de Down, mediante la configuración de un sistema que se adapte a las características antropométricas y ergonómicas.

#### **1.3.2.Objetivos específicos**

- Identificar los requerimientos necesarios para la construcción de las monturas
- Analizar y parametrizar las características antropométricas de las personas adultas con Síndrome de Down
- Diseñar una montura que sea intuitiva para el uso y sea funcional para los diversos contextos del usuario
- Explorar y seleccionar materiales que contribuyan al desarrollo del modelo
- Implementar un prototipo que se ajuste a las características antropométricas para promover la usabilidad y funcionalidad de dicho dispositivo

### **1.4.Hipótesis**

Al considerar los requerimientos antropométricos y ergonómicos de personas adultas con SD, es posible diseñar armazones oftálmicos que al ajustarse a la morfología facial permitan incrementar el grado de usabilidad de estas.

## CAPITULO II: ANTECEDENTES

### 2.1. Antecedentes

De acuerdo con la RAE (Real Academia Española), un antecedente es todo aquello que antecede a una cosa, situación, etc.... asimismo, puede referirse a una acción, hecho, dicho o circunstancia que permite comprender situaciones anteriores.

En este caso, los antecedentes aquí mostrados brindan un panorama sobre las investigaciones realizadas a lo largo del tiempo sobre el Síndrome de Down, así como las alternativas comerciales que proponen una solución viable a las necesidades de los usuarios.

Estos trabajos previos son analizados con el fin de revisar sus objetivos, su enfoque metodológico y sus resultados, y así determinar el estado actual del conocimiento en esta área de estudio y los aportes y los avances más relevantes.

#### 2.1.1. Productos comerciales

A continuación, se muestran una serie de productos ya existentes dentro del mercado que proponen una solución a las diferentes problemáticas que los usuarios presentan al hacer uso de los armazones, todo esto a través de la forma y el uso de nuevos materiales.

##### Miraflex

“Miraflex S.A. es una empresa con tecnología e insumos italianos nacida a finales de los años 80 con el fin de corregir el defecto visual en niños y adolescentes por medio

de nuestros armazones, las cuales permiten el correcto desarrollo de su función visual sin limitar todas sus actividades diarias” (Miraflex 2015).

#### OVALADOS



Figura 1: Modelo de armazones que se pueden encontrar dentro del catálogo de tipo ovalado (Miraflex,2015).

Esta marca ofrece una línea de productos especialmente para niños con SD ya que el puente nasal cuenta con un silicón flexible que se ajusta a la nariz, además el material de sus productos es flexible, irrompible, antialérgico y seguro para ellos.

Cuentan con una variedad de estilos que permiten que los usuarios puedan encontrar el que más les convenga o el que más se ajuste a cada una de sus necesidades.

“There is a miraflex for everyone”, es uno de los lemas más usados por la compañía, ya que se preocupa por la inclusión de cada uno de los usuarios, además, el diseño y los colores de sus productos suele ser llamativos lo que genera una mayor apropiación de los usuarios con la marca.

#### REDONDOS



#### GOGGLES



Figura 2: Modelos de armazones que se pueden encontrar dentro de su catálogo de tipo redondos y goggles (Miraflex 2015).

## Specs4us

Specs 4 us es una línea de armazones diseñada para las características faciales de personas con Síndrome de Down y otras discapacidades. Están ubicados en Estados Unidos y su catálogo ofrece una variedad de productos para niños y adultos.



Figura 3: logo representativo de la marca specs 4us (Specs4us, 2015).



Figura 4: Modelos en personas con diferentes características faciales (Specs4us, 2015).

Esta marca ofrece armazones principalmente de metal, están compuestos con un puente nasal colocado en un nivel medio respecto a los aros del armazón y en la parte del talón permite una abertura de 180° de las varillas brindando flexibilidad y resistencia al producto

Actualmente para poder tener acceso a ellos, es necesario hacer tu pedido a través de internet por lo cual limita el proceso de obtención y además eleva el costo de sus productos en nuestro país.

### Activist eyewear

“Activist eyewear” son una marca de lentes de sol y oftálmicos que se distinguen por combinar la elegancia, comodidad y apariencia en cada uno de sus productos.

El sello innovador de Activist está en su tecnología patentada “*Split Fit*”, que con un diseño de doble patilla (evoca a una rama) consigue un ajuste superior de la montura a la cabeza. Esto permite repartir los puntos de presión de la gafa (figura 5), liberando a la zona superior de las orejas y del hueso temporal de la presión ejercida por las monturas convencionales (figura 6). Está realizado en un núcleo de acero inoxidable o de beta-titanio, y recubierto de una capa de plástico o goma. (Asunoliver, 2014).



Figura 5: Vista de los armazones Activist Eyewear (Asunoliver,2014).

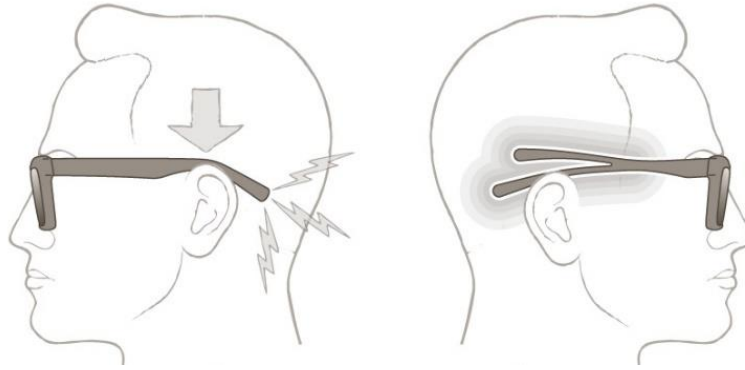


Figura 6: Vista lateral del uso convencional de los armazones (lado izquierdo). Aplicación y funcionamiento del Split fit (lado derecho) (Asunoliver,2014).

Estos lentes son diseñados en la ciudad de Brooklyn NY y son producidas en Japón. Actualmente solo se venden en Estados Unidos y se pueden adquirir a través de su página de internet.

### 2.1.2. Patentes

Las patentes como fuente de información científica y tecnológica contribuyen a que la sociedad tenga conocimiento de los avances científicos e innovaciones que se realizan a lo largo del tiempo.

Esto sirve para tener una base de información y un punto de partida para seguir desarrollando investigaciones y nuevos inventos que contribuyan a un fin o a un tema en específico y que este no sea repetitivo, si no que vaya evolucionando y mejorando conforme a nuevos resultados, nuevas tecnologías etc.

Las siguientes patentes muestran un panorama acerca de las investigaciones que se han realizado sobre el Síndrome de Down. A pesar de que este padecimiento tiene varios años de haberse nombrado, aún falta información respecto al tema ya que la se encuentra está mayormente dirigida hacia los procesos biológicos y el

comportamiento de la genética, así como las afectaciones que una persona con este síndrome presenta a lo largo de su vida, en comparación con la existencia de patentes relacionadas a productos que contribuyan a mejorar la calidad de vida.

Patente 1:

Monturas de anteojos para personas con necesidades especiales (*Eyeglass frames for people with special needs*).

Número de publicación: US 2009/0310080 A1

Inventores: Maria L. Dellapina, Troy Oaks Dr., Hiram, OH

Esta patente refiere a monturas diseñadas específicamente para personas con discapacidades y con rasgos físicos especiales como los de una persona con Síndrome de Down.

La forma de estos armazones se basa principalmente en el puente nasal ubicado en la parte inferior del frente del armazón, esto para suplir la ausencia del tabique nasal y de esta forma brindar una altura de visión adecuada al nivel de los ojos a las personas con rasgos faciales diferentes como el de las personas con SD.

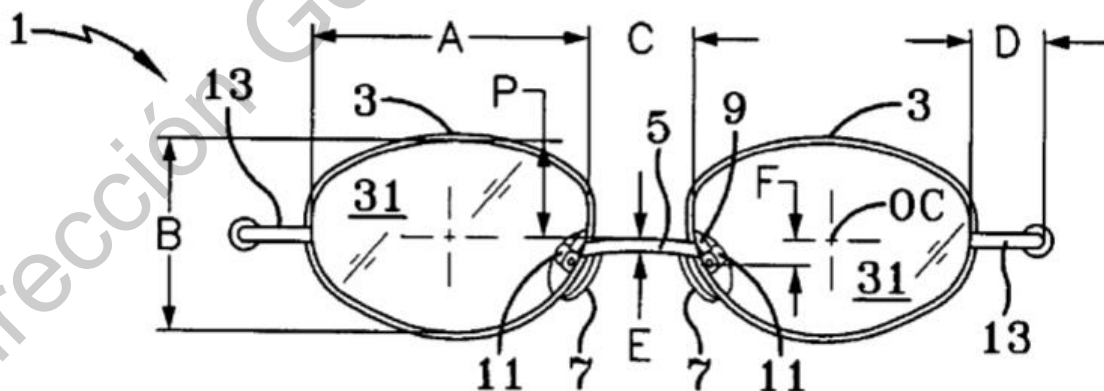


Figura 7: *Eyeglass frames for people with special needs*, Dellapina et al, 2009).



Patente 2:

Métodos para tratar el retraso mental, el síndrome de Down, el síndrome de X frágil y el autismo. (*Methods of treating mental retardation, down's syndrome, fragile X syndrome and autism*).

Número de publicación: US 2010/0029770 A1

Inventores: Kathryn Roberts, Randall L. Carpenter, Mark F. Bear.

Esta patente es acerca de encontrar una nueva solución para poder tratar las diferentes enfermedades que tiene por característica principal algún tipo de retraso mental, como lo son el autismo, síndrome x y el síndrome de Down (Roberts, Carpenter, & Bear 2010).

Pretende dejar de lado el uso de medicamentos como, antidepresivos y antipsicóticos que han demostrado no ser una solución viable para controlar estos padecimientos, sino todo lo contrario, suelen causar más afectaciones o efectos secundarios.

Patente 3:

Método para detectar y tratar la enfermedad de Alzheimer (*Method for detecting and treating Alzheimer's disease*).

Número de publicación: US 05297562 A

Inventores: Huntington Potter, Boston, Mass

El objeto de esta patente es el estudio del Alzheimer y la relación que esta tiene con el número de células localizadas en el cromosoma 21 y su exceso de producción en el mosaicismo (President and Fellows of Harvard College, Cambridge, Mass. 1994).

Esta invención, hace posible la detección temprana de los signos que provocan la enfermedad del Alzheimer antes de que esta, pueda convertirse en demencia, así como también diferentes métodos que puedan ayudar a prevenirlo.

Patente 4:

Aparato para asegurar anteojos al usuario (*Apparatus to secure eyewear on user*).

Número de publicación: US 8602553 B1

Inventores: Marilyn Rita Valdez-Campbell, Loveland CO (US)

Dicha patente comprende correas de sujeción que se adhieren a las sienes de los anteojos y se colocan sobre la parte superior de la cabeza y debajo de la barbilla para asegurar los anteojos en su lugar en un usuario.

A pesar de que esta patente refiere a la sujeción de los anteojos a la cabeza, no representa una solución viable para las personas con SD ya que el sistema puede ser un tanto invasivo para los usuarios.

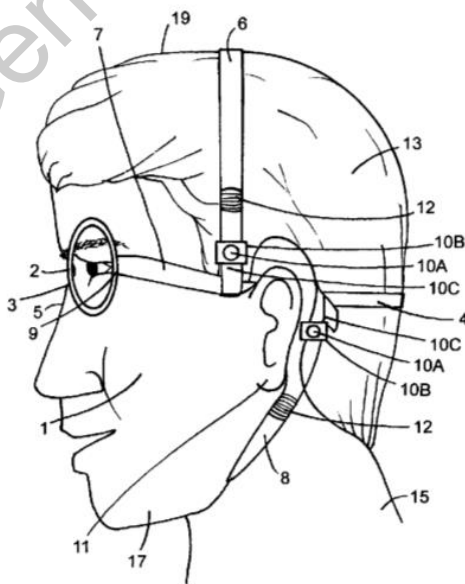


Figura 8: Apparatus to secure eyewear o user (Valdez-Campbell, 2013).

Patente 5:

Pulsera que representa el genoma del síndrome de down (*Bracelet representing the down syndrome genoma*).

Número de publicación: US D657281 S

*Inventores:* Carol Psaute

El brazalete representa, a través de la configuración de su diseño, el genoma característico del síndrome de down, con el fin de generar un distintivo visible para que las personas que padecen este síndrome puedan usar (Psaute, 2012).

U.S. Patent Apr. 10, 2012 Sheet 1 of 2 US D657,281 S



Figura 9: Brazalete con forma del genotipo característico del Síndrome de Down (Psaute, 2012).

### 2.1.3. Artículos

Los artículos, como textos de información, buscan brindar conocimientos sobre algún tema de interés ya que además son trabajos con validez académica que se han realizado anteriormente y que no necesariamente son científicos, pero dan información a través de personas o instituciones autorizadas para hablar o enseñar sobre el tema.

De igual manera, los artículos presentados a continuación muestran investigaciones acerca del comportamiento que presentan las personas con SD a lo largo de su vida, así como afectaciones que tienen al entrar a la edad adulta y los problemas que presentan de acuerdo a su morfología, todo esto relacionado a sus problemas visuales y la forma en la que lidian con estos.

#### *Guía Oftalmológica del síndrome de Down*

En dicha publicación realizada por la asociación "Down España", acompañado de un equipo de doctores y centros médicos especializados en oftalmología, mostraron cuales son las diferentes patologías oftalmológicas que se encuentran asociadas con el síndrome de down; describen cuales son las características de cada una de estas y también cuales son las que se registran con mayor frecuencia (Down España, 2018)

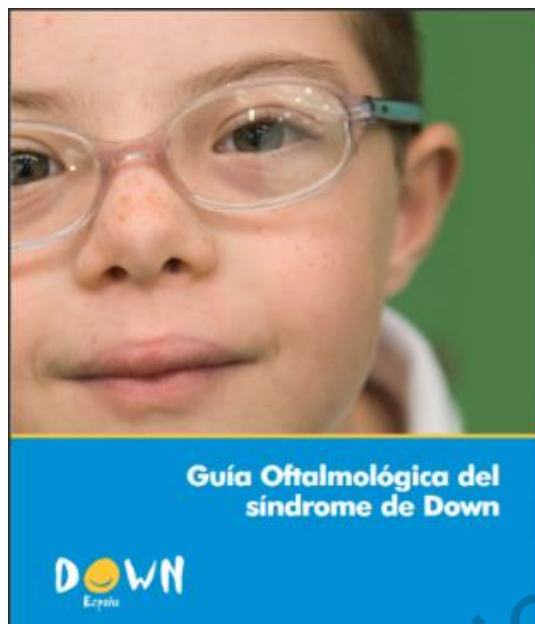


Figura 10: Portada de la publicación "Guía oftalmológica del Síndrome de Down" de la asociación Down España (Down España, 2018).

Esta investigación permite tener un panorama completo acerca del nivel de afectación que sufren cada uno de los usuarios, así como también los respectivos tratamientos a los que se pueden someter y las complicaciones que se tiene al no ser atendido en un corto y largo plazo.

### Envejecimiento y Síndrome de Down

Es una guía que le ayuda a los familiares o encargados de las personas con Síndrome de Down a saber cómo manejar el envejecimiento acelerado que estas personas presentan, así como las diferentes enfermedades a las cuales se les debe presentar una mayor atención debido a alto nivel de complicación de acuerdo con la edad (National Down Syndrome Society, 2013).

Se tomaron en cuenta los temas relacionados con la pérdida sensorial (figura 33), que hace referencia hacia la pérdida de la vista y del oído y como estos van perjudicando poco a poco su entorno, así como también la inestabilidad atlantoaxoidea y los problemas en la columna cervical que en conjunto pueden causar una serie de afectaciones en su capacidad de independencia.



Figura 11: Portada y sinopsis de la revista *Envejecimiento y Síndrome de Down* donde se habla acerca de la pérdida sensorial que sufren conforme avanza la edad (National Down Syndrome Society, 2013).

*La morfología facial en el síndrome de Down: una comparación 3D de pacientes con y sin apnea obstructiva del sueño. The facial morphology in Down syndrome: A 3D comparison of patients with and without obstructive sleep apnea*

Esta publicación es acerca de una amplia investigación acerca de la morfología facial que presentan las personas con Síndrome de Down y la relación que tiene con las alteraciones estructurales del tejido blando y craneofaciales (Jayaratne *et al*, 2017).

Muestra una comparación a partir de la edad y el género de los pacientes con SD que fueron analizados, de los cuales se obtuvieron resultados importantes respecto a la hipoplasia maxilomandibular que presentan, así como de las mediciones de oídos, ojos y nariz.

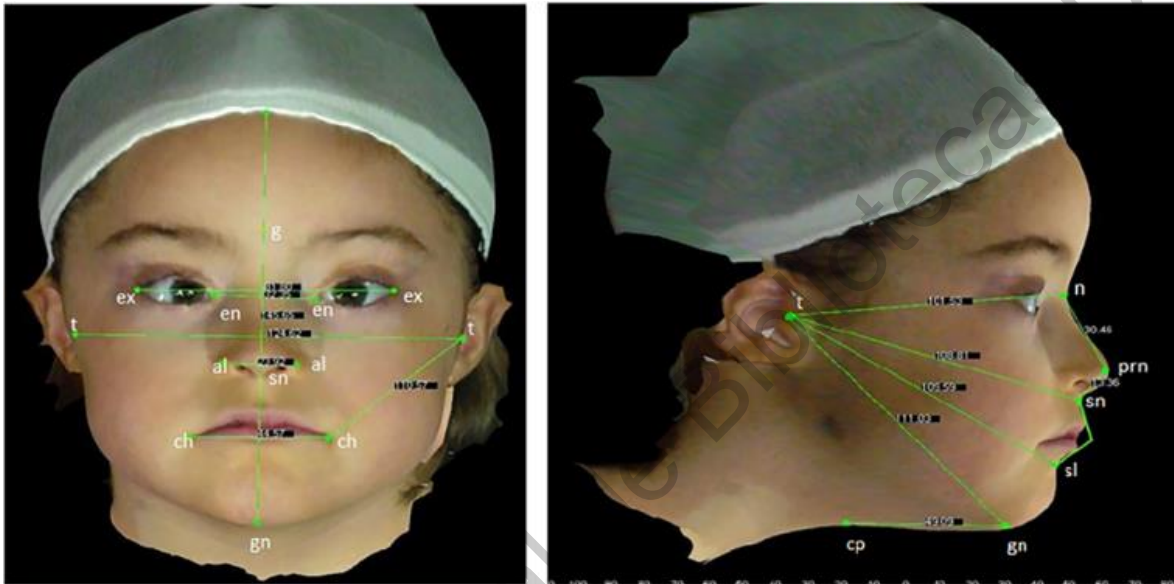


Figura 12: Vistas del estudio realizado a la fisionomía de personas con Síndrome de Down en vista frontal y lateral (Jayaraine, Elsharkawi, Macklin, et al, 2017).

## Capítulo III: MARCO TEÓRICO

### 3.1 Síndrome de Down

El Síndrome de Down es una anomalía genética que se presenta en el cromosoma 21 en la cadena genética de una persona. Este extra de información provoca un retraso en el desarrollo físico y mental, así como una enorme cantidad de enfermedades que influyen en la calidad de vida de cada una de las personas en las que se presenta esta irregularidad (Pérez, 2014).

Hasta el día de hoy no se conocen las causas que provocan esta disyunción errónea, que, aunque hay muchas hipótesis acerca del envejecimiento celular, la exposición ambiental, entre otras, no se ha conseguido establecer una relación certera que dictamine dicha anomalía; el único factor que presenta una asociación directa con esta, es la edad materna, en donde el material genético sufre un deterioro con el paso del tiempo y éste es determinante para que suceda dicha característica (Basile, 2008).

Los rasgos físicos más distinguidos son un perfil facial y occipital planos, braquicefalia, hendiduras palpebrales oblicuas, raíz nasal deprimida, cuello corto y ancho con exceso de pliegue epidémico nugal, ausencia de lóbulo auricular; cráneo ancho y redondeado, aplanado por detrás, la lengua sobresale de la boca por lo que tienden a tener la boca entreabierta, pliegues de epicanto en la esquina interna del ojo, cuello corto, palma de la mano con un único pliegue transversal, nariz pequeña y chata; orejas pequeñas, malformaciones cardíacas, trastornos oftalmológicos entre muchos otros (Basile, 2008).



### 3.1.1. Tipos

#### Trisomía 21

También conocida como trisomía libre, representa el mayor número de casos. El 95% de personas que padecen este síndrome tiene el exceso del cromosoma debido a un error en la división meiótica que se produce en el par 21 (Kaminker & Armando, 2008).

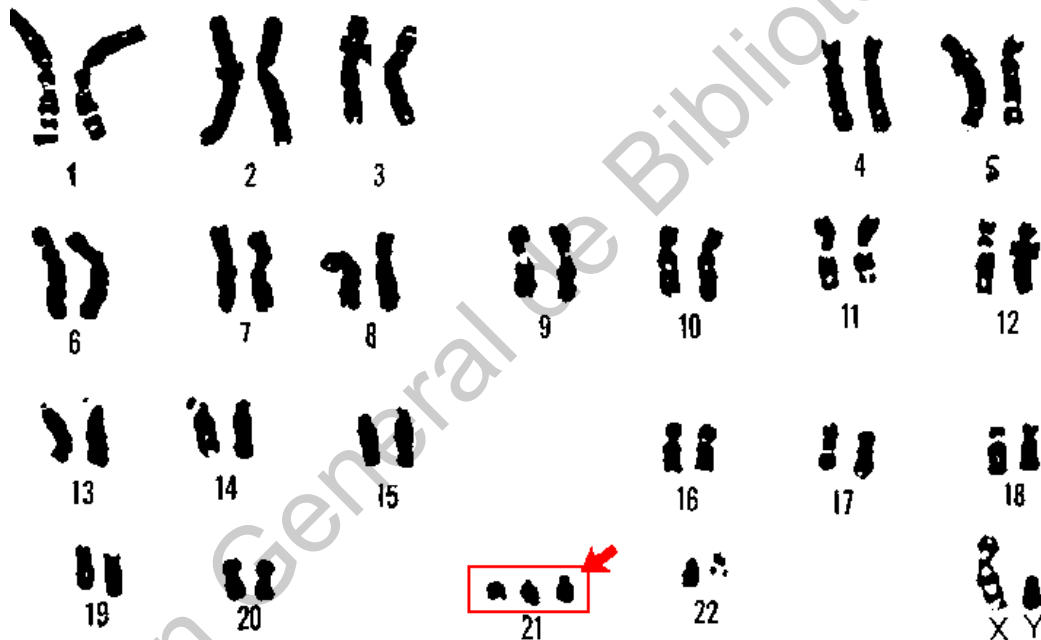


Figura 13: Representación del cariotipo mostrando la trisomía en el par 21 (Kaminker & Armando, 2008).

#### Translocación

Después de la trisomía libre la causa más frecuente de aparición del exceso de material genético es la translocación. Esta, es un fragmento del cromosoma 21 “pegado” a los cromosomas del par 14 (como se muestra en la figura 2), por lo que

la suma genética da un total de 46 cromosomas en cada célula. La frecuencia de estos casos es del 3% de todas las personas con SD.

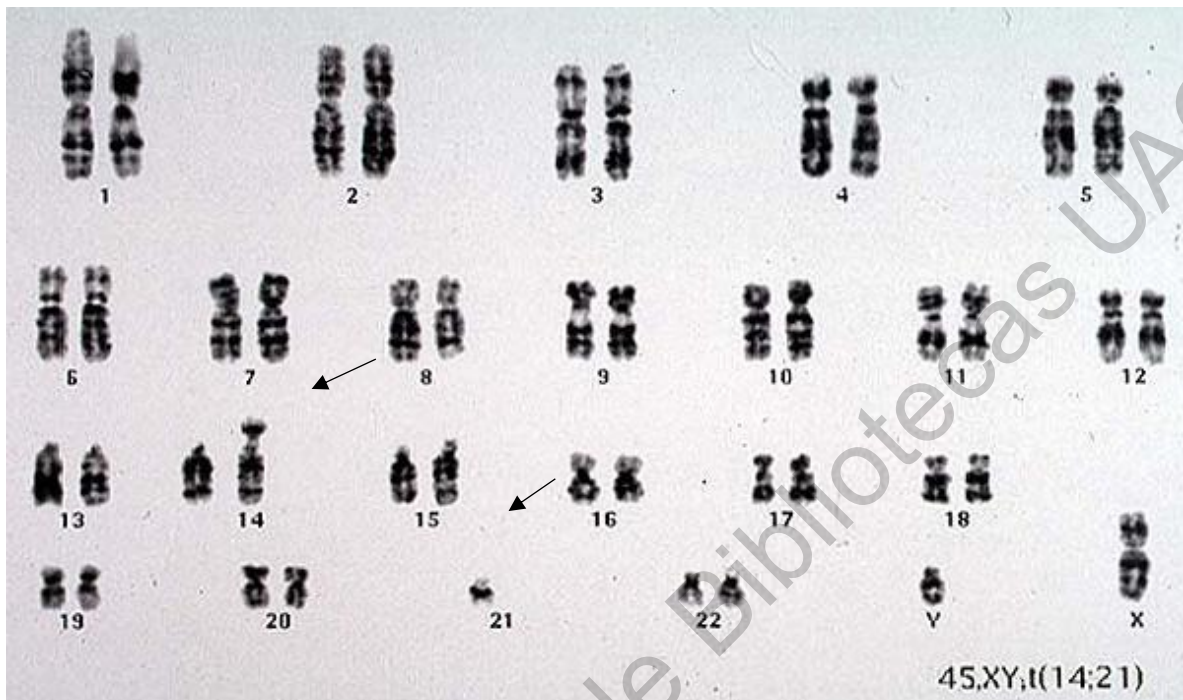


Figura 14: Representación del cariotipo por translocación en el par 14 (Kaminker, & Armando, 2008).

### Mosaicismo

Es la forma menos frecuente de esta anomalía y solo se presenta en el 1% de los casos de SD. Esta mutación se produce tras la concepción y no por la división genética.

Para esta investigación se tomará como referencia a las personas con trisomía 21 ya que son las que presentan una mayor incidencia dentro de su población.

### 3.1.2. Estadísticas e incidencia

La incidencia es un indicador que refiere a el número de casos nuevos (hablando de SD para esta investigación) en una población determinada y en un periodo determinado, mientras que la prevalencia refiere la proporción de individuos de un grupo o una población que presentan una característica determinada en un momento dado. Dicho de una manera simple, prevalencia refiere "cuántos hay" e incidencia refiere "cuántos nuevos llegan" en un período de tiempo determinado (Huete, 2016).

Actualmente se ha demostrado una clara tendencia en la expansión de la población con SD derivada a las mejoras en la salud y por consiguiente una extensión en la esperanza de vida.

En México en el periodo 2008-2011 se tuvo un registro de la prevalencia en nacimientos con SD a partir de la edad de la madre, como se muestra en la figura 3. Esto nos brinda un panorama acerca de la tendencia a nivel global de que las mujeres están esperando más tiempo para tener su primer embarazo teniendo en cuenta que la edad reproductiva de la madre es un factor determinante para que dé lugar a dicha alteración genética (Secretaría de Salud, 2011).

En la actualidad no hay un número exacto de cuantas personas con SD viven en el país, solamente en el año 2017 se tuvo registro de 740 nacimientos, lo que representa un número importante en el censo poblacional ya que nos muestra el crecimiento a nivel social de las personas con SD (INEGI, 2017).

Edad de la madre (años)	Nacimientos con diagnóstico de síndrome de Down CIE-10 (Q90)			Total de nacimientos (vivos + muertos)	Prevalencia por 10,000 nacimientos	Índice de síndrome de Down
	Nacidos vivos	Muertes fetales	Total			
< 15	15	0	15	65,874	2.3	4,392
15-19	279	6	285	1,615,207	1.8	5,667
20-24	448	15	463	2,420,766	1.9	5,228
25-29	449	16	465	2,054,958	2.3	4,314
30-34	505	18	523	1,321,909	4	2,528
35-39	728	23	751	621,402	12.1	827
40-44	470	17	487	130,170	37.4	267
≥ 45	56	2	58	13,305	43.6	229
Ausencia de datos	22	7	29	55,784	-	-
Total	2,972	104	3,076	8'250,375	3.7	2,682

Tabla 1: Prevalencia en nacimiento con Síndrome de Down por grupos quinquenales de edad de la madre (Secretaría de Salud, 2011).

### 3.1.3. Problemas visuales en Síndrome de Down

Los problemas visuales y oculares en los pacientes con Síndrome de Down son las mismas que padece la población en general, pero en estos pacientes ocurren con mayor frecuencia y en un grado más marcado (Woodhouse, 1998).

Dichos problemas visuales son de gran relevancia ya que se estima que el 70% de las personas con SD presentan diferentes padecimientos, como miopía, astigmatismo, hipermetropía, cataratas, etc., de las cuales cada una de estas tienden a empeorar conforme su edad va avanzando y además, desgraciadamente su genética provoca que su proceso de envejecimiento comience desde los 35-40 años, es decir, comienzan a envejecer a una edad mucho más temprana que la de una persona sin la trisomía (Saucedo *et al.*, 2017).

Esto es un factor determinante, ya que el 80% de toda la información que cada uno de nosotros recibe del exterior se obtiene a través de la visión y en las personas con SD si el problema de visión está afectado puede repercutir en varios entornos,

desde el desarrollo educacional, hasta reducir su capacidad de comunicación e integración social (Puig & Galán, 2016).

### 3.2. Lentes

Las gafas, también conocidos como, anteojos, binóculos o espejuelos, son un instrumento óptico que está formado por un par de cristales (lentes) que se encuentran sujetos a un armazón que se apoya en la nariz mediante un arco y dos "patas" para que estas se puedan sostener sobre las orejas.

El invento de las gafas fue un paso crucial en la historia cultural de la humanidad, ya que a través de estas las personas que sufrían deficiencias visuales, además de poder desempeñar un papel más activo en sus rutinas diarias, también podían ampliar sus conocimientos y transmitirlos a los demás (Zeiss, 2017).

En los 968-1045 d.C. aproximadamente, el astrónomo árabe Alhacén sugirió la idea de utilizar partes de una esfera de vidrio para el aumento óptico lo que dio pauta para que monjes italianos desarrollaran una lente semiesférica de cristal de roca y cuarzo que al momento de ser colocada sobre algún texto aumentaba considerablemente el tamaño de las letras permitiéndoles una mayor facilidad para la lectura (Neita & Arteaga, 2007).



Figura 15: Las personas utilizaban un cristal de roca para poder aumentar el tamaño de las letras a través de esta (Neita & Arteaga, 2007).

Durante este periodo se utilizó la palabra alemana Brille que se deriva de beryll, el nombre del cristal de roca que se pulió hasta formar las primeras lentes.

Pero fue hasta el siglo XIII en Murano, Venecia cuando en las fábricas de vidrio se creó un invento que se mantenía en secreto que incluso hacía que a los trabajadores del lugar les prohibieran salir de la isla ya que cualquier persona que fuera sorprendida compartiendo información podría ser condenado a muerte. El mundo entero tenía los ojos puestos en Italia por que el vidrio blanco necesario para la producción de las lentes solo se producía en las fábricas en Murano.

A finales de este siglo se logró por primera vez esmerilar dos lentes convexas, montadas cada una en un círculo de madera con un eje y unidas mediante un remache. Estas gafas remachadas todavía no lograban sujetarse a la cabeza, a pesar de eso le brindaba una solución a todas aquellas personas que sufrían de algún problema visual con solo sostener el vidrio doble frente a sus ojos.

Con el paso del tiempo, los vidrieros sustituyeron el eje de las gafas remachadas por un arco, y las monturas de madera por plomo. Esto les dio como resultado unas gafas similares a las que se usan actualmente. En el siglo XVI se comenzó a explorar con los materiales para su construcción como el cuero, la concha de tortuga, el cuerno, hueso de ballena, hierro, plata y bronce, pero todos estos eran materiales que solamente estaban disponibles para los ricos.



*Figura 16: Las primeras gafas de concha de la edad media museo Zeiss (Neita, & Arteaga, 2007).*

Las gafas o lentes que utilizamos hoy en día surgieron a principios del siglo XV, cuando a través de diferentes medios, se dieron cuenta que las gafas no dejaban de caérseles a los usuarios, y fue ahí cuando le colocaron el puente nasal que consistía en un arco flexible que sustituía a los angulares y que podía mantener por mayor tiempo las gafas en su lugar. Los primeros ejemplares de estas nuevas gafas aparecieron en Londres en 1728.

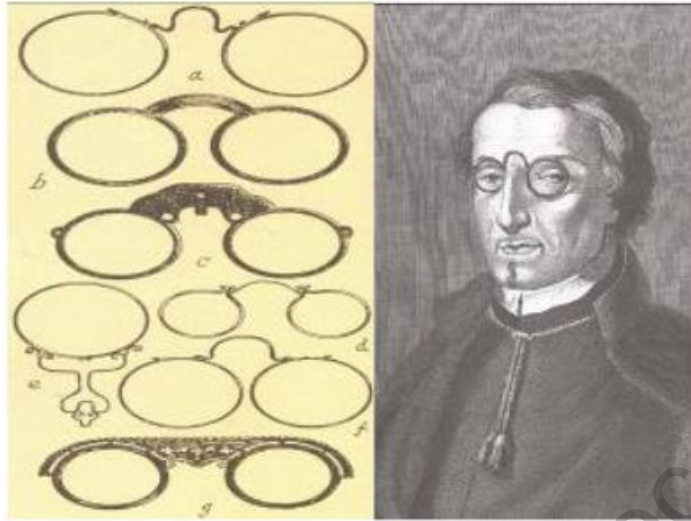


Figura 17: Diversos modelos de anteojos o binóculos de puente curvado o semicircular del siglo XVII Historia Grafica de la Óptica (Neita, & Arteaga, 2007).

Con la llegada de la imprenta se incrementó la demanda de las gafas. Algunas personas necesitaba usarlas todo el día y para esto tenían que sujetarlos de alguna manera para tener una mayor comodidad y al mismo tiempo evitar que se cayeran. Fue así como aparecen las primeras gafas con cordones que se podían atar a las orejas.



Figura 18: Dos ejemplares de anteojos procedentes de China, Historia Grafica de la Óptica (Neita & Arteaga, 2007).





Figura 19: El cardenal inquisidor don Fernando Niño de Guevara, retrato del Greco (Museo Metropolitano de Nueva York, muestra unos anteojos sujetos con cordones (Neita & Arteaga, 2007).

En el siglo XVII las gafas comenzaron a identificarse como un elemento de moda, intelectualidad y sabiduría dentro de las clases sociales altas. Y fue aquí cuando aparecieron las gafas con patillas que terminaban en círculo para generar presión sobre la cabeza, pero a finales del siglo se modificaron y desarrollaron patillas de tipo articuladas y con curvaturas.



Figura 20: Primeras gafas con varilla, Historia Grafica de la Óptica (Neita & Arteaga, 2007).

A través de los años las gafas han evolucionado con el fin de mejorar la visión del usuario y su comodidad.

### 3.3. Armazones/ Monturas

Una montura es una estructura de material rígido que sirve para montar lentes oftálmicas y anteponerlo a los ojos para mejorar o proteger la visión.

Desde el siglo XIII hasta el siglo XVIII, la elaboración de las monturas había sido muy artesanal y limitada. A partir del siglo XIX, con el humanismo y la Revolución Industrial, se comenzaron a realizar monturas un poco más complejas y con detalles más técnicos, pero fue en el siglo XX cuando con el diseño industrial no solo comienzan a tener un papel más importante en la producción y en la demanda sino también, como muchos objetos en la época, comenzaron a tener cierta relevancia en la comunicación social. Ahora no solo tenían que funcionar y estar bien construidas si no también tenían que tener cierto factor estético que a su vez comenzó a ser más considerado por el usuario, lo que dio pauta a la amplia variedad de estilos y formas que se encuentra hoy en día.

Los elementos que componen las monturas son:

Frente: corresponde a la sección anterior de la montura y es la parte que contiene las lentes. Está formado de dos secciones simétricas que soportan las lentes de forma parcial o totalmente por medio de un sistema ranurado.

Puente: es una barra estructural que permite el asentamiento estable y ergonómico del frente sobre la nariz. Está colocado entre las dos secciones simétricas que contienen las lentes.

Plaquetas: son los pequeños aditamentos internos que tiene contacto con las paredes laterales de la nariz y que junto con el puente dan soporte, altura y estabilidad a las monturas. Estas pueden ser rígidas, semirrígidas o blandas.

Patillas o varillas: barras colocadas en los laterales del frente cuya función principal es sostener y estabilizar. Permiten el cambio de angulación de la montura (Galindo & Villegas, 2001).

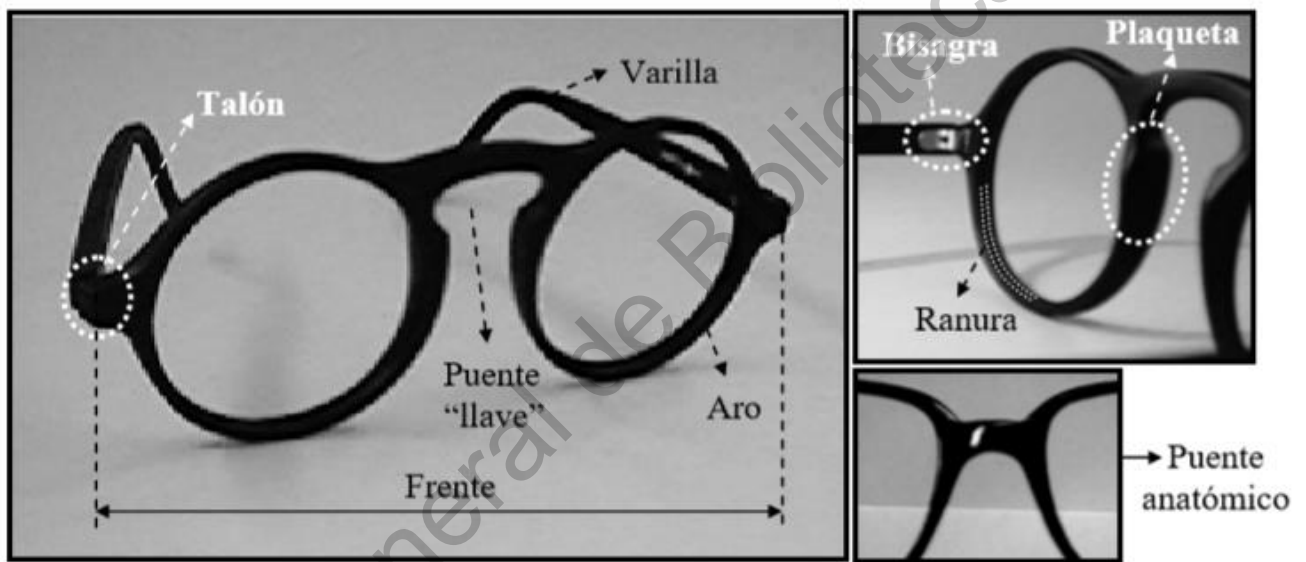


Figura 21: Partes de las monturas (Galindo & Villegas, 2001).

Para la construcción de estas, es muy importante tener en cuenta dos aspectos fundamentales: cómo son y cómo se utilizan. Esto implica conocer ciertas características de forma y dimensión, así como los materiales y los usuarios a quienes va dirigido específicamente para que a partir de estos rangos se puedan tomar decisiones respecto al diseño y los criterios de selección de acuerdo con las necesidades (Caum *et al.*, 2001).

Estos criterios se basan principalmente en las características físicas de las monturas: forma, dimensión, materiales y otras características técnicas como dureza, resistencia, peso, acabados superficiales o colores. De igual manera se deben considerar las diferencias que puedan presentar según sus componentes y la forma en que estos son utilizados o para el fin para el que fueron diseñados.

### 3.3.1. Materiales

Una de las características más importantes a tomar en cuenta en la construcción de monturas es su material ya que estos son un diferenciador importante en las cualidades y especificaciones físicas con las que cuenta dicha montura.

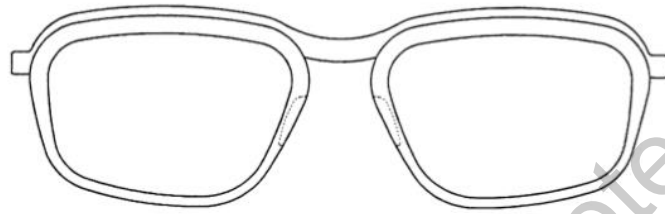
Se pueden clasificar en diversos grupos: monturas metálicas constituidas en su totalidad por elementos metálicos (figura 22), monturas plásticas también constituidas en su totalidad por un único material aunque de diferentes composiciones (figura 23), monturas mixtas plásticas en donde el frente es de plástico y el resto de metal (figura 24), monturas mixtas de metal donde al contrario del anterior el frente es de metal y el resto de plástico (figura 25), y por ultimo las monturas al aire, es decir, que no tienen una estructura en la parte inferior para sujetar la lente, este se fija solamente a través del puente nasal o varillas (figura 26).



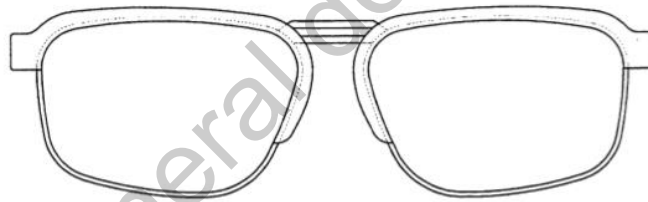
*Figura 22: Montura metálica (Caum et al., 2001).*



*Figura 23: Montura plástica (Caum et al., 2001).*



*Figura 24: Montura plástica mixta (Caum et al., 2001).*



*Figura 25: Montura metálica mixta (Caum et al., 2001).*



*Figura 26: Montura al aire (Caum et al., 2001).*

### 3.3.2. Forma

Dentro de las formas se puede encontrar una gran variedad representaciones que al igual que el material brindan una mayor funcionalidad de acuerdo con el tipo de características físicas que el usuario tenga. Además de que contribuye de manera significativa en la apariencia de las monturas (Caum *et al.*, 2001).

La estructura del aro en la parte inferior del frente es la que nos da una imagen de la forma en que está constituida la montura. A partir de ahí se establecen las diferencias según la geometría como se muestra en la figura 27 que va partiendo de figuras simples como el cuadrado, el círculo y el triángulo. Siempre se deben de tomar en cuenta las proporciones en amplitud y altura para que estas no generen una mala variación respecto a la zona de visión.

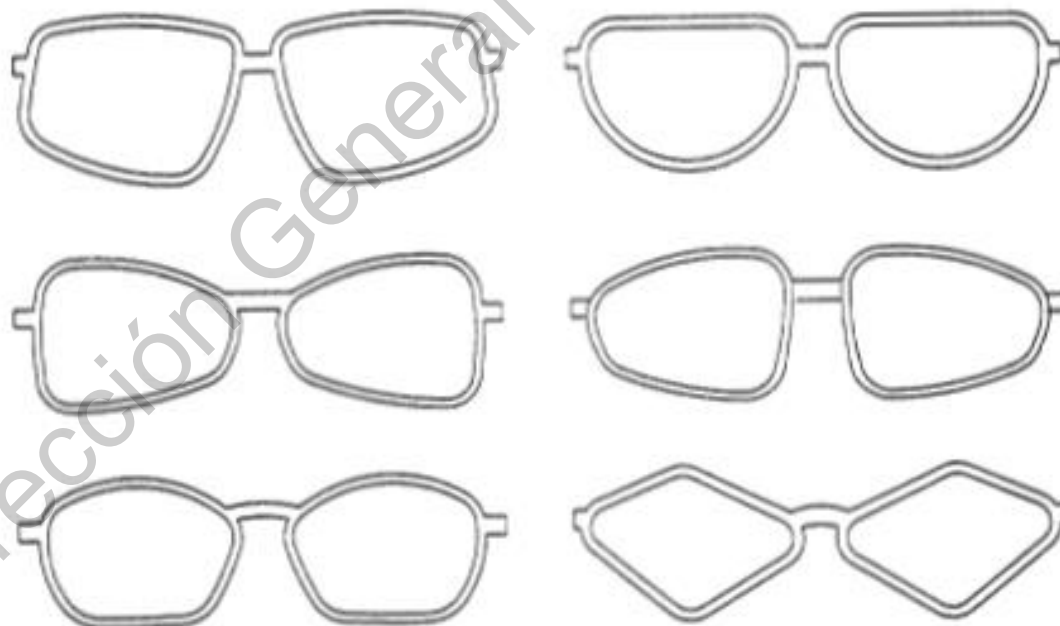


Figura 27: Formas básicas que representan las diferentes monturas. Cuadrada (1) Circular (2) Triangular (3) Rectangular (4) y Ovalada (5) (Caum *et al.*, 2001).

### 3.3.3. Medidas

Conocer los sistemas normalizados de medida de las monturas resultara imprescindible teniendo en cuenta que ellas deberán montarse dos lentes para un usuario específico, con unas medidas faciales determinadas, que deben estar en consonancia con las dimensiones de la montura.

Existen, tanto a escala local como internacional, normas que facilitan la relación entre diseñadores, fabricantes y profesionales. La normalización en este campo está reflejada en la norma UNE-EN-ISO 8624:1996 "óptica e instrumentos de óptica. Óptica oftálmica. Sistema de medida de monturas de gafas" de aplicación internacional. Hace referencia a los componentes y a su denominación y prevé la unificación de las medidas.

Actualmente existen tres sistemas de medición internacional, que son los sistemas boxing, datum y gomac.

El sistema Boxing queda definido por las medidas [l-c] (ver figura 28). Tiene en cuenta las medidas globales del calibre de la lente, su altura y ancho máximos, conformando así una caja de referencia. El centro del sistema corresponde al centro geométrico de dicho rectángulo. La medida "l" es el ancho máximo del lente, el valor "c" corresponde a la distancia entre los dos lentes y "m" es la distancia entre el centro de un lente respecto a otro. Este sistema hace referencia a medidas máximas del lente y su posición.

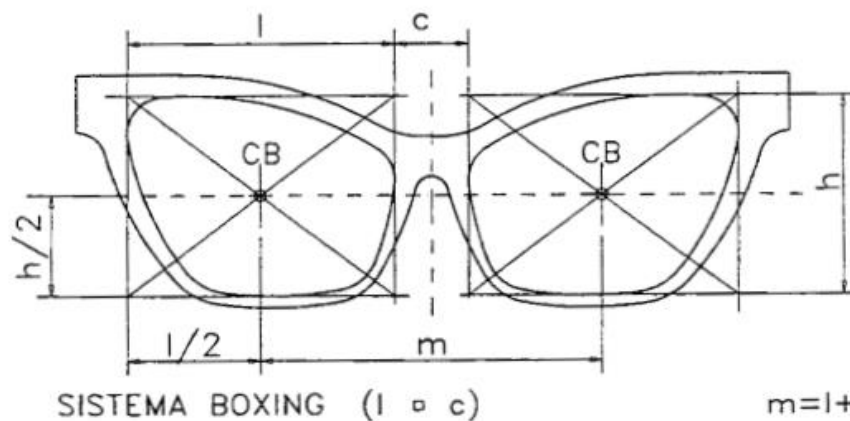


Figura 28: Medidas de montura utilizadas para el sistema BOXING (Caum et al,2001).

El sistema Datum (figura 29) está definido a partir de un eje horizontal a media altura del lente. Las medidas [L-p] se toman desde dicho eje. El valor L corresponde a el ancho del lente medido sobre el eje horizontal, p es la distancia también sobre el eje horizontal, entre los dos lentes, siendo g la distancia entre estos. Este sistema tiene su referencia en el eje horizontal, independientemente de las medidas máximas de cada lente.

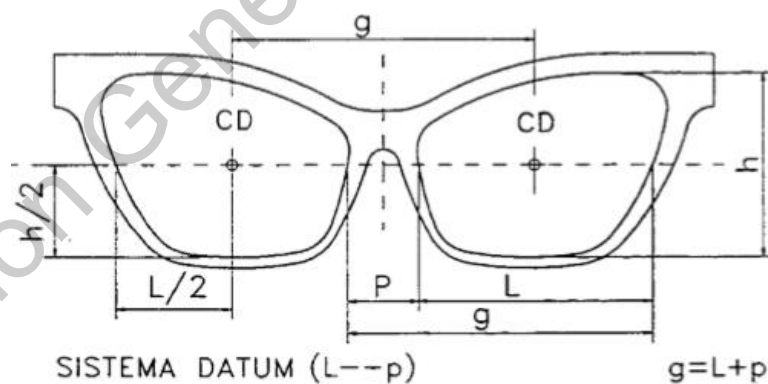


Figura 29: Medidas de montura utilizada para el sistema DATUM (caum et al,2001).

El sistema Gomac (figura 30) es un conjunto de los dos sistemas anteriores y el resultado del acuerdo de los ópticos de la CEE. Está definido por las medidas [g-l



/n-c]. La medida "l" y "c" corresponden al sistema boxing y "g" al sistema datum. Se añade un nuevo dato a la montura "n" que nos va a dar el ancho del arco al puente a la altura del eje horizontal.

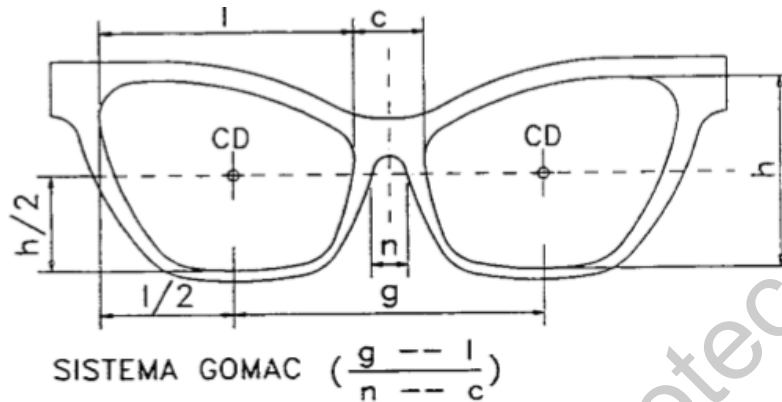


Figura 30: Medidas de montura utilizadas para el sistema GOMAC. (Caum et al, 2001).

Hoy en día el sistema que utilizan los fabricantes para especificar medidas de las monturas es el sistema boxing ya que este no incluye ningún dato anatómico y además es el sistema con el que funcionan las máquinas biseladoras computarizadas. En cambio, los sistemas datum y gomac nos acercan más a las medidas faciales del usuario.

### 3.3.4. Medidas faciales

Es necesario tener en cuenta las medidas faciales de nuestro usuario al momento de diseñar unas monturas, ya que estas nos van a dar las pautas correspondientes para un buen desarrollo (Caum et al., 2001).

Se debe definir una tipología fácil mediante un análisis de dos niveles. En primera instancia un nivel global basado en un esquema anatómico general y después un segundo nivel a partir de los diferentes componentes del rostro.

Dentro del primer nivel, según el canon de proporciones, el rostro debe ser la octava parte de la altura de las personas, que podría encajar en un rectángulo de proporción 2 x 3 vertical. Los tres módulos verticales definen la estructura facial como se muestra en la figura 31, la frente que se toma del nacimiento del cabello al inicio de la nariz entre las cejas. Después la nariz que va desde el nacimiento superior entre las cejas hasta su extremo inferior que tiene punto de encuentro con el labio superior. Y por último la barbilla que va desde la base de la nariz hasta el contorno inferior de la mandíbula.

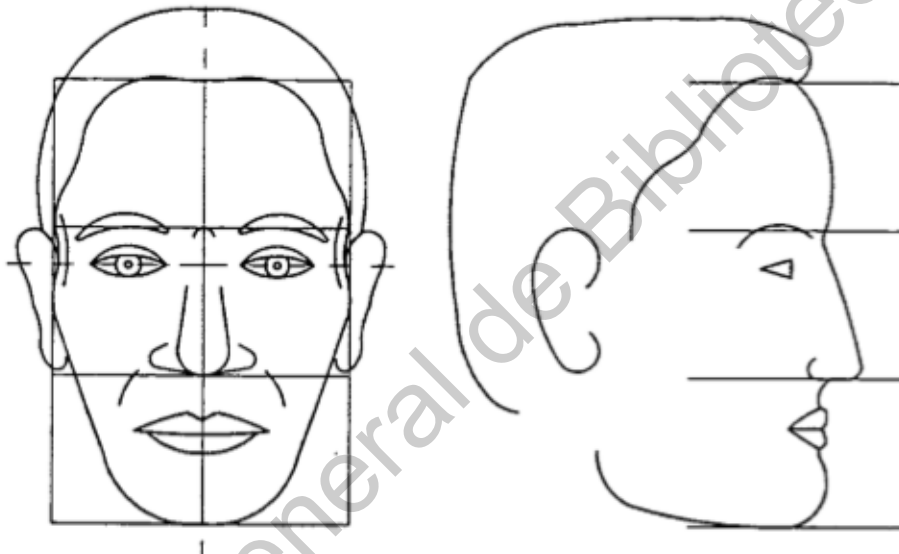


Figura 31: Facies de la estructura facial. De lado izquierdo se muestra la división en vista frontal y de lado derecho en vista lateral (Caum et al, 2001).

El segundo nivel complementa el análisis anterior ya que agrega elementos específicos que por su forma o posición producen un efecto característico y determinante para un tipo de rostro. En esta parte se incluyen elementos como ojos, cejas, nariz, boca, orejas o cabello.

A partir de los dos niveles anteriores se pueden centrar las medidas a partir de los ojos que es la zona donde se adaptan las monturas.

Se trabaja desde el plano frontal del rostro, ahí se colocan los ejes de las monturas para que nos ayude a definir las medidas de perfil y algunas frontales.

En la siguiente tabla se muestran las medidas faciales principales y complementarias que se puedan tomar de referencia y generar un registro sobre el usuario específico con sus medidas y aquellas características propias que puedan ser útiles para la adaptación de las monturas.

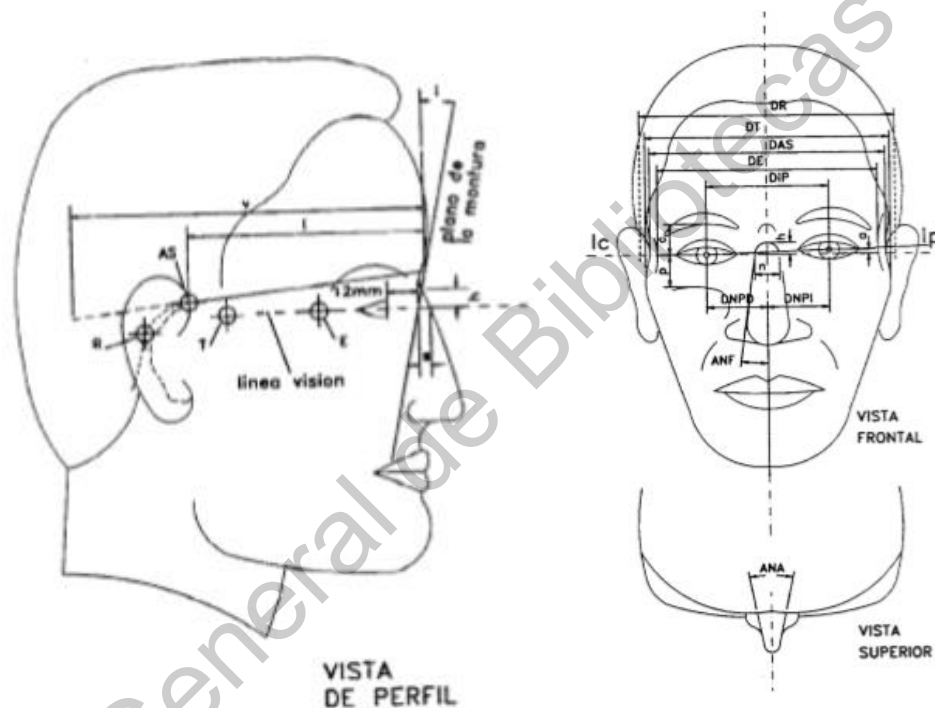


Figura 32: Parámetros de medidas laterales y medidas frontales (Caum et al, 2001).

Tabla 19.1 Medidas fundamentales del rostro

<i>medidas frontales principales</i>	
DIP	distancia interpupilar
DNP	distancia nasopupilar (derecha e izquierda, DNP <sub>D</sub> y DNP <sub>I</sub> )
DE	distancia esfenoidal
DT	distancia temporal
DAS	distancia auricular superior
ANF	ángulo nasal frontal (derecho e izquierdo, D/I)
<i>medidas frontales relativas al plano de la montura</i>	
n	ancho nasal
h	altura nasal
<i>medidas frontales complementarias</i>	
LP	línea pupilar
LC	línea de cantus
a	altura de la pupila (derecha e izquierda (D/I))
c	altura de cejas (derecha e izquierda (D/I))
p	altura de pómulos, negativa (derecha e izquierda (D/I))
DR	distancia entre peñascos
ANA	ángulo nasal de apertura o de ataque (derecho e izquierdo D/I)
<i>medidas de perfil</i>	
i	ángulo de inclinación del plano de la montura
s	saliente nasal
l	longitud de la varilla
v	longitud total de la varilla (nominal)

Figura 33:Tabla con dimensiones laterales y frontales (Caum et al, 2001).

### 3.4. Ergonomía

La ergonomía ha existido desde siempre ya que la humanidad en su camino por entender al mundo ha buscado la manera de solucionar sus necesidades o las de su grupo, mediante herramientas que les faciliten el desarrollo de sus actividades, utilizando así los recursos naturales que lo rodean para asegurar su supervivencia (Cruz & Garnica, 2010).

Hoy en día la ergonomía se encarga de estudiar todos aquellos factores que intervienen en la interrelación *usuario-objeto* y como se desenvuelven dentro del entorno. Ambos (hombre y objeto), se tienen que complementar para que puedan funcionar de la mejor manera; el usuario siendo la mano que sirve para accionar mientras que el objeto se acopla a las cualidades de este; dicha interacción debe ser adquirida de forma natural o que su aprendizaje sea lo más fácil y práctico posible.

La ergonomía en los factores humanos es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano y la ejecución del sistema global (*Internacional Ergonomics Association, 2008*).

Tomando en cuenta la premisa de que “No todos somos iguales ni física, ni mentalmente” (Colegio de Ergonomía, 2008), es importante que sean estudiados desde las primeras instancias del proceso de diseño dichas características, para poder encontrar las diversas variables existentes entre el usuario y el objeto, es decir, todas aquellas actividades que realiza el usuario y las exigencias físicas, sensoriales y mentales que le pueda causar el uso del producto para que de esta manera se puedan evitar condiciones poco saludables, incómodas e ineficientes en los diferentes contextos de trabajo y uso (Soto, 2011).

De acuerdo con la AIE (Asociación Internacional de Ergonomía) la siguiente lista muestra la clasificación más común para los diferentes factores que afectan a los seres humanos al momento de desarrollar alguna tarea, actividad o función.

1. La postura del cuerpo y su movimiento, como el estar sentado, parado, levantando, jalando, empujando, etc.
2. Factores ambientales tales como el ruido, vibración, iluminación, clima, sustancias químicas, etc.

3. Factores de Información y operación, los cuales pueden ser percibidos a través de los sentidos, como sonidos de alarma, temperaturas de superficies, etcétera, así como el uso de controles y su relación con su disposición.

4. Tareas y trabajos de tal manera que sean los apropiados a las habilidades y capacitación de los usuarios al igual de interesantes.

Para esta investigación, será de vital importancia tomar en cuenta las características físicas de las personas con SD y su relación directa con el objeto (armazón), así como el comportamiento de ambos en diferentes contextos y actividades; dicho análisis nos brindará un panorama más amplio acerca de las múltiples deficiencias que se pueden presentar al momento de hacer uso de los armazones comerciales, en cuanto a la posición, tamaño e incluso la misma configuración de la forma.

### **3.5. Antropometría**

La antropometría es la disciplina que se encarga de dimensionar las partes del cuerpo humano en sus diferentes posiciones y actividades, esto con el fin de establecer la frecuencia con que se encuentran en diferentes, culturas, razas, sexos, edades, por mencionar algunos. Dichas dimensiones antropométricas se concentran en tablas o graficas para poder definir el sector poblacional y las características específicas que se presentan en el mismo (Cruz & Garnica 2010).

Estas mediciones permiten evaluar a las personas y la relación que tienen con todo su entorno, así como el desempeño, satisfacciones o problemas que se puedan presentar al momento de realizar cierto tipo de actividades o simplemente al hacer uso de algún tipo de producto.

Las medidas más usadas en la antropometría incluyen: longitud, peso, volumen y tipo de movimiento.

Dentro de esta disciplina podemos encontrar dos dimensiones, las estáticas y las funcionales. Las estáticas son aquellas en donde el cuerpo de la persona se encuentra en posición fija, es decir, no está realizando ningún movimiento y se puede tomar como punto de referencia esquelético -anatómico; estas pueden ser medidas tanto de un hombre como de una mujer o niño en reposo tales como anchura, altura, cintura, peso etc.

Cuando las medidas se requieren en posición estática se toman con la persona en absoluto reposo y en dos posturas fundamentales: vertical o de pie (figura 34) y sentado o sedente (figura 35). Cuando la persona que se va a medir no puede estar de pie, ya sea por enfermedad, discapacidad o por ser infantes, las medidas se toman en posición horizontal o acostada (decúbito supino) (Flores, 2001).

Por otro lado, las dimensiones funcionales mejor conocidas como dinámicas están relacionadas directamente a las posiciones que adopta una persona al momento de estar realizando un trabajo o aquellas que resulten de algún movimiento para realizar una actividad (García, 2011).

También se denominan compuestas, ya que la antropometría trabaja en conjunto con la biomecánica y la goniometría. El goniómetro se encarga de medir los desplazamientos angulares y lineales que realiza un miembro o el cuerpo entero, detectando la amplitud de movimiento en sus grados máximos y mínimos normales o anormales en cualquier posición como se muestra en la figura 36.

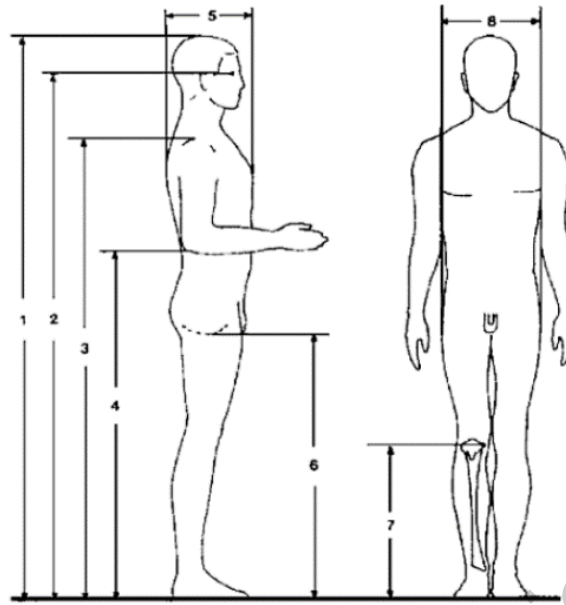


Figura 34: Rangos de medidas en posición estática en postural vertical o de pie. (García 2011).

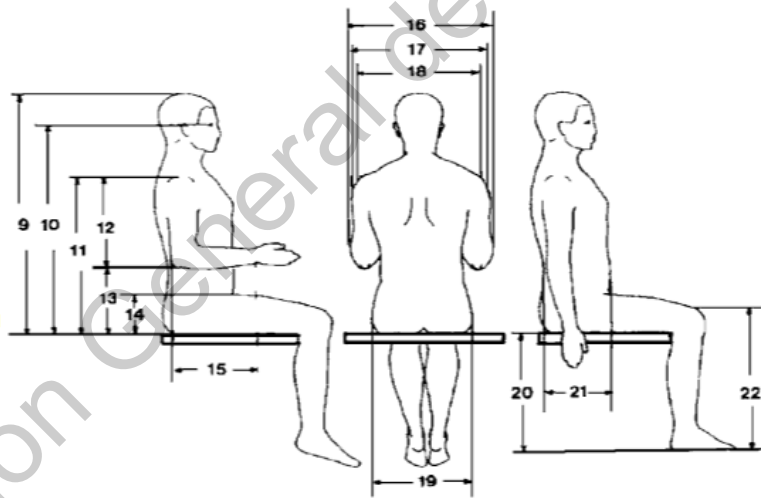


Figura 35: Rangos de medidas en posición estática en postura sentado o sedente (García, 2011).



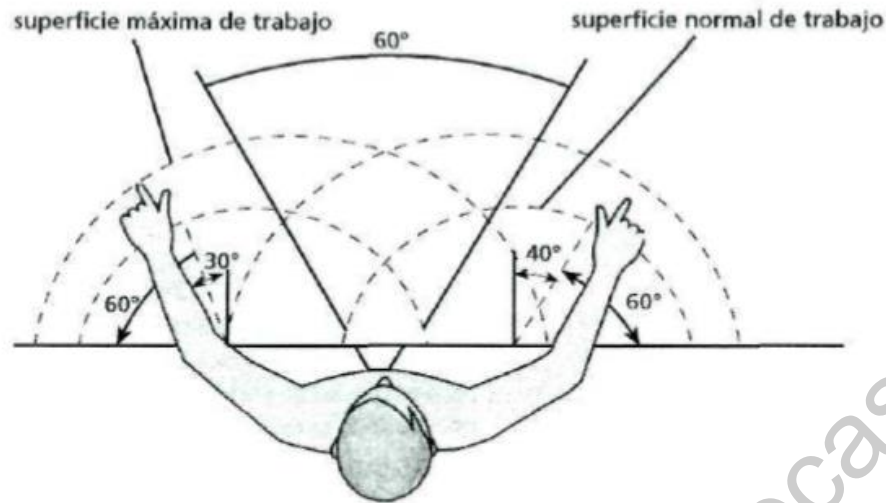


Figura 36: La antropometría dinámica mide el cuerpo humano en movimiento para determinar las medidas de su espacio de trabajo (Flores, 2001).

Dichos datos obtenidos deben de ser representativos de nuestra población muestra, ya que estos nos brindaran los requerimientos y parámetros necesarios para aplicarlos en el diseño de cualquier objeto.

Para esto es importante seleccionar a las personas con las características específicas de dicho caso de estudio, y al mismo tiempo llevar un registro ordenado de la información para poder tener una validez en los datos.

### 3.5.1. Herramental de medición

Para llevar a cabo las mediciones de las partes del cuerpo en sus diferentes posiciones, es necesario hacer uso del herramental adecuado el cual comprende a los siguientes:

### Antropómetro

Es utilizada para determinar las medidas de huesos cortos ya que tiene más precisión

### Tallímetro

Es un instrumento empleado para la medición de la estatura o la longitud de una persona de manera vertical. Por medio de una guía indica la medida desde el plano o base hasta la altura dada. La precisión necesaria es de 1 mm (Servicio de Salud del estado de Colima, 2015).

### Cinta métrica

Es un instrumento que mide a través de líneas marcadas longitudinalmente donde se pueden observar las unidades de medidas y sus divisiones. Es utilizada en la determinación de perímetros y la localización del punto medio entre dos puntos anatómicos (Anónimo, 2011).

## **3.6. Usabilidad**

El término usabilidad deriva directamente de "*usability*" que significa capacitado de uso, es decir, las características que tienen los objetos para ser usados de cierta manera y que están directamente relacionados con la facilidad o dificultad que presenta el usuario al manipular el producto (Huelvez *et al.*, 2009).

Es el nivel con el que un producto se adapta a las necesidades del usuario y puede ser utilizado por el mismo para lograr metas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico. La usabilidad no solo depende del

producto sino también del usuario, es decir, un producto solo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto y usuario determinados. Como la gente usa el producto (Bevan, 1994).

### 3.7. Funcionalidad

La funcionalidad es el valor extrínseco que tiene un objeto; todo producto es funcional en tanto solucione una necesidad (lo que un producto puede hacer), pero esta va directamente relacionada con la expectativa del usuario.

“Finalidad útil, cometido, servicio que presta el producto o la acción de comunicación para contribuir a la satisfacción de las necesidades humanas. Así mismo se distingue entre función y uso considerando que función se refiere a lo que hace el producto” (Fernández *et al*, 2015).

Esta puede ser determinada a partir de tres dimensiones posibles, lógicas, éticas y estéticas; cada una de estas va a ser determinada por la innumerable cantidad de espectadores que cada uno de los productos tiene ya que estos se encargaran de darle sus cualidades o valores operativos en la medida en que satisfaga su experiencia y sus necesidades (Soto, 1999).

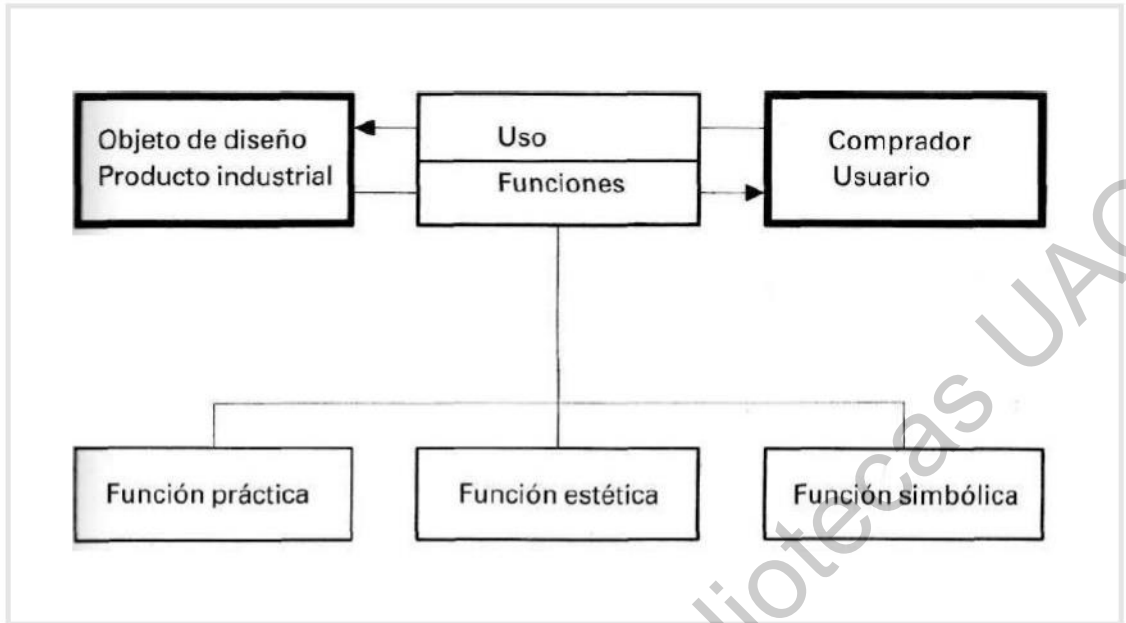


Figura 37: Diagrama relación entre funciones (Fernández et al, 2015).

**Función estética:** Es la función asociada directamente a la apariencia del objeto ya que es la principal causa del proceso de percepción que se genera en el usuario. Debido a esto tiene carácter multisensorial.

**Función práctica:** Es la función que cumple el objeto en la relación entre los usuarios y objetos a nivel funcional.

**Función simbólica:** Es la función que cumple el objeto delimitada por aspectos emocionales del usuario, tanto psicológicos, sociales y culturales del uso.

Es muy importante que pueda existir un equilibrio entre estos dos, y que en conjunto estén centrados en el usuario. Es necesario, entender, saber y trabajar con las personas que representan a los consumidores directos, y de esta manera desarrollar una mayor empatía.

## CAPITULO IV: METODOLOGÍA

*“A medida que el diseño como disciplina proyectual se transforma y evoluciona, se resalta cada vez más la importancia de la investigación en el diseño; que la práctica vaya más allá de meras creaciones estéticas que no fomenten el bien social” (Ruiz, 2016)*

### 4.1. Double Diamond Design

El diseño, como un proceso creativo para resolver problemas, necesita de una guía que indique el camino a seguir dentro de una investigación para lograr una solución viable a cada necesidad que se plantee.

Dichas guías son las metodologías de diseño que van de acuerdo con los objetivos planteados, ya que cada una de estas permite comprender y analizar el contexto en el que se desenvuelve el producto, cuáles son los requerimientos del usuario, realizar pruebas y evaluar los resultados obtenidos.

Para esta investigación se utilizó la metodología *“Double Diamond Design”* misma que se desarrolló en el 2015 en el *“Design Council”* como una forma gráfica de describir el proceso de diseño centrado en el usuario.

El principal objetivo del *Double Diamond Design* está centrado en el usuario, ya que tiene como premisa que para garantizar el éxito del producto es importante tomar en consideración a el usuario en cada una de las etapas, desde la exploración de información hasta la etapa de pruebas y entrega. Esto con el fin de tener en cuenta las verdaderas necesidades de las personas y de acuerdo con cada una de sus características, desarrollar productos reales

En cada uno de los procesos creativos, se crean una serie de ideas posibles antes de llegar a la última idea. Es por eso por lo que esta metodología se representa en forma de diamante (figura 38) ya que te permite hacer esto dos veces para corroborar la definición del problema.

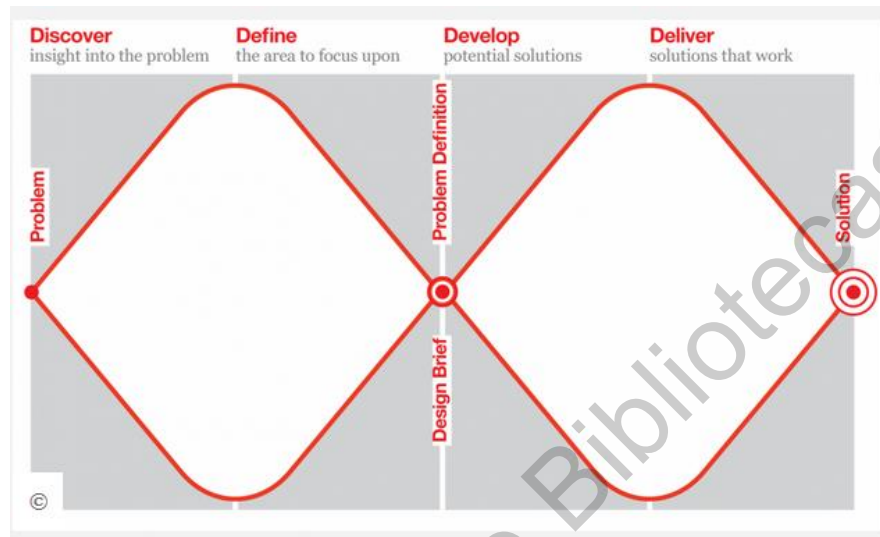


Figura 38: Mapa visual del proceso de diseño en forma de doble diamante (Design Council, 2015).

Dicha metodología está dividida en cuatro etapas que forman parte del marco de la innovación las cuales son:

*Discover (descubrir)*: es la primera fase de este modelo en donde el principal objetivo es observar cada detalle lo que nos rodea para obtener cosas nuevas y generar ideas.

*Define (definir)*: esta representa la etapa de la definición del problema y todas las posibles soluciones que se le pueden dar a partir de lo que se encontró en la etapa 1; ¿Qué es más importante? ¿Con qué se debe de actuar primero? ¿Cuál es más viable?

*Develop (desarrollar)*: esta fase es un periodo de prueba y error, en donde se realizan prototipos y modelos para crear soluciones y conceptos nuevos que contribuyan a resultados viables.

Deliver (entregar): en la fase de entrega se obtiene cómo resultado un producto o servicio listo para producirlo y lanzarlo dentro del mercado.

## 4.2. DESCUBRIR

El objetivo de esta primera fase es recoger la mayor cantidad de información mediante diversas herramientas que permitan un acercamiento directo e indirecto con el usuario.

Para el diseño de cualquier producto o servicio es muy importante que siempre se escuche y se observe a los usuarios y el contexto en donde se desenvuelven para poder comprender las necesidades que estos tienen, que se puede atacar y como se puede encontrar la mejor manera de resolverlo.

### 4.2.1. Observación

En pocas palabras, observar es investigar. Cuando una persona observa el entorno que lo rodea, adquiere información a través de los ojos con ayuda de los demás sentidos. Es una actividad innata que se da de manera espontánea e intuitiva, y que, aunque pasa desapercibida está siempre presente (Ruiz, 2016).

Por estas razones es muy importante que se preste atención a cada uno de los elementos que envuelven a determinada situación, porque se puede dar el caso, que en alguno de estos podamos encontrar nuestra área de oportunidad de acuerdo con las necesidades reales del usuario.



Figura 39: Adolescente con SD haciendo uso de gafas oftálmicas (Elaboración propia, 2019.)

Una vez que se decidió el tema a investigar, se comenzó a realizar la observación a través de diferentes métodos y en diferentes circunstancias. En primera instancia se utilizó la herramienta POEMS. Esta sirve como apoyo para sintetizar la información obtenida, clasificándola en cinco grupos: *(People)* personas, *(Objects)* objetos, *(Environment)* entornos, *(Message)* mensajes y *(Service)* servicios.

A través de esta herramienta se obtuvo información básica acerca del contexto en el que se desenvuelven las personas con SD que acuden a los diferentes establecimientos en donde reciben atención.

En la tabla 2 se muestra información obtenida en la entrevista realizada a la Dr. María de los Ángeles López quien funge como encargada del área de estimulación temprana en el Hospital del Niño y de la Mujer localizado en el estado de Querétaro. Durante esta entrevista no se pudo tener contacto directo con los pacientes ni con los padres de familia porque además de que el espacio donde se hacen las evaluaciones generales no se contaba con las condiciones necesarias para



que estuvieran tantas personas dentro, en ese momento tampoco se podía permitir el acceso a las diferentes aulas de estimulación.

P	O	E	M	S
-Enfermeras -Padres de familia -Niños -Fisioterapeutas -Educadoras -Doctores -Trabajadoras sociales -Maestras -secretarias	-Camilla (muy pequeña) -Pelotas -Cojines -Juguetes -Tapetes -Estetoscopio -Aparatos auditivos -Pinturas -Telas -Mochilas -Escritorios -Lockers	-Espacio reducido -Paredes blancas -Juguetes en malas condiciones -Las cosas de las enfermeras no tenían un lugar en específico -Todo amontonado -Cojines en mal estado	-Miedo -El espacio, a pesar de que era para revisar a niños, no estaba adecuado para ellos. -Ansiedad -Sucio -Encerrado -Amontonado	-Los pacientes tenían solamente dos consultas al mes para revisión -Los pacientes eran niños de 0 a 5 años -Al momento de la revisión entraban, doctores, enfermeros, fisioterapeutas, además de los padres de familia y el niño en un espacio muy reducido.

Tabla 2: Resultados de la observación realizada en el Hospital del Niño y la Mujer Qro. mediante la herramienta POEM (Elaboración propia).

La siguiente tabla (tabla 3) se obtuvo a partir de la entrevista realizada a la educadora Lic. Andrea Monroy quien es encargada de dirigir el centro de desarrollo "Down Station". Este lugar se encarga de brindar atención personalizada específicamente a personas con síndrome de Down de todas las edades, desde niños que se encuentran en la primera etapa de aprendizaje, así como también a adultos que necesitan diferente tipo de estimulación para poder ser independientes.



Figura 40: Alumnos del centro de desarrollo "Down Station" (Elaboración propia).

P	O	E	M	S
-Educatora	-Juguetes	-Espacio amplio	-Empatía	-Las sesiones son
-Niños	-Hojas de papel	-Limpio	-Paciencia	individuales o en
-Adultos	-Dibujos	-Cada niño o	-Comunicación	parejas de acuerdo
-Padres de familia	-Pelotas	adulto tiene	-Cariño	con las necesidades
-Fisioterapeuta	-Crayolas	material	-Estimulación	y a las edades
	-Tapetes	especifico	-Inclusión	-Atención
	-Libros	-Las actividades		personalizada
	-Rompecabezas	se realizan en		-Cada sesión tiene
	-Pinturas	diferentes		actividades
		lugares		diferentes

Tabla 3: Resultados de la observación realizada en el Centro de Desarrollo "Down Station" mediante la herramienta POEMS (Elaboración propia).

#### 4.2.2. Stakeholders

Dentro de cualquier proyecto, las partes interesadas en este son todas aquellas personas, grupos u organizaciones que se ven afectadas directa o indirectamente obteniendo o no cierto apoyo o beneficio. A estas personas o grupos de interés se les llama *Stakeholders*

Los *Stakeholders* forman parte de una red de contactos que contribuyen con su participación independiente en algún proyecto. Estos pueden ser los primarios, que son aquellos que tienen una aportación económica directa y se preocupan por el funcionamiento de la empresa o del proyecto; y los secundarios quienes son las personas externas las cuales no participan en acciones importantes de la empresa, pero si se ven afectadas por estas.

Para hacer el análisis de las personas que contribuyeron dentro de esta investigación, se realizó un diagrama basado en las practicas realizadas en el "Citizen's Rail Project" en donde organizan a todos los *Stakeholders* de forma progresiva de acuerdo a su aportación y la importancia de esta. Es decir, se definieron aspectos que fueran relevantes para guiar la investigación, así como la identificación de individuos o grupos que intervienen en cada etapa del proceso como se muestra en la figura 41.

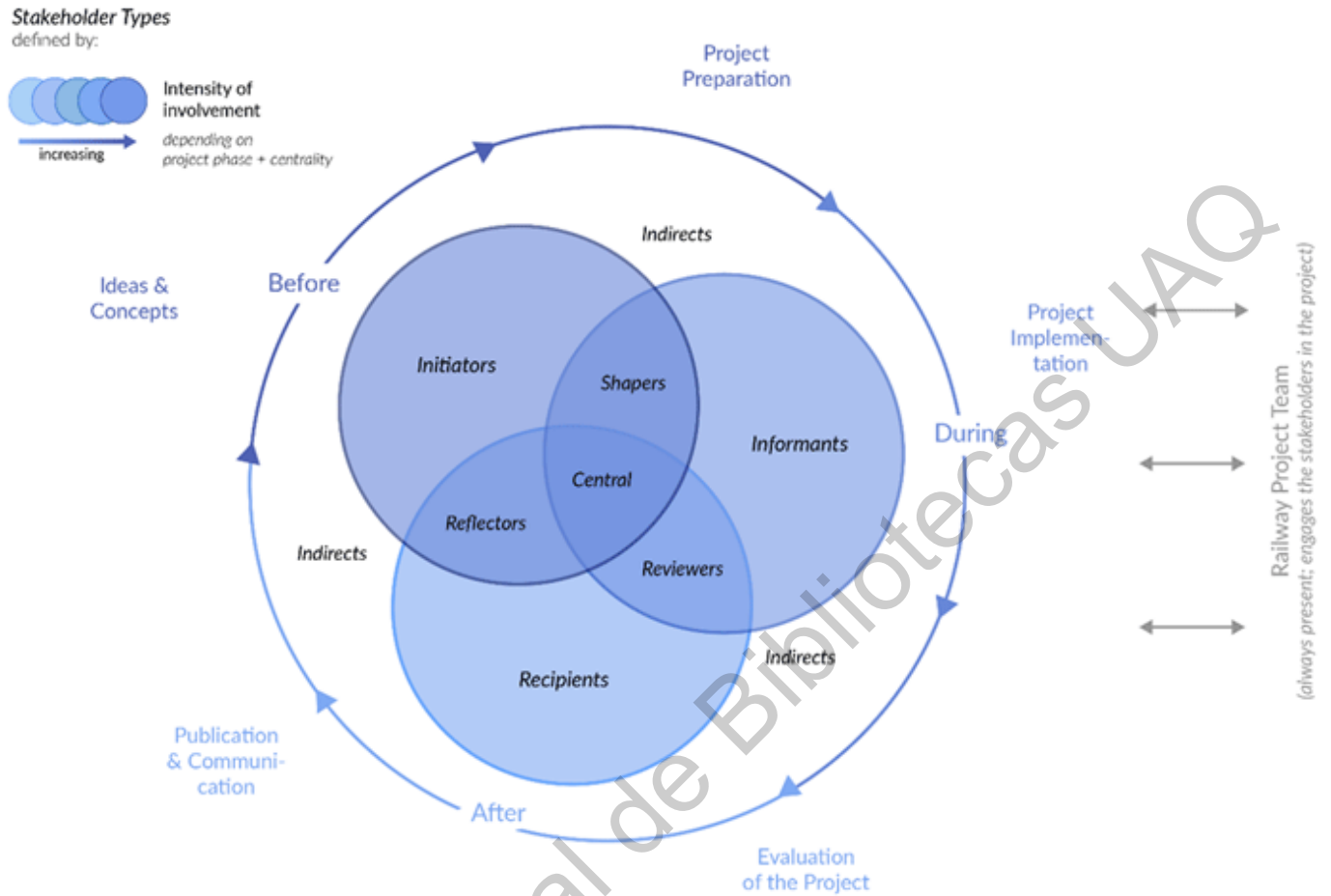


Figura 41: Modelo realizado en el "Citizen's Rail Project 2015" y en donde colocan a los Stakeholders de acuerdo a su nivel de participación.

El esquema se divide en 3 fases, *before* (antes), *during* (durante) y *after* (después). Durante estas fases se localizan ciertos grupos de acción en donde intervienen los Stakeholders.

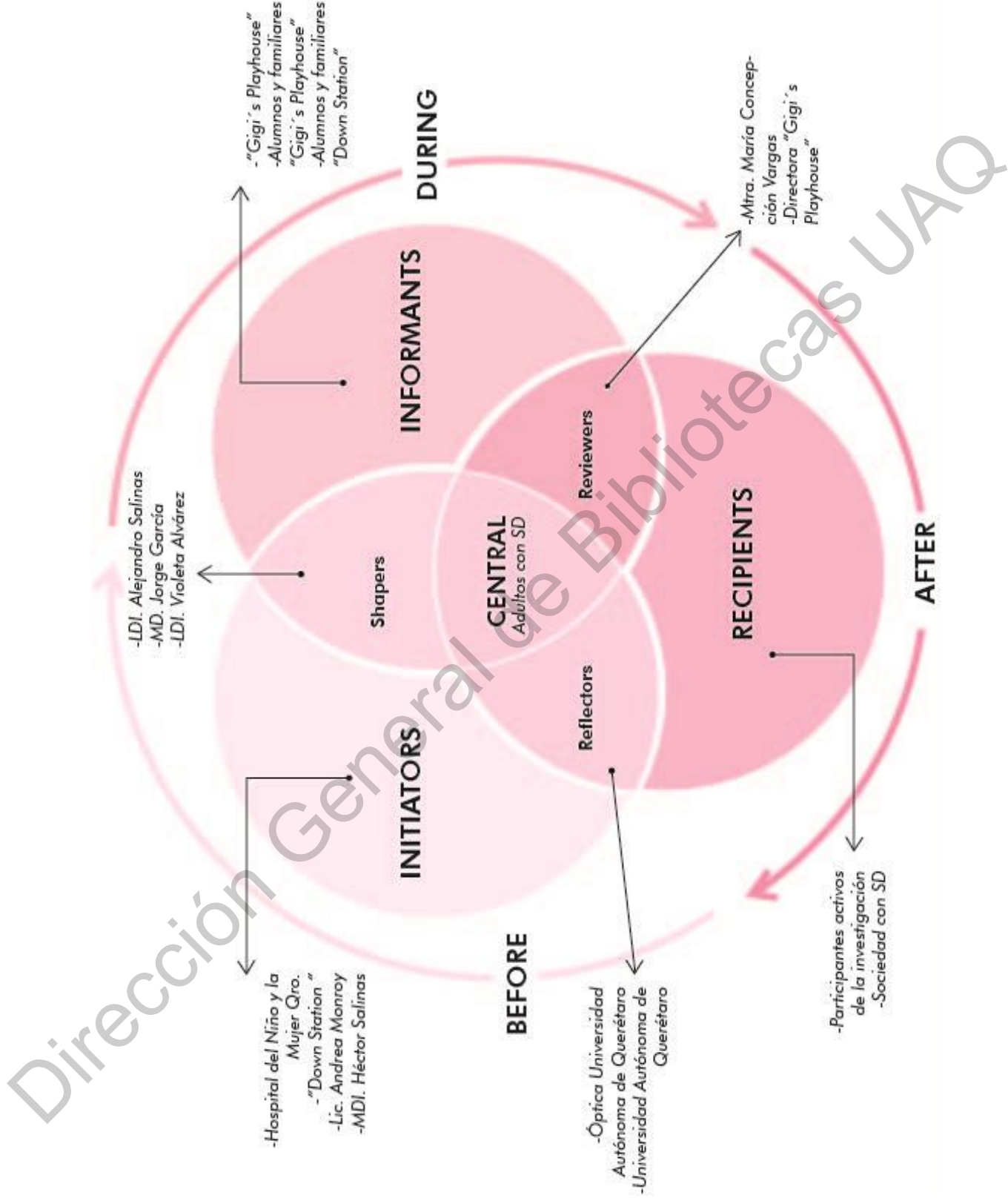


Figura 42: Modelo interpretativo (Elaboración propia, 2019).

Los primeros son los *initiators* quienes brindan información primaria y ayudan a sintetizar la mayor cantidad de datos recolectados. Seguidos de los *informants* quienes son aquellos potenciales usuarios que están involucrados en el desarrollo del proyecto y que brindan un panorama de opiniones y críticas constructivas para la mejora continua; y finalmente los *recipients* quienes no están directamente involucrados en el proyecto, pero tienen cierto interés o beneficio con el resultante de este.

#### 4.2.3 Mapa mental

El mapa mental es una herramienta que sirve para analizar la información de manera visual y conectar ideas, mediante un razonamiento previo de los datos, de forma creativa y lógica. Es una manera muy intuitiva para organizar los pensamientos, ya que estos mapas imitan la forma en que el cerebro piensa, rebotando ideas de una a la otra, en lugar de pensar linealmente

Esto permite generar una serie de conocimientos que dan pauta a una exploración más específica y así encontrar un área de oportunidad que sirva de punto de partida para iniciar con la investigación y sus respectivos requerimientos.

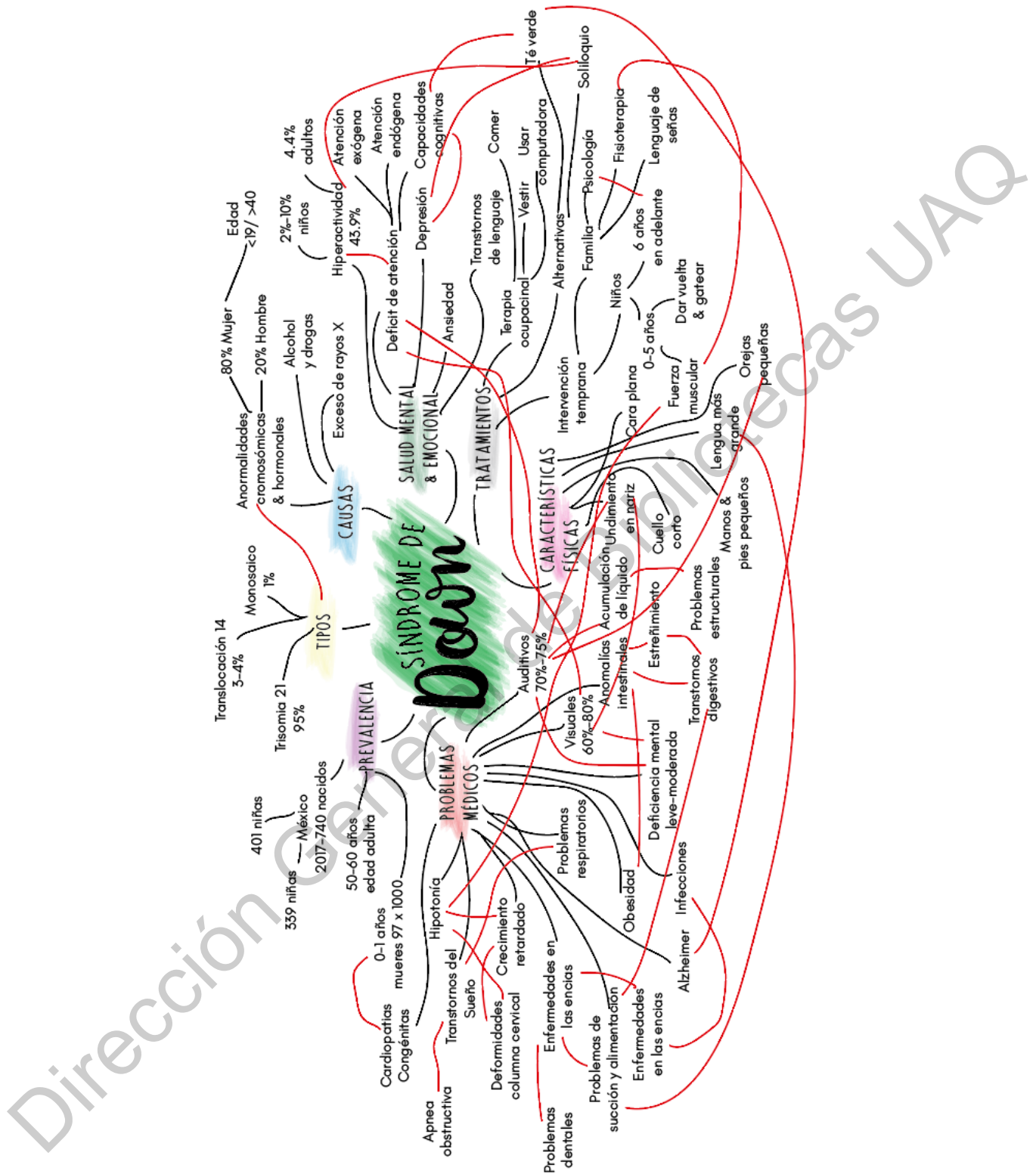


Figura 43: Mapa mental con conexiones (Elaboración propia, 2019).

### *Análisis:*

Una vez que se realizan las conexiones de acuerdo con el procesamiento de información, se puede observar cuales son los principales factores que resaltan del mapa y en donde se debe de prestar atención. En este caso los más significativos se dirigen hacia las características físicas y la relación que estas presentan con los múltiples problemas de salud y comportamientos sociales.

#### 4.2.4. Revelaciones (*Insights*)

Una revelación o un *insight* es una clave, la esencia que nos permite encontrar la solución a un problema. Un camino, un dato que nos sugiere como resolver cualquier ecuación por compleja que sea. Pero, el *insight* no es la solución. Es simplemente el punto que nos lleva al camino de esa solución.

Una vez analizada la información y las conexiones que se hicieron a través del mapa mental es necesario enlistar cada uno de los hallazgos con los cuales se continúa trabajando el proyecto y los que darán pauta, junto con el *insight*, hacia los requerimientos y especificaciones necesarios para que este se lleve a cabo.

Los hallazgos que se obtuvieron fueron los siguientes:

-Se tiene una mayor incidencia de problemas de déficit de atención en adultos a causa de los diversos problemas visuales y auditivos, ya que con la edad estos se van agravando.

-A pesar de que en la etapa adulta siguen siendo tratados como "niños", no reciben la misma atención que cuando si lo eran; y tanto sus características físicas como sus problemas de salud siguen estando ahí.



-El mal uso del instrumento óptico afecta directamente su capacidad de comprensión de información, además a largo plazo provoca problemas en la columna cervical.

-Las características físicas de los jóvenes-adultos con SD son distintas a las de la mayoría de la población, por lo que los artículos comerciales no son adecuados para ellos.

En conclusión, se puede determinar que actualmente en el país no *hay productos comerciales para los problemas visuales y las características físicas de los adultos con SD.*

Las personas con SD al contar con rasgos físicos como la ausencia del tabique nasal y orejas a diferente altura, genera que los lentes que actualmente ofrece el mercado en nuestro país, al no estar diseñados específicamente para ellos, sean causantes de molestias y una serie de consecuencias a corto y a largo plazo que afectan directamente su desarrollo y calidad de vida.

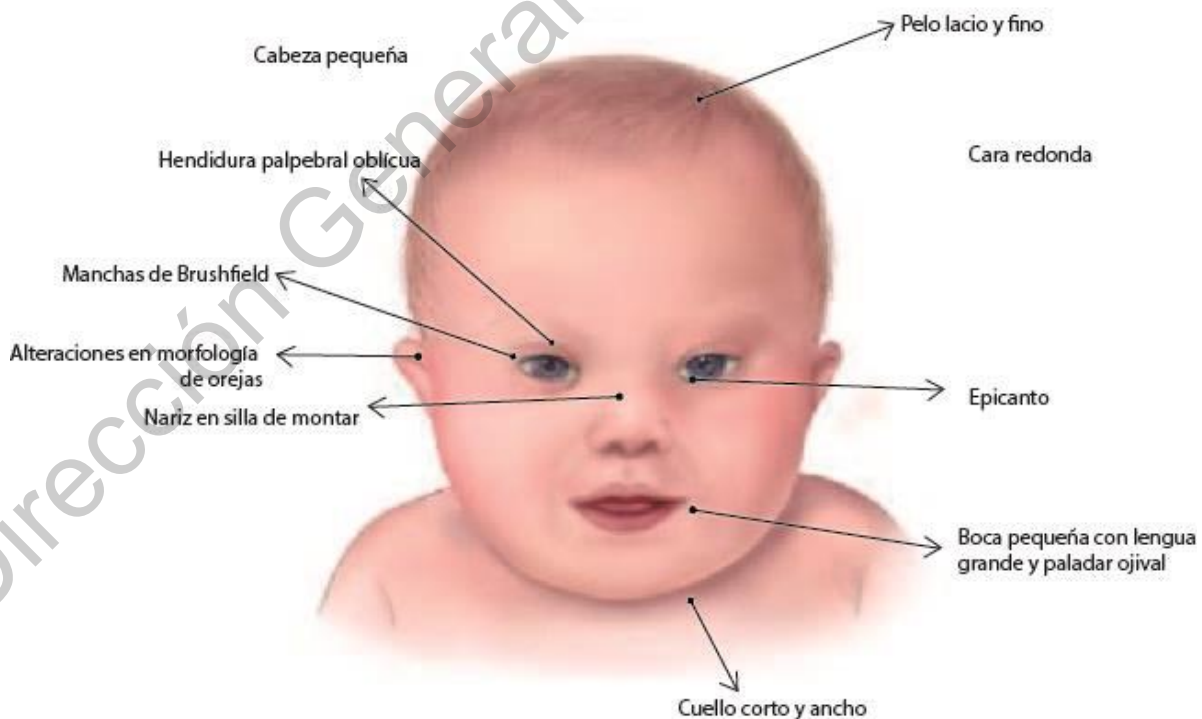


Figura 44: Principales rasgos físicos de personas con SD (Elaboración propia, 2019).

#### 4.2.5. Análisis de mercado

A pesar de que ya se sabe que el producto va a ser configurado para un adulto con SD, se debe de tomar en cuenta el sector poblacional al cual va a ir dirigido, ya que éste, depende de la capacidad adquisitiva que tienen las personas que son económicamente responsables de ellos.

Por esa razón, se tomará de referencia a partir del nivel socioeconómico C-, donde el 17.1% de los mexicanos se encuentran, es decir, el jefe de familia tiene un nivel de estudios promedio de secundaria o preparatoria, puede ser de familias completas o padres solteros, las casa en donde viven son de Infonavit, Fovissste o Fonhapo, cuentan de 0 a 1 coche propio, el jefe de familia cuenta tiene una jornada laboral de 8 horas con una hora de comida intermedia (Rankia 2016).

#### 4.3. DEFINIR

La metodología del *"Double Diamond Design"* es una herramienta que te permite trabajar de forma no línea, es decir, el proceso de diseño resulta ser mucho más fluido y se va adecuando a los proyectos de acuerdo a sus necesidades.

Para este caso en particular, se reúne toda la información obtenida anteriormente y a partir de un análisis, se comienzan a generar conceptos e ideas que permitan llegar a una solución viable.

Dentro de esta segunda fase es importante abrir los horizontes para obtener inspiración de nuestros alrededores y poder plasmar nuestras ideas en pequeños bocetos o representaciones que después nos puedan ayudar a trasladar en objetos tangibles e intangibles.

### 4.3.1. Generación de concepto

La generación de conceptos ayuda a definir el mensaje que se quiere transmitir una vez teniendo el resultado del producto.

Para esto, se hizo uso de la herramienta de "moodboard". Esta es una herramienta visual que ayuda a plasmar ideas a través de emociones y experiencias mediante el uso de imágenes, texturas y colores en donde se pueden representar diferentes conceptos y significados que, aunque estos sean distintos componentes, todos en conjunto forman una misma idea.

Para esta investigación se realizaron 3 diferentes tableros de imágenes en donde se refleja las principales características que se buscan para el producto, *moodboard*, *lyfe style* y *style board*.



Figura 45: Moodboard de personalidad (Elaboración propia, 2019).



Figura 46: Moodboard de estilo de vida (Elaboración propia, 2019).

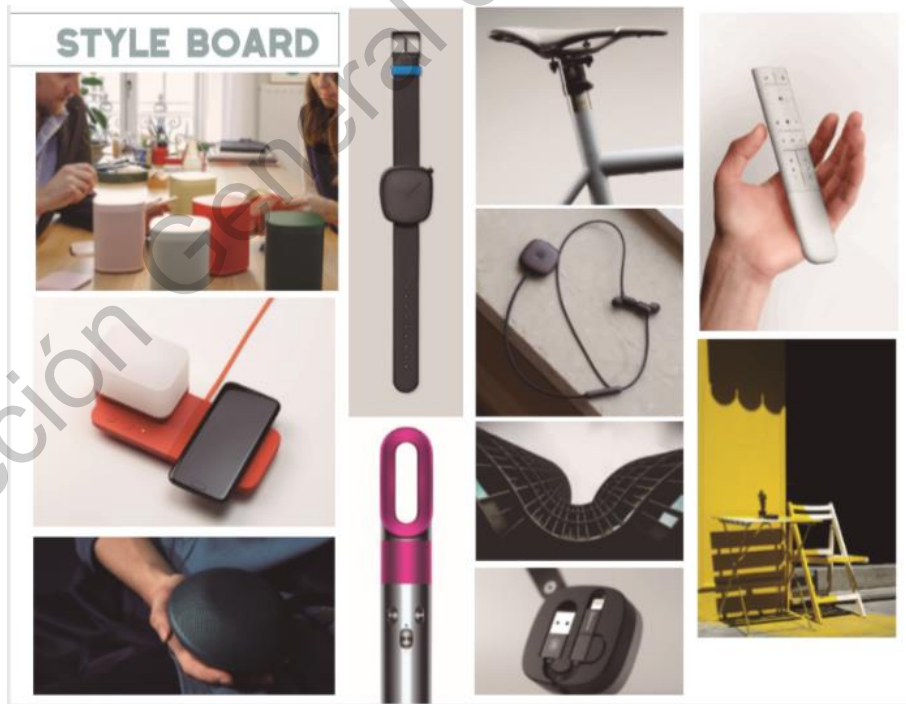


Figura 47: Moodboard de estilo (Elaboración propia, 2019).

### 4.3.2. Proceso de ideación

Para poder llevar a cabo el proceso de ideación es importante comenzar a plasmar esas ideas en bocetos o en lo que se conoce también como *sketching*, ya que estos son una forma muy fácil de representar y transmitir ideas a cualquier persona.

Además, te permiten conceptualizar en un inicio la propuesta que se le da al usuario, así como también para explicar funcionamientos o algún proceso de usabilidad de un producto.



Figura 48: Proceso creativo sketching (Elaboración propia, 2019).

## 4.4. DESARROLLAR

Esta etapa permite una exploración profunda y un acercamiento en entornos reales con diversos modelos y prototipos volumétricos, así como pruebas que comprueben el funcionamiento del producto propuesto y que este cumpla con los requerimientos planteados.

### 4.4.1. Prototipos

De acuerdo con los modelos realizados a partir de diferentes materiales, se debe de comprobar que el producto realmente funciona. Es importante tener un registro de las pruebas realizadas para tener un respaldo y una comprobación de lo que funciona y lo que no, de esta forma implementar las mejoras en el prototipo final.

Durante toda la etapa de prototipado se hizo uso de varios materiales para experimentar tanto con las formas como con la función, desde de plastilina epóxica para observar formas y tamaños, hasta impresión en 3D de PLA (ácido poliláctico) para poder corroborar medidas, espesores, acabados y en general el funcionamiento de los lentes.



Figura 49: Prototipos realizados (Elaboración propia, 2019).

Los modelos (figura 49) se dividen por fases de acuerdo a las diferentes pruebas que se fueron realizando y las respectivas modificaciones que se hicieron en cada una de estas.

Para toda la etapa de pruebas fue necesaria la participación de 15 adultos con SD de entre 18 y 32 años quienes voluntariamente participaron en cada fase.

Fase 1- modelos de bocetos tridimensionales:

En la fase 1 (figura 50) se muestran los primeros modelos de comprobación formal, estos sirvieron como primer acercamiento ya que hasta este punto se desconocía de qué manera afectaban las características físicas en la usabilidad de los armazones comerciales. Dichos modelos se construyeron con plastilina epóxica, foami moldeable, plastilina y metal.



Figura 50: Modelo realizado fase 1 (Elaboración propia, 2019).



Se realizaron pruebas de forma para observar, en primer lugar, las partes físicas que intervenían directamente y aquellas que contribuían al mal uso de los armazones. De igual manera se probó con aditamentos (figura 48) que, al ser colocados en el puente de los armazones existentes, pudieran suplir la ausencia del tabique nasal para evitar que los armazones que ya usan se resbalen o se caigan y además propicien una altura correcta de visión.



*Figura 51: Modelos de aditamento realizados fase 1 (Elaboración propia, 2019).*

Un inconveniente al utilizar los armazones regulares, es que las orejas de las personas con SD están situadas en un nivel más bajo que las de una persona sin esta anomalía, es por eso que se experimentó con diversas formas de sujeción, así como la manera en la que estas se podrían adaptar a los armazones (figura 51).

Una vez realizadas las pruebas, las principales observaciones que se hicieron fue que el peso del material es un factor importante ya que este puede afectar directamente en la usabilidad del producto, considerar la flexibilidad del material

para que al momento de su manipulación sea duradero y resistente y por último la forma de sujeción tiene que ser ajustable a sus necesidades.



Figura 52: Modelo con plastilina epóxica (Elaboración propia, 2019).

### Fase 2- modelos de desarrollo:

Para las siguientes pruebas (figura 53) se tomaron en cuenta las observaciones previas acerca del ajuste de las patillas hacia las orejas. Es por eso que en esta etapa se realizaron modelos de desarrollo que permiten experimentar como serán ensambladas las piezas de acuerdo a la forma de las mismas, así como con diversos métodos que solucionarán la sujeción del armazón hacia la cabeza.



Figura 53: Modelos realizados fase 2 (Elaboración propia. 2019).

En la figura 54 se muestra una prueba de patillas que se realizó a partir de puntos de presión, esto con el fin de no sujetar la oreja completamente, si no abrazar la cabeza con las patillas de los armazones. A pesar de que ya existen sistemas como diademas inteligentes que se basan en este principio, se consideró respecto a la prueba que esto podría ser un tanto invasivo para la cabeza y las orejas del usuario.



Figura 54: Modelo realizado puntos de presión vista lateral (elaboración propia, 2019)



Figura 55: Modelo realizado puntos de presión vista isométrica (Elaboración propia, 2019).

Se realizaron diversas formas de patillas (figura 56) que contribuyeran a una mejor sujeción. Otra característica que se encontró fue que además de que las orejas están situadas en un nivel abajo respecto a los ojos, también están más cerca de ellos y en cada persona con SD esta distancia es diferente. Para darle una solución a esto, se realizaron pruebas de patillas con un sistema de extensión de tres niveles como se muestra en la figura 57.



Figura 56: Modelos realizados para variación de forma de patillas (Elaboración propia, 2019).



Figura 57: Modelo realizado para prueba de sistema corredizo (Elaboración propia, 2019).

Estos tres niveles permitían un ajuste manual del usuario de acuerdo a sus características físicas, no obstante, el material utilizado no fue el ideal ya que el espesor mínimo de este era demasiado grueso para dar la forma y al mismo tiempo era muy delgado para resistir el esfuerzo al momento de jalar ambas partes. El material utilizado para estos *mockups* fue PLA en impresión 3D.

De igual manera se experimentó con la amplitud del armazón para determinar un tamaño que no afecte a la refracción de los cristales, ya que entre más amplio sea el cristal es más fácil distorsionar el punto focal del ojo.

Fase 3- modelos de apariencia:

La figura 58 muestra la tercera prueba realizada en donde a las patillas se le añadió una línea cruzada para darle rigidez al armazón. De igual forma se redujo el tamaño del armazón.



Figura 58: Modelo realizado variación de patilla y armazón (Elaboración propia, 2019).

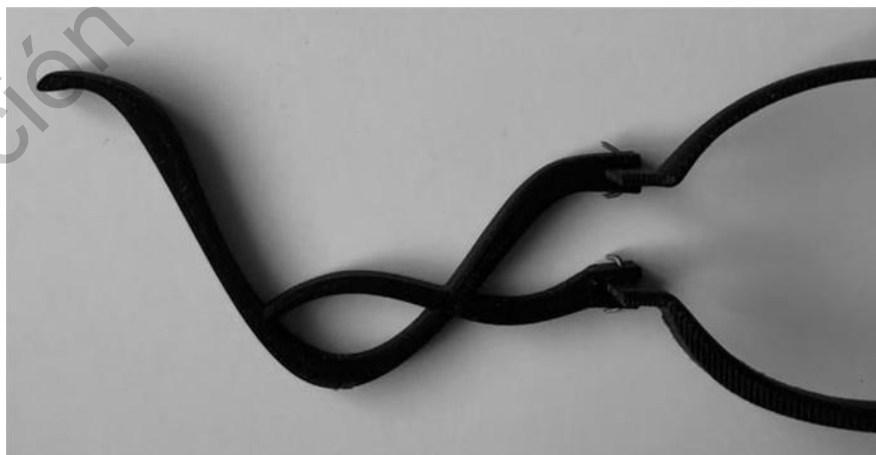


Figura 59: Vista lateral de varilla (Elaboración propia, 2019).

En esta etapa la estética del producto comenzó a tener un peso importante ya que a los usuarios a los que se les hizo la prueba no les convencía del todo este ajuste en las patillas y por lo tanto no había apropiación de ellos hacia el producto mismo.



*Figura 60: Prueba en usuario, vista lateral (Elaboración propia, 2019).*



*Figura 61: Prueba en usuario, vista frontal (Elaboración propia, 2019).*

Fase 4- modelos de concepto funcional:

Otra variante que se encontró en las pruebas realizadas previamente es que el arco ciliar de las personas con SD, que es el hueso situado entre la ceja y el párpado, se encuentra ligeramente pronunciado, lo que provoca que el armazón choque directamente con este y a su vez se encuentre más cerca del ojo.

Para esta problemática, se implementó un ángulo de  $20^\circ$  en la parte del talón y la bisagra como se muestra en la figura 62 de lado derecho generando así un mayor espacio entre el hueso del usuario y el armazón.



Figura 62: Comparación lateral con la aplicación del ángulo (Elaboración propia, 2019).



Figura 63: Comparación de la aplicación de ángulo en el usuario (Elaboración propia, 2019).

En las figuras 62 y 63 se muestra como era el armazón antes de aplicarle el ángulo (lado izquierdo) y el resultado del ángulo (lado derecho) en la separación del armazón y el arco ciliar.



### Fase 5- modelos de producción:

Durante esta fase se realizaron variaciones y pruebas con un material más flexible que permitía modificar la forma de las patillas para que estas abrazaran la oreja.

A pesar de que las patillas lograban doblarse, después de un tiempo, estas regresaban a su forma original, además era demasiado ligero y por lo tanto no tenía suficiente resistencia en su estructura por lo que el resultado con este material no fue favorable.

Sumado a esto los acabados del material tenían superficies rugosas que generaban una mala apariencia y al mismo tiempo incomodidad al tacto.



Figura 64: Prueba de uso de material flexible (Elaboración propia, 2019).



Figura 65: Prueba en usuario con material flexible (Elaboración propia, 2019).

#### Fase 6:

Durante esta sexta fase se implementaron nuevas formas y tamaños en los aros de los armazones para evitar problemas de refracción en las micas de los usuarios (figura 66). Es importante tener en cuenta que los aros de los armazones no deben de sobrepasar la línea de las cejas ni deben de tocar los pómulos del usuario, ya que, si estos son más grandes de lo normal, el punto de refracción se distorsiona provocando mareos y dolores de cabeza (figura 67).

A su vez, se trabajó en el diseño de la parte frontal del armazón, esto con la final de comenzar a darle personalidad al producto y crear una apariencia que refleje un producto especial para adultos y no para niños.



Figura 66: Pruebas de forma y espesor de material (Elaboración propia, 2019).



Figura 67: Pruebas de forma y dimensiones en usuario (Elaboración propia, 2019).

Fase 7- modelos conceptuales de ensamblajes:

Es necesario que las patillas, como parte fundamental de la estructura del armazón, estén bien colocadas y que además cumplan con la función de sostener correctamente todo el frente.

Por esa razón, a partir de esta fase se hizo mucho énfasis en encontrar una solución viable a la sujeción de las patillas. En la figura 68 se muestran las primeras dos propuestas que se tuvieron, la primera (figura 69) consiste en un gancho corredizo que se ajusta a la distancia de las orejas, el objetivo era que el usuario recorriera el gancho de tal forma que quedara justo detrás de la oreja y de esta forma evitar que los lentes se cayeran y se fueran hacia el frente.



Figura 68: Prueba de sujeción en varilla (Elaboración propia, 2019).

La siguiente propuesta, de lado derecho, muestra la patilla más alargada de tal forma que el resorte sujete por completo a toda la oreja por la parte de atrás. A pesar de que este funcionaba, el sistema de instalación del resorte no era lo adecuado ya que era necesaria la aplicación de otros elementos como pegamentos.



Figura 69: Prueba de varilla 1 (lado izquierdo) y prueba de varilla 2 (lado derecho) en usuario (Elaboración propia, 2019).

#### Fase 8- modelos conceptuales de ensamblajes:

Como parte de la siguiente fase se realizaron propuestas de un sistema que permitieran la instalación rápida y segura del resorte. Esta resulto ser una de las etapas más complicadas ya que involucraba la integración de más elementos que al mismo tiempo tenían que ser prácticos, resistentes y fácil de colocar.

La metodología del Doble Diamante permite regresar a etapas anteriores de la investigación con la finalidad de volver a generar ideas y conceptos que, de acuerdo con los resultados obtenidos hasta el momento, puedan brindar otras soluciones u otras alternativas a las necesidades planteadas.

Es por eso que se realizó nuevamente una etapa de bocetaje para encontrar una solución viable a los requerimientos establecidos.

La primera propuesta (figura 70) muestra un sistema en donde el resorte cuenta con dos pequeños insertos en los extremos para que entren por un pequeño orificio y una vez que se haga la tensión del resorte, los insertos se detengan en el borde de la patilla y así evitar que se recorra el material. Además, el resorte cuenta con un recubrimiento plástico para evitar que el grosor del material lastime la piel del usuario después de un determinado tiempo (figura 71).

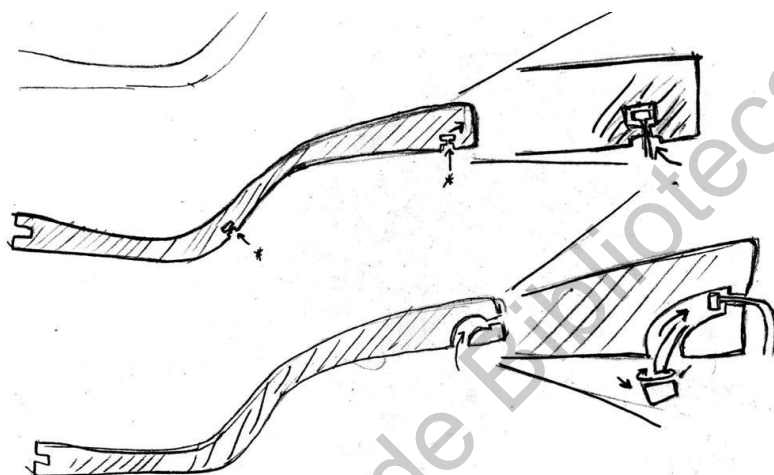


Figura 70: Boceto propuesta para sistema de sujeción (Elaboración propia, 2019).



Figura 71: Prueba de sistema de sujeción (Elaboración propia, 2019).

La siguiente propuesta (figura 72) consiste en la opresión del resorte a través de un sistema en forma de zigzag. El área del zigzag en donde entra el material es ligeramente más estrecho, esto para asegurar que, una vez colocado el silicón, éste tome la forma del zigzag y con las partes puntiagudas se formen puntos de presión y de esta forma evitar que se salga.

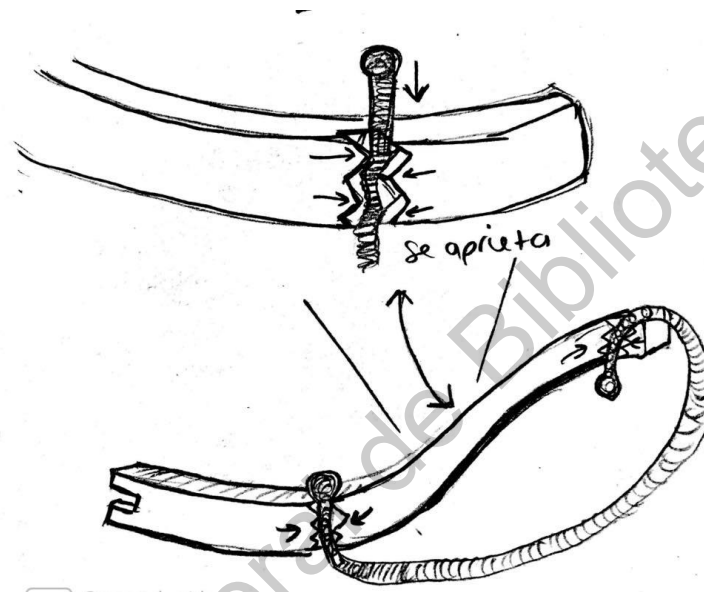


Figura 72: Boceto propuesta para sistema de sujeción en zigzag (Elaboración propia, 2019).

A pesar de que para esta propuesta no era necesario un elemento extra para que el silicón se sujetara, la fricción causada al meter el material a presión, provoca que el silicón se desgaste y se rompa o se generen cortaduras con las partes del zigzag, debilitando el material y al mismo tiempo provocando que se salga de manera constante.



Figura 73: Prueba de sistema de sujeción en zigzag (Elaboración propia, 2019).

Dirección General de Bibliotecas UAQ



## CAPITULO V: ENTREGAR

### 5.1. Resultado

A través de las conclusiones y las observaciones que se obtuvieron en cada una de las pruebas realizadas con los prototipos, fue posible recopilar todos los aspectos importantes y esenciales para realizar la construcción del modelo final, el cual, está compuesto de la siguiente manera:

1. Aros
2. Varillas
3. Talón
4. Puente nasal
5. Frente
6. Plaquetas
7. Silicones

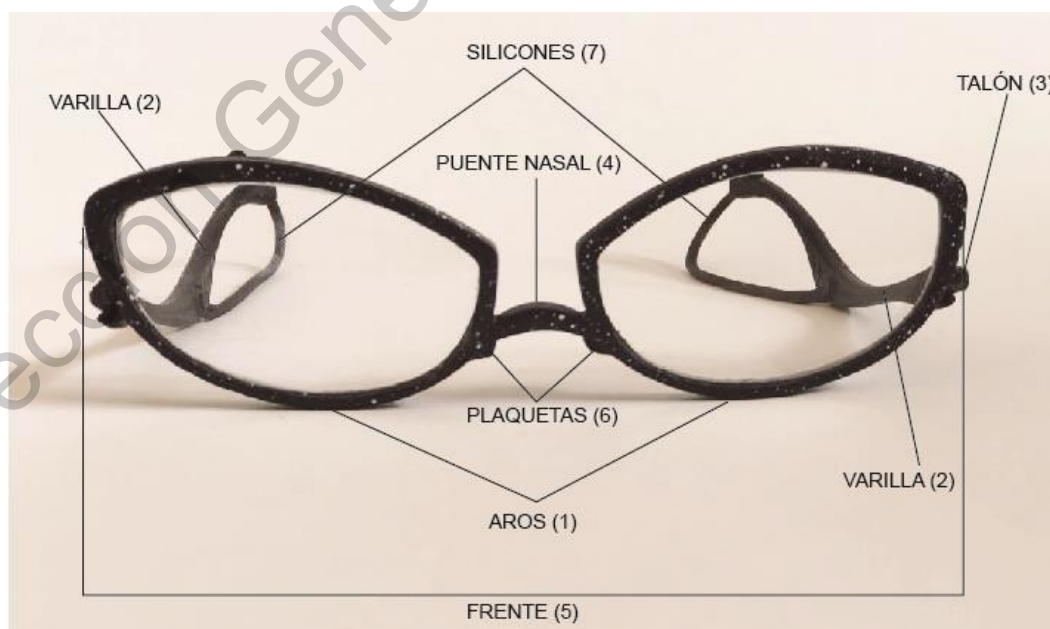


Figura 74: Partes del modelo final propuesto (Elaboración propia, 2019).

Dicho modelo está integrado por dos aros (1), puente nasal (4), talón (3), plaquetas (6), varillas (2) y silicones (7). El frente de los armazones (5) está compuesto por dos aros (1) ergonómicamente alineados respecto a las cejas y los pómulos de una persona. Los talones del armazón (3) tienen un ángulo pantoscópico respecto al frente de  $20^\circ$  para permitir una separación entre el frente y la cara del usuario.

El puente nasal (4) está colocado a un nivel abajo que los armazones comerciales (figura 75), esto para suplir la ausencia de tabique nasal que tienen las personas con Síndrome de Down y brindarles una altura adecuada de visión al nivel de los ojos.



Figura 75: Colocación de puente nasal en modelo propuesto (Elaboración propia, 2019).

Las varillas (2) (figura 76) cuentan con una curvatura que llega directamente al nivel de sus orejas y al mismo tiempo permite sujetar a la oreja ya que esta forma permite abrazar el lateral de la cabeza del usuario.



Figura 76: Vista superior patilla derecha (Elaboración propia, 2019).



Figura 77: Vista superior de la varilla derecha en modelo propuesto (Elaboración propia, 2019).

En la figura 78 se muestran los elementos de los cuales están compuestas las varillas y la manera en la que cada una de las piezas ensamblan. La base consiste en una estructura cóncava con una curvatura lateral y dos puntos de sujeción. Esta estructura, además de situar los armazones al nivel de las orejas, cuenta con un orificio en el extremo superior y otro en el centro del interior de cada una de las varillas (izquierda y derecha) para colocar el silicón (7) que permite sujetar las orejas por la parte posterior de la misma.



*Figura 78: Vista interna de varilla derecha (Elaboración propia, 2019).*

El silicón (7) de las varillas (2) está compuesto en los dos extremos de forma distinta, como se muestra en la figura 79. En la parte superior éste cuenta con una cabeza en forma de gota de agua, esto funge como tope al momento de ingresar y recorrer el silicón por el orificio situado en el extremo superior. La parte inferior del silicón tiene forma de cabeza de aguja para que pueda ser colocado en el orificio que se encuentra en el centro del interior de la varilla.



Figura 79: Partes del silicón (Elaboración propia, 2019).

El silicón se debe de colocar en cada una de las varillas de la siguiente forma:

- Se ingresa la cabeza de aguja por el orificio colocado en el extremo superior
- Una vez que la cabeza atravesó todo el orificio, se recorre todo el silicón hasta que la cabeza con forma de gota de agua tope con la superficie.

- Para finalizar, se coloca la cabeza de aguja en el orificio colocado en la parte central de la varilla para ajustar todo el silicón y formar el espacio en donde entrara la oreja.



Figura 80: Diagrama de instalación del silicón en la varilla (Elaboración propia, 2019).



Figura 81: Posicionamiento final de silicón en varilla (Elaboración propia, 2019).

La altura total de las varillas desde el punto de sujeción del talón hasta el extremo superior es de entre 37 y 40 mm. Esto está relacionado con aspectos ergonómicos. Esta altura permite tener un margen entre los distintos niveles que las orejas de los usuarios puedan presentar.

Una de las características de las personas con Síndrome de Down es que tienen la cabeza más redonda que las personas que no tienen esta anomalía, es por eso que la función principal de la concavidad de las varillas es para evitar que el material rose directamente con la piel del usuario y estas abracen los laterales de la cabeza. De igual forma permite que el extremo superior de la varilla, al estar inclinado hacia dentro, ayude a que el silicón se mantenga en su lugar y así evitar que la sujeción se pierda o se suelte.

## 5.2. Proceso de validación

Para toda investigación es necesario un proceso de validación que compruebe el funcionamiento de las teorías propuestas al inicio del proyecto.

Dichas validaciones fueron realizadas mediante los 4 ejes del diseño: ergonomía, estética, función y materiales y procesos. Para hacer la verificación de cada uno de ellos, se hizo referencia de los puntos principales que comprueban que la construcción de los armazones es la correcta para el usuario.

Dichos puntos son los siguientes:

- A. La línea base a la altura de las cejas
- B. La línea base a la altura de los pómulos
- C. El centro óptico del lente
- D. La distancia del puente nasal y la nariz

- E. Alineamiento de los armazones
- F. Ángulo del talón y ángulo pantoscópico

Las siguientes pruebas fueron realizadas de forma comparativa con el uso de lentes comerciales en contraste con el uso de los armazones propuestos en este proyecto; dichas imágenes se encuentran colocadas de izquierda a derecha respectivamente.

### 5.2.1. Ergonomía

Como se ha mencionado en el capítulo III, los armazones deben de ser diseñados a partir de las características físicas del usuario para que los lentes puedan cumplir con su función sin generar ninguna molestia o problemas visuales a un corto o mediano plazo.

Para garantizar el uso adecuado de los armazones es necesario que la postura y la colocación de estos sea la correcta. A través de la forma del objeto se busca que los armazones logren adaptarse de forma paralela al plano facial para que la distancia entre el lente y la cara sea constante, y la mínima posible.





Figura 82: Comparación del uso de armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) (Elaboración propia, 2019).

En ambas imágenes (figura 82) se muestra que la línea del punto A, colocada a la altura de las cejas, tiene una distancia mayor hacia los armazones comerciales que en los armazones propuestos y por consiguiente la línea del punto B es sobrepasada por los armazones del lado izquierdo a pesar de que la distancia nasopupilar es la misma en ambos casos.



Figura 83: Comparación del uso de armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) y la afectación que estos tienen respecto al centro óptico del usuario (Elaboración propia, 2019).

De igual manera se puede observar que en la figura 83 el centro óptico, colocado en el punto C, está desplazado hacia abajo lo que provoca que el índice de refracción sea mucho mayor lo que afecta directamente el campo de visión del usuario. En cambio, al hacer uso del modelo propuesto, mostrado en el lado derecho, estas distancias disminuyen al colocar el puente nasal a un nivel más bajo, ya que al estar en contacto directo con la nariz logra brindar una altura que permite tener un menor rango de variación entre las distancias entre el centro óptico del lente y del ojo.

En ambas imágenes se puede observar como las diferentes alturas de las orejas del usuario, provocan que los armazones tengan cierta inclinación. Para esto es

necesario ajustar los talones de los armazones y aumentar o reducir el ángulo pantoscópico de manera separada para cada lado.

El ángulo pantoscópico es la inclinación del frente de los armazones respecto al plano de la cara, este es el que permite acercar o alejar el borde inferior del lente a los pómulos para definir el campo visual. El ángulo del talón es el que brinda la apertura de las varillas hacia la cabeza y este se puede ajustar de igual manera dependiendo a las características del usuario.

### 5.2.2. Estética

Se logró diseñar un armazón que comunica la función y el usuario al que va dirigido. A través de las formas y materiales utilizados, se propone un objeto que ofrece una solución para los adultos con deficiencias visuales, dejando a un lado el objeto infantil con el que generalmente se les asocia.



Figura 84: Integración del modelo propuesto en un contexto real (Elaboración propia, 2019).

La forma y los colores de los armazones le permite al usuario dejar a un lado todo lo que anteriormente encontraba en el mercado y que estaba dirigido principalmente para los niños.

El armazón se compone de tres piezas fundamentales que lo hacen característico: el frente, las varillas y los silicones. Dichos elementos están diseñados específicamente para aportar a la función directa del objeto y al mismo tiempo para generar un sentido de pertenencia del usuario hacia el mismo.

El usuario tendrá la opción de escoger el color que más se adapte a su personalidad sin dejar de lado la espontaneidad que caracteriza a las personas con SD, ya que al igual que la forma del frente, el diseño de las varillas puede ser diferente, pero sin dejar de cumplir con sus características principales y siempre incluyendo el sistema integrado de sujeción.



*Figura 85: Muestra de variedad de colores para aplicar (Elaboración propia, 2019).*

Los silicones al ser piezas flexibles y de fácil colocación promueven la independencia del usuario ya que no necesitan de ayuda extra para que sean colocados y de esta forma ellos mismo puedan intercambiarlos por los colores que sean de su agrado.

De igual manera, la forma le permite al usuario entender de manera sencilla el funcionamiento del sistema, ya que no es necesario un instructivo para que puedan hacer uso de los armazones.

### 5.2.3. Función

La función principal del objeto propuesto es que a través de la forma y el sistema de las varillas se puedan sujetar los armazones a la cabeza del usuario para que pueda realizar todas sus actividades sin que estos se caigan o se resbalen y siempre manteniendo una altura correcta al nivel de los ojos.

Uno de los objetivos fue lograr una sujeción que permita movimientos verticales y horizontales con diferente fuerza y diferentes direcciones.



*Figura 86: Comparación de la función de los armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista superior (Elaboración propia, 2019).*

Una de las principales complicaciones que las personas con SD presentan al hacer uso de los armazones comerciales es que al no estar diseñados a sus características físicas, estos se resbalan y van afectando su calidad de visión por periodos prolongados de tiempo.

Es por eso que a través del sistema de sujeción se logro evitar y mejorar varios aspectos que influían en el uso de los armazones.

Teniendo en cuenta la alineación del armazón en la parte frontal, es importante que la adaptación anatómica al usuario sea a través de tres parametros basicos: el angulo pantoscópico y el angulo del talon, estos dos mencionados anteriormente y el triangulo de contacto.



Figura 87: Comparación del triángulo de contacto en armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista superior (Elaboración propia, 2019).

El triángulo de contacto se refiere a que el peso de los armazones debe ser distribuido entre los tres puntos principales de contacto, las dos orejas y el tabique nasal, ya que cuando la cabeza se encuentra en posición recta, dos tercios del peso de los armazones son soportados por la nariz, mientras que, al inclinar la cabeza hacia abajo, el peso se va directo hacia las orejas.

En la figura 88 se puede observar como la falta de sujeción hace que los armazones se resbalen al momento en que el usuario al hacer gira la cabeza, ya que los puntos principales en donde recae el peso no están diseñados para sujetarse a las características de las orejas de las personas con SD. En cambio, en la figura de lado derecho al hacer uso del sistema implementado, se logra mantener en posición

a los armazones al momento de realizar el mismo movimiento manteniendo así el triángulo de contacto.



Figura 88: Comparación del triángulo de contacto en armazones comerciales (lado izquierdo) contra los armazones propuestos (lado derecho) en vista lateral (Elaboración propia, 2019).

En la vista lateral se observa como la forma de las varillas permite que el punto de contacto de las orejas y el frente del armazón tengan un menor ángulo de separación respecto a las cejas.



#### 5.2.4. Materiales y procesos

Se propone un armazón realizado en resina flexible (Nylon PA12) para que el usuario pueda usarlo sin preocuparse de la fragilidad ya que esta tiene la capacidad de doblarse y deformarse y después volver de nuevo a su posición inicial. Al mismo tiempo, este material es ligero lo que brinda una mayor comodidad y periodos más largos de uso sin causar molestias o incomodidades ya que también es muy suave al tacto y tiene características de ajuste ergonómico. A dicha resina se le puede brindar un acabado para dar color y así conseguir múltiples presentaciones.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

### 5.3. Conclusiones y posibles aplicaciones

Mediante el desarrollo de esta investigación se puede concluir que, a través de la forma y de consideraciones antropométricas y ergonómicas, se pueden diseñar armazones que se ajusten a las características físicas y a las necesidades de una persona con Síndrome de Down.

Durante las pruebas realizadas con los participantes se identificaron aquellos puntos de contacto que eran fundamentales para la construcción del armazón, así como los detalles que involucran a la estética y que al mismo tiempo tienen un impacto directo con la satisfacción del usuario, como la textura, el peso, los colores y la forma.

Es por eso que, por medio de los principales requerimientos establecidos, se obtuvo una estructura que ayuda a solucionar problemáticas que los armazones convencionales no lograban en dichos usuarios.

A su vez, dentro de toda la etapa de experimentación, la interacción usuario-objeto, brindó un panorama en donde el adulto con SD dejó atrás el paradigma de que necesitan ser tratados como niños demostrando que necesitan de elementos que los motiven a tomar decisiones y puedan integrarse a la sociedad como personas independientes y capaces de hacer cualquier cosa.

Es por esto que se propone un concepto que, a través del uso de diferentes materiales, colores y formas, pretende crear una imagen de independencia y madurez para que este sector de la población que, actualmente se encuentra en crecimiento, pueda integrarse con mayor libertad, comodidad y confianza.

Se espera que en un futuro se puedan parametrizar a detalle los elementos clave del armazón propuesto, como el frente y los silicones. Esto con el fin de tener una mayor apertura hacia usuarios de otras edades y poder garantizar que los

armazones sigan cumpliendo con su función sin importar las diferencias entre las diversas dimensiones físicas.

Actualmente las personas con SD son un mercado que necesita ser atendido y que necesita tener al alcance objetos que se ajusten a sus características. El lograr un objeto que se pueda producir dentro del país, nos motiva a proyectar un proceso de manufactura que sea viable tanto para el usuario como para el fabricante y se puedan ofrecer armazones con acabados de mejor calidad, materiales más resistentes y más ligeros.

Es de vital importancia motivar a los adultos con SD a que tengan roles similares en las actividades cotidianas y tener en cuenta que el desarrollo y la conducta, así como la integración y la independencia de estas personas no está relacionada únicamente con su anomalía cromosómica, sino también con las herramientas que nosotros les brindemos y pongamos a su alcance para que puedan tener una mejor calidad de vida.

## ANEXOS

Comité de ética

Querétaro, Qro, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_

Comité de Ética Aplicada para la Investigación de la

Facultad de Ingeniería.

Universidad Autónoma de Querétaro

P r e s e n t e.

Por medio de este conducto me permito solicitar atentamente la revisión del proyecto y o protocolo titulado "*Diseño de armazones oftálmicos para la morfología facial y auricular de adultos con Síndrome de Down*", acompaño esta solicitud de versión escrita y digital, el formulario del anexo II y, en su caso la carta de Consentimiento Informado de estudios en humanos.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes.

Fernanda Garcia Reyes

Estudiante de la Licenciatura en Diseño Industrial Exp.216610



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Santiago de Querétaro, Querétaro., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Por medio de la presente, el (la) que suscribe, \_\_\_\_\_, he leído y comprendido los lineamientos del proyecto denominado **“Diseño de armazones oftálmicos para la morfología facial y auricular de adultos con Síndrome de Down”** y de manera libre, voluntaria y sin coerción alguna, bajo protesta de decir la verdad autorizo a los investigadores responsables a que la información y datos generados en dicho estudio sean utilizados únicamente con fines de investigación y que estos datos no se proporcionen a otras personas o instituciones. Así mismo, queda estipulado que mi participación será de manera anónima, por lo que la información y datos proporcionados por mí no serán relacionados con mi persona.

Eximo, deslindo de toda responsabilidad y estoy de acuerdo en no levantar ninguna demanda civil, penal, y reparadora del daño en contra de la Universidad Autónoma de Querétaro, de los investigadores responsables del estudio, ni de ningún empleado, profesores, estudiantes y/o voluntarios de la Institución; esto incluye a mi persona y mi familia, en caso de tener algún incidente mientras se desarrolla el estudio, dado que las variables y condiciones del mismo son adecuadas y no representan riesgo alguno.

---

**Participante**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Santiago de Querétaro, Querétaro., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

**Lineamientos del proyecto.**

He sido invitado de manera libre y sin coerción alguna, a que mi hijo sea participante de forma completamente voluntaria en el estudio del proyecto denominado ***“Diseño de armazones oftálmicos para la morfología facial y auricular de adultos con Síndrome de Down”*** registrado ante la Universidad Autónoma de Querétaro. Entiendo que las pruebas realizadas serán para ***analizar las características físicas del participante, en específico nariz, ojos y orejas, y las posibles molestias que el uso de los lentes les pueda causar.*** Para conseguir esto ***se realizarán pruebas a partir del uso de un prototipo en donde se tomarán fotos y videos, para poder estudiar el comportamiento de dicho dispositivo en base a ciertos ejercicios establecidos como girar la cabeza, voltear hacia abajo, entre otros Dichas pruebas serán tomadas en cuenta para realizar análisis y comparaciones, pero siempre de manera anónima.***

Soy consciente de que no habrá beneficios para mi persona, ni para mi hijo y que no se nos recompensará económicamente por participar en dicha actividad.

Consiento voluntariamente que mi hijo sea participante en esta investigación y entiendo que tenemos el derecho de retirarnos de la investigación en cualquier momento sin que nos afecte en ninguna manera ya que la participación de mi hijo es de manera voluntaria.

\_\_\_\_\_  
**Firma del padre o tutor del participante**

\_\_\_\_\_  
**Investigador responsable del proyecto**  
Fernanda García Reyes  
Tel.4421124184

**COMO PARTICIPANTE HE LEÍDO CON EXACTITUD O HE SIDO TESTIGO DE LA LECTURA EXACTA DEL DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y HE TENIDO LA OPORTUNIDAD DE HACER PREGUNTAS. CONFIRMO QUE HE DADO MI CONSENTIMIENTO LIBREMENTE Y EN CASO DE NECESITAR MAS INFORMACIÓN ENTIENDO QUE PUEDO COMUNICARME CON EL INVESTIGADOR RESPONSABLE EN CUALQUIER MOMENTO.**

## Constancia de participación en el concurso "Clara Porset 2019"

# Premio Clara Porset

edición 19

La Universidad Nacional Autónoma de México a través del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura y el Fondo Clara Porset otorga el siguiente

## RECONOCIMIENTO

a **Fernanda García Reyes**

por el proyecto  
**Vision up**

**FINALISTA**  
en la categoría IMPACTO SOCIAL.



Mtro. Marcos Mazari Hiriart  
Director Facultad del Arquitectura  
UNAM



DI. Adolfo Balfre Gutiérrez Nieto  
Presidente Comité Técnico  
Premio Clara Porset

Noviembre 2019



## REFERENCIAS

Asociación down monterrey. (2018). Tipos de síndrome de down. Monterrey. Asociación down de monterrey a.c. Recuperado de <http://downmonterrey.mx/informacion-general/tipos-de-sindrome-de-down/>

Basile, H., (2018). retraso mental y genética síndrome de down. *Revista argentina de clínica neuropsiquiátrica*, 15(n°1).

Caum, J., flores, J., Guisasola, I., llueca, c., Martínez, J., Salvadó, F., . . . Vera, I. (2001). *Tecnología óptica lentes oftálmicas, diseño y adaptación* (ed. Rev.). Barcelona, España: ediciones upc.

Cruz, A., & Garnica, A. (2010). *Ergonomía aplicada* (4ª ED.). Bogotá, Colombia: ecoe ediciones.

Dianceht. (). Acerca de nosotros. México. Dianceht recuperado de [http://www.manosydedos.com/index\\_home\\_es.html](http://www.manosydedos.com/index_home_es.html)

Definition and domains of ergonomics. (S.F.). Recuperado de <https://www.iea.cc/whats/index.html>

Down España. (2018). Guía oftalmológica del síndrome de down (p. <http://www.sindromedown.net/publicaciones/publicaciones-down-espana/>).

España: sociedad española de oftalmología.

Envejecimiento Y síndrome de down. (2013). National down syndrome society, 7 Y 10. Retrieved from <http://www.ndss.org/wp-content/uploads/2017/11/envejecimiento-y-s%c3%adndrome-de-down.pdf>

Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño* (2ª ED.). México, México: designio.



Galindo, B, & Villegas, E., (2001) montaje y aplicaciones de lentes oftálmicas (tesis de grado) universidad de Murcia, España

García, M. (2012) "antropometría del grupo vulnerable síndrome de down: una perspectiva para el diseño" (tesis de maestría) universidad autónoma de nuevo león. Monterrey NL. 2011

Grau, J. (2007). Pensando en el usuario: la usabilidad. *Anuario thinkpi*, (-), 172–177.

Huelvez, Á., aguayo, F., lama, J., & soltero, V. (2009). Diseño para la usabilidad de productos. *técnica industrial* 279, 47–53.

Huete, A. (2016). Demografía e inclusión social de las personas con síndrome de down. *Revista síndrome de down*, 33. Recuperado de [http://revistadown.downcantabria.com/wp-content/uploads/2016/06/revista129\\_38-50.pdf](http://revistadown.downcantabria.com/wp-content/uploads/2016/06/revista129_38-50.pdf)

Ideo. (2015). Diseño centrado en las personas. *kit de herramientas*, 1(segunda).

International ergonomics association. (s.f.). Definition and domains of ergonomics. recuperado de <https://www.iea.cc/whats/index.html>

Jayaratne, Y elsharkawi I, macklin E, et al. the facial morphology in down syndrome: a 3d comparison of patients with and without obstructive sleep apnea. *Am j med genet part a*. 2017;173a:3013–3021.

Jürgens, I. (2018). Oftalmólogo y optometrista. *Centro oftalmológico de Barcelona*.

Kaminker, P., & Armando, R. (2008). Down syndrome. first part: clinical and genetic approach. *Arch argent pediatr* 2, PP. 249–259.

Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2011). "Principios universales del diseño (4ª ed.). Barcelona, España: Blume.

López, M. (2016). ¿tienen los niños con síndrome de down mayor incidencia de problemas de visión? []. Recuperado de <https://visioon.es/sindrome-down-problemas-de-vision/>

Lucía C. (2016). Crean la primera prótesis ocular impresa en 3d. 3d natives recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/protesis-ocular-3d-20072016/>

Mary I. Gavin, M. (2012). El síndrome DE down. Kids health recuperado de <https://kidshealth.org/es/parents/down-syndrome-esp.html>

Molina, N., Páez, P., & Cordovez, C. (2008). Alteraciones visuales y oculares en pacientes con síndrome de Down. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11, 101–109.

Neita, S. & Arteaga, I. (2007) historia de la óptica a nivel mundial y presentación de los instrumentos ópticos del museo de optometría de la universidad de la Salle (tesis de grado), universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

Nih (2012). ¿qué enfermedades o trastornos suelen asociarse al síndrome de down? National institute OF child health AND human development recuperado de <https://www1.nichd.nih.gov/espanol/salud/temas/down/informacion/pages/asociarse.aspx>

Quarmedia. (2015). ¿Quiénes somos? México. Miraflex recuperado de <http://miraflex.com.mx/index.html>

Pérez, D. (Julio 2014). Síndrome de Down. *Revista de Actualización Clínica Investiga*,

Puig, J., & Galán, A. (2016). Patología oftalmológica asociada al síndrome de Down. *Guía Oftalmológica del síndrome de Down*.

Puig, J., Estrella, E., & Galán, A. (2002). Ametropía y estrabismo en el niño con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 6, 34–39.

Puig, J., Romera, M., & Galán, A. (2006). Tortícolis ocular en el niño con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 10(1), 8–12.

Ruiz, M. (2016). La observación en el proceso de diseño (Licenciatura). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, CD. Juárez, CHIH, México. Recuperado de: <https://issuu.com/mayra.ruiz/docs/observacion>

Saucedo, J., Cruz, M., Pérez, M. C., & Vega, V. (Septiembre 2017). Envejecimiento de las personas con síndrome de Down. Un nuevo reto para la salud. *Index Inferm*.

Secretaría de Salud. (Marzo 2018). *Día mundial del Síndrome de Down*. México.

Servicio de salud del estado de Colima. (2015). utilización del estadiómetro y la báscula. *servicio de salud del estado de Colima*, (-), 4–10.

Sierra, M., Navarrete, E., Canún, S., Reyes, A., Valdés, J., (2014). Prevalencia del síndrome de Down en México utilizando los certificados de nacimiento vivo y de muerte fetal durante el periodo 2008-2011. *Boletín médico del hospital infantil de México*, (), 292-297.

Soto, C., (1999) el factor estético en el diseño industrial, colección CIDI Investigación, México, DF UNAM

Soto, I. (2011). Importancia de la ergonomía en el diseño de productos. In universidad de Palermo (ed.), *actas de diseño* (11ª ED., PP. 201–206). Recuperado

de

[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/archivos/339\\_libro.pdf](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/339_libro.pdf)

Woodhouse, J.M. (1998). Investigating and managing the child with special needs. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 18(2): 147-152.

Zeiss, C. (2017). La historia de las gafas. *Vision care*.

Dirección General de Bibliotecas UAQ