



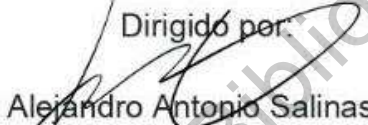
**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Licenciatura en Diseño Industrial**



“Diseño de aplicador oftalmológico que integra las técnicas de termoterapia y uso de antibiótico para la desinflamación del párpado con infección periocular”

**TESIS COLECTIVA**  
Que como parte de los requisitos para obtener  
el grado de Licenciatura en Diseño Industrial

Presenta:  
Natalia Molina Vargas  
Miriam Sarai Dorantes Olvera

Dirigido por:  
  
MDI. Alejandro Antonio Salinas Aguilar

SINODALES:

MDI. José Héctor López Aguado Aguilar

Firma

MFA. Azucena Gómez López

Firma

MDI. Eduardo Blanco Bocanegra

Firma

MDI. Andrés Carbajal Raya

Firma

## RESUMEN

Las glándulas de Meibomio son unas glándulas sebáceas situadas en las placas tarsales de los párpados. Estas glándulas sintetizan y secretan activamente lípidos y proteínas que se distribuyen en los bordes superior e inferior del párpado, esta secreción forma parte de la película lagrimal y previene su evaporación. La obstrucción del conducto de salida de alguna de estas glándulas propicia la formación de infecciones perioculares, así mismo, el riesgo de contraer una infección periorcular aumenta con malos hábitos: la rutina de higiene diaria, el uso de lentes de contacto, la contaminación del ambiente o el uso y la no remoción de maquillaje. Debido a que la cultura del mexicano tiende a normalizar estos padecimientos porque los consideran de bajo riesgo, es común que se recurra a tratamientos caseros, lo que aumenta la posibilidad de desarrollar una infección crónica. El objetivo de este proyecto fue desarrollar el diseño de un tratamiento integral que el usuario pueda utilizar en su casa y que reduzca el tiempo de curación para que se realice completamente. A través de una metodología basada en 3 etapas: identificar, inventar e implementar, se desarrolló el diseño de un aplicador oftalmológico, el cual se probó con usuarios padecientes de infecciones perioculares para comprobar que el tratamiento reduce la desinflamación en un tiempo menor al de los existentes, en este caso se redujo dicho periodo de un promedio de 15 días a un promedio de 9. Esta investigación aporta una propuesta nueva y funcional a la comunidad médica, la cual hace posible la modificación de hábitos y prevención del agravio de padecimientos perioculares.

(Palabras clave: Diseño médico, párpados, infección periorcular, glándula meibomio, desinflamación)

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dedicar este trabajo a todas las personas que formaron parte:

A mis profesores:

Héctor, uno de los maestros que más marcaron mi transcurso en la universidad, quien nos sacó de la zona de confort, nos impulsó a llegar a nuestros límites y a darnos cuenta de que si se puede.

Gracias por hacernos vivir la experiencia de ser diseñadores, uno de verdad, por hacernos ver de lo que somos capaces, por siempre mostrar confianza en nuestros proyectos, incluso más, de la que teníamos nosotros mismos.

Por ser siempre una inspiración y ejemplo, por hacerlo parecer fácil, de quien puedo decir orgullosamente tuve el placer de compartir el aula.

Alejandro, que siempre nos apoyó cuando nos atoramos en el camino y aportó comentarios valiosos a lo largo de nuestro proceso. Con quien logramos tener un contacto más personal, quien ha sido testigo, literalmente, de todo nuestro paso por la universidad, así como nosotras del suyo, una persona quien, a su modo, nos ha mostrado otras maneras de ser diseñador.

A nuestros demás sinodales, quienes mostraron interés y siempre estuvieron dispuestos a ayudarnos. Azu, que incluso sin haber sido nuestra profesora formalmente, causó una impresión tan positiva que nos hizo querer hacerla formar parte de nuestro proyecto. Andrés, que de igual manera elegimos por ser para nosotras un gran profesional y conocedor de su área. Eduardo, por permitirnos hacer este trabajo en conjunto, por sus recomendaciones, comentarios y por acompañarnos durante todo el proceso, que, a pesar de estar escéptico al principio, ahora puedo decirte: ¡si terminamos!

Por supuesto a mi familia y amigos que han sido parte vital, que han estado ahí en todos los momentos de crisis, sobre todo a mi mamá, por su amor incondicional, quien me recuerda que nada es para tanto y me anima siempre a continuar.

Estoy especialmente agradecida con Sari, mi compañera, colega y amiga, a quien quiero y admiro. Quien se incorporó a este, nuestro proyecto, en el momento adecuado, sin ella definitivamente esto no habría sido posible, ayudó a que esto escalara a un nivel mayor de lo que hubiera logrado por mi cuenta. Pudimos trabajar en equipo -sin una sola pelea- en contra de todos los pronósticos, al contrario, nos acercó más. Estoy muy feliz de concluir esta etapa contigo, también estoy orgullosa de ti, ¡lo logramos!

También a mí misma, que este documento me sirva como recordatorio de que si puedo comprometerme y terminar lo que comienzo.

Natalia Molina.

De mi parte, de igual manera agradeceré a quienes hicieron posible este proyecto, que sin duda alguna es el más importante de mi carrera:

Agradezco a nuestros profesores, quienes estuvieron a nuestro lado en cada una de las etapas del proyecto y aunque se presentaron algunas dudas de que podíamos realizarlo, agradezco la oportunidad que nos dieron de haber continuado con él.

Héctor y Alejandro, quienes me mostraron realmente lo que es el diseño, que me permitieron tener una experiencia cara a cara con él, la cual no había obtenido hasta el 7mo semestre de la carrera y que fue la que más me enseñó durante la misma.

A los demás asesores: Azu, Andrés y Lalo que mostraron disponibilidad e interés en ayudarnos, quienes son excelentes en sus áreas respectivamente y que admiro como profesionistas.

Agradezco profundamente a mis padres Margarita e Ignacio por todo el apoyo que me brindaron durante la carrera, por haber creído en mí a pesar de que a veces ni yo misma lo hacía. Por haberme apoyado económicamente pero más emocionalmente y por haber soportado mis crisis existenciales, desveladas y el desastre que dejaba en la casa por estar lijando y trabajando por la madrugada. Esto es principalmente por ustedes.

A mis hermanos por ser una de mis mayores inspiraciones, por ser tan comprensivos y amorosos conmigo, por creer en mí y por expresarme que también se sienten orgullosos de mí como yo de ellos.

Especialmente a Nati, una gran amiga y mi mejor equipo, por haberme adoptado en el proyecto, por haberse comprometido conmigo y por supuesto por no haberme fallado ni una vez, muchas gracias por confiar en mí y por todo el apoyo durante el proyecto y la carrera. Gracias a ella pude finalizar esta etapa de una excelente manera y estoy segura de que hubiera sido muy diferente trabajar con alguien más o por mi cuenta (probablemente se habría extendido mucho más).

Admiro mucho la persona que es, estoy orgullosa de ella y en este proyecto, más que en cualquier otro, me dejó clara su increíble capacidad, en verdad gracias por compartir conmigo la más importante de las etapas, no cambiaría nada. ¡Si se pudo!

Y finalmente me agradezco a mí misma por haberme comprometido con lo último, por confiar en mi capacidad y actuar responsablemente. Por enseñarme lo que soy capaz de hacer y terminar lo que en algún momento comencé.

Sarai Dorantes.

# ÍNDICE

Índice de figuras.....	8
Índice de tablas.....	10
<b>I. CAPÍTULO I</b>	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.2 ANTECEDENTES.....	12
1.2.1 Productos comerciales.....	12
1.2.2 Patentes.....	15
1.2.3 Publicaciones.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	21
1.5.1 Hipótesis.....	21
1.5.2 Objetivo general.....	21
1.5.3 Objetivos específicos.....	21
<b>II. CAPÍTULO II</b>	
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1.1 <i>Anatomía del ojo humano</i> .....	22
2.1.2 <i>Anatomía del párpado y sus partes</i> .....	22
2.1.2.1 Configuración.....	23
2.1.2.2 Función.....	24
2.1.3 Infecciones oculares.....	24
2.1.3.1 <i>Blefaritis</i> .....	24
2.1.3.1.1 Causas.....	25
2.1.3.1.2 Síntomas y complicaciones.....	25
2.1.3.1.3 Tratamiento.....	25
2.1.3.2 <i>Orzuelo</i> .....	26
2.1.3.2.1 Causas.....	27
2.1.3.2.2 Síntomas.....	27
2.1.3.2.3 Tratamiento.....	27
2.1.3.3 <i>Chalazión</i> .....	27

2.1.3.3.1 Causas y síntomas.....	28
2.1.3.3.2 Tratamiento.....	28
2.1.4 Tratamientos .....	29
2.1.4.1 <i>Antibióticos</i> .....	29
2.1.4.1.1 Eritromicina.....	29
2.1.4.1.2 Gentamicina.....	29
2.1.4.1.3 Cloranfenicol.....	29
2.1.4.1.4 Tobramicina.....	30
2.1.4.1.5 Asociaciones.....	30
2.1.4.2 <i>Termoterapia</i> .....	30
2.1.4.2.1 Medios colectivos sólidos.....	31
2.1.4.2.2 Medios conductivos sólidos y líquidos.....	31
2.1.4.2.3 Medios conectivos.....	32
2.1.5 Prevención.....	33
2.1.6 Dispositivo médico.....	33
2.1.6.1 <i>Diseño médico</i> .....	33
2.1.7 Requerimientos de diseño.....	34
2.1.7.1 <i>Ergonomía</i> .....	34
2.1.7.2 <i>Antropometría</i> .....	34
2.1.7.3 <i>Usabilidad</i> .....	34
<b>III. CAPÍTULO III</b>	
3.1 METODOLOGÍA.....	35
3.1.1 Identificar.....	36
3.1.1.1 <i>Proceso creativo</i> .....	36
3.1.1.1.1 Entrevistas a especialistas.....	36
3.1.1.1.2 Observación.....	37
3.1.1.1.3 Mapa conceptual .....	39
3.1.1.2 <i>Conceptualización</i> .....	40
3.1.1.2.1 Requerimientos.....	40
3.1.1.2.2 Especificaciones.....	40
3.1.1.2.3 Propuesta de valor.....	41

3.1.2 Inventar.....	41
3.1.2.1 <i>Proceso de ideación</i> .....	41
3.1.2.1.1 Generación de conceptos.....	41
3.1.2.1.2 Bocetos.....	44
3.1.2.1.3 Dibujos.....	46
3.1.2.1.4 Modelos.....	48
3.1.2.1.5 Prototipos.....	49
3.1.2.2 <i>Ejes de diseño de producto</i> .....	51
3.1.2.2.1 Ergonomía.....	51
3.1.2.2.1.1 Antropometría.....	51
3.1.2.2.2 Estética.....	55
3.1.2.2.2.1 Comunicación y mensaje.....	55
3.1.2.2.3 Usabilidad.....	56
3.1.2.2.3.1 Acciones críticas.....	56
3.1.2.2.3.2 Secuencia de uso.....	56
3.1.2.2.4 Materiales y procesos.....	57
3.1.2.2.4.1 Materiales.....	57
3.1.2.2.4.1.1 Tela no tejida .....	57
3.1.2.2.4.1.2 TPE.....	58
3.1.2.2.4.2 Producción y manufactura.....	59
3.1.2.2.4.2.1 Cuerpo.....	59
3.1.2.2.4.2.2 Almohadilla.....	60
3.1.3 Implementar.....	61
3.1.3.1 <i>Proceso de validación</i> .....	61
3.1.3.1.1 Evaluación de prototipo.....	61
3.1.3.1.1.1 Simulador 1.....	61
3.1.3.1.1.2 Simulador 2.....	62
3.1.3.2 <i>Diseño final</i> .....	65
3.1.3.2.1 Renders.....	65
3.1.3.2.2 Planos.....	67
3.1.3.3 Casos de estudio.....	71



3.1.3.3.1 Caso de estudio 1.....	71
3.1.3.3.2 Caso de estudio 2.....	73
3.1.3.3.3 Caso de estudio 3.....	75

#### IV. CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS.....	76
4.2 CONCLUSIONES, POSIBLES APLICACIONES Y USO DEL PROYECTO.....	77
4.3 CONCLUSIONES GENERALES.....	78
4.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. <i>EyePeace – Masaje de Párpados</i> . Dry eyes store. (2016).....	12
2. <i>Bruder Hygienic Eyelid Sheets</i> . Bruder. (2009).....	12
3. <i>Bruder Compresa Caliente para el Ojo Seco</i> . Bruder (2017).....	13
4. <i>Ocusoft Platinum</i> . Dry eyes store. (2016).....	13
5. <i>Zoria – Limpiador de párpados</i> . Dry eyes store. (2016).....	13
6. <i>Blefarix gel higiene parpados y pestañas</i> . Blefarix (2015).....	13
7. <i>Blefarix parpados y pestañas toallitas</i> . Blefarix (2015).....	14
8. <i>Blefarix solución 100 ml + 100 gasas</i> . Blefarix (2017) .....	14
9. <i>Eyegiene Insta-Warmth</i> . Dry eyes store. (2016).....	14
10. <i>Jabón facial orgánico</i> . Dry eye store. (2016).....	14
11. <i>Anatomía del párpado</i> . Gonzalez Arias (2019) .....	22
12. <i>Blefaritis</i> . Lee C-Y (2018) .....	24
13. <i>Orzuelo</i> . Ruiz (2019) .....	26
14. <i>Chalazión</i> . Fundación ver bien (2018).....	27
15. <i>Metodología</i> . Dorantes (2019).....	36
16. <i>POEMS</i> . Elaboración propia (2018).....	38
17. <i>Mapa conceptual</i> . Elaboración propia, (2018).....	39
18. <i>Ideas</i> . Elaboración propia (2019).....	41
19. <i>Mood Board</i> . Elaboración propia (2018).....	42

20. <i>Style Board</i> . Elaboración propia (2018).....	43
21. <i>Lifestyle board</i> . Elaboración propia (2018).....	43
22. <i>Bocetos rápidos</i> . Elaboración propia (2018).....	44
23. <i>Boceto 1</i> . Elaboración propia (2018).....	44
24. <i>Boceto 2</i> . Elaboración propia (2018).....	45
25. <i>Boceto 3</i> . Elaboración propia (2018).....	45
26. <i>Dibujos</i> . Elaboración propia (2018).....	46
27. <i>Propuesta de diseño 1</i> . Elaboración propia (2018).....	47
28. <i>Propuesta de diseño 2</i> . Elaboración propia (2018).....	47
29. <i>Modelos tridimensionales</i> . Elaboración propia (2018).....	48
30. <i>Pruebas con usuarios</i> . Elaboración propia (2018).....	49
31. <i>Prototipos impresos 3D</i> . Elaboración propia (2018).....	50
32. <i>Puntos característicos del complejo facial para una vista frontal</i> . Antropometría facial a partir de múltiples vistas (2008).....	51
33. <i>Proporción con usuarios</i> . Elaboración propia (2019).....	53
34. <i>Dimensiones</i> . Elaboración propia (2019).....	53
35. <i>Forma de agarre</i> . Elaboración propia (2019).....	54
36. <i>Sujeción</i> . Elaboración propia (2019).....	54
37. <i>Bordes</i> . Elaboración propia (2018).....	55
38. <i>Presentaciones Pearleye</i> . Elaboración propia (2019).....	55
39. <i>Sujeción almohadilla</i> . Elaboración propia (2019).....	56
40. <i>Secuencia de uso</i> . Elaboración propia (2019).....	56
41. <i>Tela almohadilla</i> . Elaboración propia. (2019).....	57
42. <i>Plástico cuerpo</i> . Elaboración propia. (2019).....	58
43. <i>Prototipo 1</i> . Elaboración propia (2018).....	61
44. <i>Llenado de agua</i> . Elaboración propia (2019).....	61
45. <i>Simulación 1</i> . Elaboración propia (2019).....	62
46. <i>Prototipo 2</i> . Elaboración propia (2018).....	63
47. <i>Llenado de agua</i> . Elaboración propia (2019).....	63
48. <i>Simulación 2</i> . Elaboración propia (2019).....	63
49. <i>Prototipo 1</i> . Elaboración propia (2019).....	64

50. <i>Prototipo 2</i> . Elaboración propia (2019).....	64
51. <i>Prototipo 3</i> . Elaboración propia (2019).....	64
52. <i>Aplicador vistas</i> . Elaboración propia (2019).....	65
53. <i>Ensamble aplicador y almohadilla</i> (Elaboración propia, 2018).....	66
54. <i>Plano dispositivo</i> . Elaboración propia (2019).....	67
55. <i>Plano almohadilla</i> . Elaboración propia (2019).....	68
56. <i>Plano explosivo</i> . Elaboración propia (2019).....	69
57. <i>Paciente 1 inicio</i> . Elaboración propia (2019).....	71
58. <i>Paciente 1 final</i> . Elaboración propia (2019).....	72
59. <i>Paciente 2 inicio</i> . Elaboración propia (2019).....	73
60. <i>Paciente 2 final</i> . Elaboración propia (2019).....	74
61. <i>Paciente 3 inicio</i> . Elaboración propia (2019).....	75
62. <i>Paciente 3 final</i> . Elaboración propia (2019).....	75
63. <i>Resultados tratamiento</i> . Elaboración propia (2019).....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. <i>Productos comerciales</i> . Elaboración propia (2018).....	13
2. <i>Categories of visual design representation</i> . Loughborough University's Institutional Repository (2012).....	41
3. <i>Medidas básicas propuestas en seis regiones del complejo craneofacial</i> . Antropometría facial a partir de múltiples vistas (2008).....	50
4. <i>Medidas de acuerdo a la línea de referencia horizontal</i> . Antropometría facial a partir de múltiples vistas (2008).....	51
5. <i>Rediseño de prototipos</i> . Elaboración propia (2019).....	63
6. <i>Esquema de evaluación</i> . Elaboración propia (2019).....	69
7. <i>Evaluación paciente 1</i> . Elaboración propia (2019).....	71
8. <i>Evaluación paciente 2</i> . Elaboración propia (2019).....	73
9. <i>Evaluación paciente 3</i> . Elaboración propia (2019).....	74
10. <i>Resultados encuestas</i> . Elaboración propia (2019).....	75

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El sentido de la vista nos comunica directamente con el entorno, lo que genera que las interacciones del hombre, sean en su mayoría visuales, por lo tanto, cualquier alteración referente a la visión, repercute directamente en la manera en que se desenvuelve el individuo.

En la actualidad, el ritmo de vida, las condiciones climáticas, el exceso de contaminación, además de la falta de higiene y el desconocimiento sobre los padecimientos oculares, generan un aumento en infecciones.

Algunas enfermedades oftalmológicas constituyen motivo frecuente de asistencia médica, entre las que se señalan las inflamaciones e infecciones oculares, prevalentes entre adolescentes y jóvenes. (Fernández, *et al*, 2009).

Durante la adolescencia, por cambios hormonales, se incrementa la producción de secreciones grasosas, entre ellas las de las glándulas de los párpados, lo cual propicia la acumulación de aceites en el borde de las pestañas que, aunado a los malos hábitos de higiene, generan las condiciones necesarias para la proliferación de bacterias.

Las enfermedades infecciosas e inflamatorias de los párpados más frecuentes son las de origen bacteriano, en forma de celulitis (Giménez, 2005). Entre los principales síntomas están: el ardor, enrojecimiento, dificultad para abrir el ojo, lagrimeo, escozor, etc. Y en los peores casos, es necesario llegar a la intervención quirúrgica o a tratamientos dolorosos.

Generalmente, son enfermedades poco atendidas, pues no se consideran peligrosas, sin embargo, si la infección no desaparece a los pocos días, significa que se está causando daño a las glándulas y por lo tanto a la calidad de las lágrimas, lo que representa un riesgo para la agudeza visual.

Actualmente existen herramientas auxiliares para aliviar distintas condiciones de los párpados y la mayoría están enfocadas en regular la acción de las glándulas sebáceas, como en el caso del ojo seco, pero estas solo funcionan parcialmente contra las infecciones.

El presente documento es la compilación de una investigación en torno a las infecciones oculares y tiene como objetivo generar una solución efectiva para su tratamiento y curación.





## 1.2 ANTECEDENTES

Para tener una visión amplia del contexto actual, es necesario revisar los dispositivos existentes destinados al tratamiento de las enfermedades de los anexos oculares.

Para ello, se analizaron los productos existentes en el mercado, con la finalidad de conocer las problemáticas resueltas y las deficiencias en los mismos. De esta manera, se busca proponer una solución que integre las características necesarias para la solución del problema.

### 1.2.1 Productos comerciales:

Producto	Imagen	Características
EyePeace – Masaje de Párpados	 <p data-bbox="623 1394 938 1457">Fig. 1 EyePeace – Masaje de Párpados. (Dry eyes store. 2016)</p>	Masajeador diseñado para permitir que el paciente haga el masaje del párpado cuando está tratado con blefaritis crónica, sequedad ocular y/o disfunción de las glándulas meibomianas.
Bruder Hygienic Eyelid Sheets	 <p data-bbox="604 1780 958 1843">Fig. 2 Bruder Hygienic Eyelid Sheets. (Bruder. 2009)</p>	Hojas de limpieza envueltas individualmente para rutina diaria de higiene e hidratación de los párpados.

<p>Bruder Compresa Caliente para el Ojo Seco</p>	 <p>Fig. 3 Bruder Compresa Caliente para el Ojo Seco. (Bruder 2017)</p>	<p>Abre las glándulas sebáceas y permite que los aceites naturales regresen al ojo, aliviando las molestias causadas por el envejecimiento, las lentes de contacto, el uso de dispositivos digitales y más.</p>
<p>Ocusoft Platinum</p>	 <p>Fig. 4 Ocusoft Platinum. (Dry eyes store. 2016)</p>	<p>Ayuda a limpiar los restos oleosos que las glándulas producen y que pueden irritar la superficie ocular.</p>
<p>Zoria – Limpiador de párpados</p>	 <p>Fig. 5 Zoria – Limpiador de párpados. (Dry eyes store. 2016)</p>	<p>Limpiador espumoso sin enjuague con propiedades antibacterianas e hidratantes que elimina el aceite, los desechos, el polen y otros contaminantes de los párpados.</p>
<p>Blefarix gel higiene parpados y pestañas</p>	 <p>Fig. 6 Blefarix gel higiene parpados y pestañas. (Blefarix 2015)</p>	<p>Gel específicamente formulado para el cuidado y la limpieza de párpados y pestañas con gran eficacia calmante y gran seguridad de uso. Indicado para eliminar el exceso de descamación y facilitar la limpieza de los párpados y la base de las pestañas.</p>

<p>Blefarix párpados y pestañas toallitas</p>	 <p>Fig. 7 <i>Blefarix párpados y pestañas toallitas.</i> (Blefarix, 2015)</p>	<p>Está pensado para facilitar una óptima limpieza de párpados. Con su aplicación local se elimina el exceso de descamación y la seborrea, de forma intensiva pero segura.</p>
<p>Blefarix solución 100 ml + 100 gasas</p>	 <p>Fig. 8 <i>Blefarix solución 100 ml + 100 gasas.</i> (Blefarix, 2017)</p>	<p>Para la limpieza intensiva de párpados y pestañas que está especialmente indicada en tratamientos de larga duración o procesos crónicos. Con su aplicación local se elimina el exceso de descamación y la seborrea, de forma intensiva pero segura.</p>
<p>Eyegiene Insta-Warmth</p>	 <p>Fig. 9 <i>Eyegiene Insta-Warmth.</i> (Dry eye store, 2016)</p>	<p>Aplica calidez terapéutica suave a los párpados durante hasta 10 minutos, en el hogar o al viajar. El sistema calienta las glándulas de Meibomio para liberar aceite lipídico que estabiliza la película lagrimal y evita la evaporación de los fluidos protectores oculares.</p>
<p>Jabón facial orgánico con aceite de Melaleuca</p>	 <p>Fig. 10 <i>Jabón facial orgánico con aceite de Melaleuca.</i> (Dry eye store, 2016)</p>	<p>Este jabón de manos orgánico hecho de aceite de árbol de té (<i>Melaleuca</i>) es ideal para adultos que sufren de acné y / o rosácea facial. Además, sirve para tratar el compromiso ocular de rosácea o blefaritis.</p>

Tabla 1 *Productos comerciales.* (Elaboración propia, 2018)

Tras examinar los productos anteriores, se puede concluir que la mayoría de ellos están dirigidos al tratamiento del ojo seco, específicamente a regular el funcionamiento de la glándula de meibomio o para la limpieza del párpado. Esta información es valiosa pues se comprueba que en el mercado no se puede encontrar un tratamiento para el mal funcionamiento de la glándula y, a su vez, para la acumulación de bacterias.

### 1.2.2 Patentes

Es necesario revisar patentes existentes que auxilien en el análisis al que se ha llegado a través de las investigaciones sobre el tema para el desarrollo de sus invenciones.

#### **Aparato para curar la conjuntivitis y otras infecciones oculares por aplicaciones lumínicas**

**ES2189670A1**

Inventor: Martínez Myriam Urrutxua

País: España

Fecha de publicación: 2003-07-01

Aparato para curar infecciones causadas por bacterias y microorganismos fotosensibles esencialmente constituido mediante un habitáculo prácticamente cerrado, conformando un módulo básico fundamental realizado mediante una pluralidad de superficies planas de naturaleza reflectante, preferentemente espejos, y enlazadas entre sí sin solución de continuidad, habiéndose previsto la disposición de al menos cuatro puntos emisores de luz, mediante lámparas de 100 w, orientados con referencia a los ejes y planos fundamentales del recinto de tal modo que los rayos luminosos emitidos, así como sus respectivos y sucesivos reflejados, se entremezclan entre sí mismos haciendo sumatoria la intensidad de la luz en el interior del módulo; habiéndose dispuesto unos medios complementarios del módulo recinto que hagan posible los tránsitos de "entrada- salida", contruidos con un material dotado de un acusado índice reflectante, preferentemente con láminas moldeadas de naturaleza plástica realizadas en color blanco.



## **Dispositivo de tratamiento de administración de fármaco**

**ES2653845T3**

Inventor: Hanson S. Gifford, Angela Macfarlane, Cary Reich

País: España

Fecha de publicación: 2003-07-01

Un dispositivo para administrar un agente en el ojo, que comprende: un elemento alargado adaptado para la colocación, al menos parcial, en un espacio supracoroideo del ojo caracterizado por: el elemento alargado que tiene una brida situada en un extremo proximal y que además tiene un extremo distal, en el que, en uso, la brida del extremo proximal está colocada en un espolón escleral del ojo y el extremo distal se extiende a una ubicación dentro de un segmento posterior del ojo, el elemento alargado adaptado para administrar un fármaco en el ojo; un frasco cuentagotas adaptado para suministrar una gota de un fármaco sobre la superficie de una córnea del ojo de manera que la película lagrimal dirige el fármaco a la cámara anterior y el fármaco fluye posteriormente hacia al elemento alargado, que guía el fármaco hacia el espacio supracoroideo.

## **Composiciones para el tratamiento de infecciones producidas por el ácaro demodex spp**

**WO2016108070A1**

Inventor: Moreno Bohorquez, Eliana Isaura

Fecha de publicación: 2016-07-16

Composiciones para el tratamiento de infecciones producidas por el ácaro *Demodex* spp, que comprenden aceites esenciales seleccionado del grupo que consiste en aceite de *Eruca Sativa*, aceite de *Zingiber officinale*, y aceite de *Alpinia officinarum* incorporados en solventes y vehículos, que presentan un kit en forma de solución, suspensión, emulsión o dispersión. Se aplican en forma tópica para el tratamiento de infecciones y afecciones en humanos ocasionadas por *Demodex* spp.

### 1.2.3 Publicaciones

Se revisaron publicaciones que son útiles para mantener la investigación actualizada con los avances que hay en el tema y con eso diseñar un producto con la información actual.

#### **Recubrimientos antibacterianos sobre las superficies de silicona: Prevención de infecciones oculares por el uso de Lentes de Contacto**

Autor: Cano Fossas, Marta

País: España

Fecha de publicación: 2015-20-10

Las lentes de contacto, en especial las de uso prolongado, tienen grandes riesgos a desarrollar colonias bacterianas en su superficie, lo que puede provocar grandes infecciones al usuario, como por ejemplo queratitis microbiana (MK), ojo rojo agudo inducido por lente de contacto (CLARE), úlcera periférica inducida por lente s de contacto (CLPU) y queratitis infiltrativa (IK). Por este motivo, el objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de recubrimientos superficiales para lentes de contacto que previenen la formación de biopelículas bacterianas. Para ello, se han empleado nanopartículas de plata (AgNPs) ya que son universalmente reconocidas por su acción antibacteriana de amplio espectro contribuyendo, por lo tanto, a la desinfección bacteriana y proporcionando un carácter protector. Debido a la aglomeración y precipitación de las nanopartículas en suspensión es necesaria la incorporación de algún estabilizador. Los biopolímeros son útiles para la estabilización de nanopartículas de metal además de ser respetuosos con el medio ambiente. Así pues, se ha utilizado el biopolímero quitosano como un reactivo combinado de reducción y nivelación para la producción de soluciones coloidales estables de nanopartículas de plata. Los recubrimientos de nanopartículas de plata con quitosano incorporado parecen ser eficaces frente a las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos muestran una clara dependencia entre la reducción bacteriana y la cantidad de plata impregnada, la cual varía dependiendo del método empleado para fijar el recubrimiento.

## **Aprendiendo oftalmología a través de una app móvil**

Autores: Isabel de la Torre, Miguel J. Maldonado, José Carlos Pastor, Miguel López Coronado.

País: España

Fecha de publicación: 2016

En este artículo se presenta una app móvil desarrollada en Android para ayuda al estudio de la asignatura Oftalmología del Grado en Medicina de la Universidad de Valladolid, España. La app abarca el mayor número de enfermedades recogidas en el manual “Guiones de Oftalmología: Aprendizaje basado en competencias “de la Editorial McGraw-Hill. La app denominada OphthalDSS incorpora un sistema de ayuda a la decisión que es de gran utilidad en el estudio de la asignatura. OphthalDSS incluye también un listado de acrónimos y términos en lengua inglesa utilizados frecuentemente en oftalmología, así como un breve recuerdo etimológico de los principales términos usados en la disciplina. También dispone de información de ayuda para el futuro profesional de atención primaria sobre la referencia al oftalmólogo y la contribución del médico de atención primaria al fomento de la salud visual.

La nueva aplicación supondrá un nuevo recurso informático de carácter pedagógico innovador para los alumnos y les servirá de ayuda en su práctica médica a posteriori.

Tanto las patentes como las publicaciones proponen alternativas innovadoras que se apoyan de la tecnología para el tratamiento de las infecciones, esto tiene una relación directa con el precio de los dispositivos, los comerciales oscilan entre los \$100.00 hasta los \$1200.00 pesos aproximadamente, mientras que los anteriores se encuentran en etapa de desarrollo, lo que significa una inversión inicial mucho mayor que no permite su introducción al mercado.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Los humanos, en todo momento, están expuestos a contraer virus y bacterias causantes de infecciones periorbitales, puesto que los ácaros se adquieren poco después del nacimiento y se consideran fauna normal de la piel y su número se incrementa durante la pubertad cuando las glándulas sebáceas proliferan. (Bermejo, 2016)

Dentro de la cultura de higiene del mexicano, no existe el cuidado puntual de los párpados y pestañas como prioridad en la rutina diaria. Tampoco se extrema la higiene de las manos y estas suelen ser el foco de infección ocular, por la manipulación, casi espontánea, que hacemos en los ojos y que deberíamos evitar. (Jiménez S. 2005).

Se llega a normalizar el sentirse mal, cuando aparecen ojos rojos, llorosos o inflamaciones en los párpados se tiende a pensar que son molestias pasajeras, sin embargo, al no tratarlas, pueden causar daños mayores en las glándulas palpebrales que a su vez, afectan la calidad de las lágrimas y por lo tanto puede incluso afectar la agudeza visual. Estas afecciones son relativamente sencillas de curar si se tratan a tiempo, antes de convertirse en crónicas.

La presente investigación tiene como propósito generar una alternativa eficiente para el tratamiento de las infecciones y de la misma manera concientizar a los usuarios de que la higiene de los párpados es importante para mantener nuestras glándulas y globo ocular sano.

El diseño industrial tiene la capacidad de plantear soluciones a problemas a través de un proceso de investigación, que, apoyado de metodologías, puede proponer un diseño que combine métodos existentes ya comprobados, haciendo que los mismos se unan en una solución integral y completa.

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en México se registran miles de visitas todos los días en el servicio de oftalmología, solo en 2017 el Instituto Mexicano del Seguro Social brindó 921 mil 502 consultas a nivel nacional (IMSS, 2017).

Entre las enfermedades oftalmológicas que constituyen motivo frecuente de asistencia médica, se señalan las inflamaciones e infecciones oculares. Gran cantidad de éstas son por problemas que se agravaron por no tratarse desde las primeras molestias (Fernández, *et al*, 2009).

Las enfermedades infecciosas más comunes en el margen palpebral, son las de origen bacteriano, principalmente por estafilococo, que es una bacteria que vive de manera natural en la mucosa y piel de los humanos.

El riesgo de contraer una infección periocular aumenta con malos hábitos: La rutina de higiene diaria no contempla el cuidado específico de la zona de los párpados y pestañas, el uso de lentes de contacto, la contaminación del ambiente o el uso y la no remoción de maquillaje.

Aunado a lo anterior, cualquier afección que ocasione el incremento de secreciones grasosas de las glándulas de meibomio, propicia la acumulación de aceite en los bordes de los párpados. Esto permite la proliferación excesiva de las bacterias presentes en la piel.

Cuando las glándulas se infectan, se generan inflamaciones que pueden afectar todo el párpado (superior o inferior). Estas infecciones pueden presentarse en forma de orzuelo, chalazión o blefaritis, teniendo en común síntomas como: enrojecimiento, escozor, dolor o dificultad para abrir el ojo.

La cultura de nuestro país tiende a normalizar estos padecimientos debido a que se consideran de bajo riesgo o que desaparecerán por sí solos y no se visita al especialista hasta no tener síntomas importantes. Es muy común que se recurra al uso de métodos caseros como tratamiento, pero estos no cumplen con las características estériles que se necesitan en un área tan delicada como lo es el globo ocular y sus anexos lo cual puede empeorar el cuadro, además de que si el paciente presenta susceptibilidades por antecedentes de piel seborreica o acné lo más probable es que desarrolle un problema crónico.

## 1.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 1.5.1 Hipótesis

Al diseñar un aplicador oftalmológico para el tratamiento de infecciones perioculares que integre las técnicas de termoterapia y uso de antibiótico, se podrá acelerar el proceso de desinflamación del párpado en comparación a los métodos convencionales.

### 1.5.2 Objetivo general

Diseñar un aplicador oftalmológico para la aceleración del proceso de desinflamación del párpado mediante la integración de los tratamientos de termoterapia y antibióticos.

### 1.5.3 Objetivos específicos

- Definir medidas antropométricas de acuerdo a las características del usuario.
- Definir requerimientos y especificaciones ergonómicas de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Generar propuestas de diseño basadas en la recolección de datos.
- Diseñar un prototipo de apariencia.

## CAPÍTULO II

### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1 Anatomía del ojo humano

El globo ocular a través de sus estructuras recibe estímulos luminosos externos, los codifica y transmite a través de la vía óptica al cerebro, lugar donde se produce el fenómeno de la visión.

- El ojo tiene forma esferoidal y está formado por tres capas concéntricas.
  - Túnica externa: córnea y esclerótica.
  - Túnica media o vascular: úvea, formada por iris, cuerpo ciliar y coroides.
  - Túnica interna: retina.
- En su interior se limitan unos compartimentos:
  - Cámara anterior, limitada por la cara posterior de la córnea por delante, y el diafragma iridopupilar por detrás. Está ocupada por humor acuoso.
  - Cámara posterior, entre el iris y pupila por delante y la cara anterior del cristalino, con sus fibras zonulares. Ocupada por humor acuoso.
  - Cámara vítrea, limitada por la cara posterior del cristalino, fibras posteriores de zónula y parte del cuerpo ciliar por delante y el resto por retina.

#### 2.1.2 Anatomía del párpado y sus partes

Los párpados son dos velos musculo membranosos situados delante del globo ocular, que pueden ponerse en contacto uno con el otro o separarse para dejar libre una parte más o menos grande de la cara anterior del globo ocular.

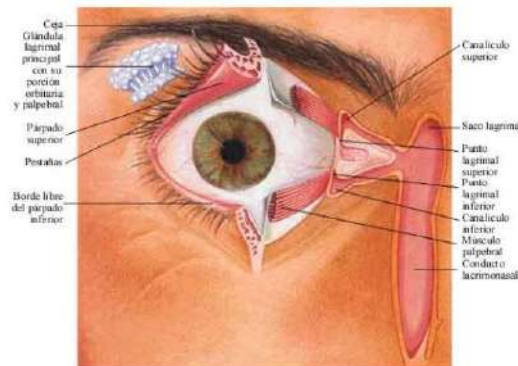


Fig. 11 Anatomía del párpado. (González, 2019)

### 2.1.2.1 Configuración

-Cara anterior: es convexa cuando los párpados se hallan en contacto. Moldeada sobre el globo ocular, está cubierta por la piel.

-Cara posterior: Es cóncava, tapizada por una mucosa (la conjuntiva), y está moldeada sobre el globo ocular.

-Extremos: Los dos párpados están unidos en sus extremos por dos comisuras, la medial, levemente saliente, y la lateral, más alargada y prolongada por las “arrugas” que se acentúan con la edad (patas de gallo).

Bordes:

-Borde adherente: Del párpado superior llega hasta las cejas. En el párpado superior se encuentran unas 30 glándulas de meibomio, dispuestas en todo el párpado. Del párpado inferior llega hasta las mejillas. En el párpado inferior hay 20 glándulas de meibomio

-Borde libre o borde ciliar: Se caracteriza por poseer un espacio intermarginal y una línea intermarginal. Donde se van a ubicar ahí las glándulas y folículos pilosos (donde nacen las pestañas). En el párpado superior hay 100 – 150 pestañas distribuidas en 3 líneas seguidas. Miden de 8 a 10 mm. En el párpado inferior las pestañas son de 70-75 y miden de 7 a 8 mm. En este borde se encuentran las glándulas de Zeiss y de more.

Las glándulas de los párpados: poseen 3 clases de glándulas que les son propias:

- Las glándulas tarsales (de Meibomio): Son glándulas en racimo situadas en el espesor de los tarsos. Hay entre 25 y 30 para cada párpado; se abren en el borde libre, detrás de las pestañas.

-Las glándulas sebáceas: se encuentran anexadas a los folículos pilosos de las pestañas.

-Las glándulas ciliares (de Moll): son sudoríparas rudimentarias y se abren entre las pestañas



### 2.1.2.2 Función de los párpados

-Lubricar el segmento anterior del ojo. Debido a sus continuos movimientos o parpadeos, aseguran una hidratación constante de la superficie ocular.

-Proteger al ojo de traumas externos (González, 2018) Tales como: luz, calor, frío, polvo, etc.

### 2.1.3 Infecciones oculares

#### 2.1.3.1 Blefaritis o DGM

Es la inflamación común y permanente del borde de los párpados. La blefaritis anterior se localiza en la parte anterior del borde del párpado, y normalmente se produce por un exceso de grasa (típica de pacientes con dermatitis seborreica) o por sobreinfección bacteriana. La blefaritis posterior o Disfunción de Glándulas de Meibomio (DGM) generalmente se produce por un mal funcionamiento de unas pequeñas glándulas productoras de grasa que se encuentran, en número de 30 o 40, en el borde palpebral. En condiciones normales estas glándulas producen una secreción grasa que ayuda a lubricar la superficie del ojo, evitando la evaporación de la lágrima y manteniendo constantemente húmeda la córnea. En los pacientes con DGM las glándulas se obstruyen, quedando sus secreciones estancadas, produciéndose una mayor evaporación lagrimal.



Fig. 12 Caso de blefaritis. (Lee, 2018)

#### 2.1.3.1.1 Causas

No siempre se puede identificar una causa de la blefaritis. Es más frecuente en pacientes de edad avanzada, aquellos con alteraciones de las hormonas sexuales y rosácea cutánea. Algunos fármacos, como el ácido 13-cis retinoico (empleado en el tratamiento del acné) o la terapia hormonal sustitutiva también se han asociado a la blefaritis.

#### 2.1.3.1.2 Síntomas y complicaciones

Los síntomas producidos por la Blefaritis son muy diversos, dado que existen distintos grados de intensidad de la enfermedad. Las molestias que refieren los pacientes suelen ser del tipo sensación de arenilla, escozor, ardor, picazón, lagrimeo, escamas en el borde palpebral, etc. Los pacientes con Blefaritis son también más propensos a la aparición de orzuelos, pues las glándulas obstruidas pueden infectarse. Solo en casos muy avanzados y sin tratamiento se pueden producir cuadros graves que comprometan la visión.

La gravedad de una blefaritis viene dada por la afectación secundaria de la córnea al alterarse la función de la película lagrimal que la protege, comprometiéndose su transparencia y la visión.

#### 2.1.3.1.3 Tratamiento

-Higiene palpebral: La higiene palpebral es la base del tratamiento de la blefaritis, ya que es fundamental mantener el borde de los párpados tan limpios como sea posible. Antes de aplicar la toallita o gel que le haya pautado el oftalmólogo debe lavar los párpados con agua caliente, realizando un suave masaje para facilitar el drenaje de las glándulas y limpiar el borde del párpado y la base de las pestañas. Evitar la entrada del jabón o de la toallita dentro del ojo, pues puede irritar. La higiene palpebral debe realizarse 1 o 2 veces al día, según la gravedad de la Blefaritis. Se debe realizar de forma constante y adecuada, ya que es fundamental para el control de la enfermedad.

-Lágrimas artificiales: La Blefaritis produce inestabilidad de la película lagrimal, lo que explica muchos de los síntomas que usted padece. El empleo de lágrimas

artificiales reduce las molestias y debe emplearlas varias veces al día. Es importante que sea constante en su uso, si no las molestias volverán a aparecer.

-Vitaminas: Existen complementos vitamínicos en el mercado especialmente diseñados para mejorar la secreción de las glándulas palpebrales y que pueden ser útiles en algunos casos de blefaritis. Su oftalmólogo puede pautárselos en forma de una pastilla diaria (mejor con comidas).

-Otros tratamientos: el oftalmólogo le puede indicar el tratamiento con otros fármacos como antibióticos orales y/o corticoides en función de la gravedad de la patología, y deberá realizar un estricto cumplimiento según le fuera indicado.

### 2.1.3.2 Orzuelo

Un orzuelo (término médico: hordeolum) se desarrolla cuando una glándula sebácea del borde del párpado se infecta. La consecuencia es algo muy similar a un grano en el párpado. El orzuelo puede crecer hacia adentro o hacia afuera.



Fig. 13 Orzuelo interno. (Ruiz, 2019)

#### 2.1.3.2.1 Causa

La causa es una bacteria estafilococo, que se encuentra normalmente en la nariz, por lo que es muy fácil trasladarla hasta el ojo cuando luego de tocarlos la nariz nos tocamos el ojo.

#### 2.1.3.2.2 Síntomas

Los primeros signos son el dolor, enrojecimiento de la zona, inflamación y aumento de la sensibilidad. Luego de la aparición de estos síntomas, se comenzará a desarrollar un pequeño grano en la zona afectada. Usualmente esto va acompañado de inflamación en los ojos. En ocasiones solamente se inflama el área inmediata; en otras, el párpado en su totalidad.

#### 2.1.3.2.3 Tratamiento

La mayoría de los orzuelos desaparecen por sí mismos en el correr de unos días. Puede acelerar el proceso aplicando compresas calientes de 10 a 15 minutos, tres o cuatro veces al día, durante varios días. Esto aliviará el dolor y ayudará a la evolución natural del orzuelo, muy similar a la de un grano.

#### 2.1.3.3 Chalazión

El chalazión o chalación es un bulto o quiste de origen no infeccioso que se forma en el párpado superior o en el párpado inferior como consecuencia de una acumulación de secreción grasa en una o varias de las glándulas de Meibomio, que se encuentran situadas en el borde de los párpados.



Fig. 14 Caso de chalazión. (Fundación Ver bien, 2018)

#### 2.1.3.3.1 Causas y síntomas

El chalazión aparece cuando alguna de las glándulas meibomianas se obstruye. Normalmente la chalazión no produce dolor, aunque este puede surgir en una forma leve si existe inflamación. Además, puede presentarse enrojecimiento.

En algunos casos puntuales, cuando el quiste está situado en el párpado superior y alcanza cierto tamaño, se puede producir una ligera presión sobre la córnea que desemboque en astigmatismo y en visión borrosa.

Las personas que sufren blefaritis, rosácea o dermatitis seborreica son propensas a tener un chalazión. También se ha observado que ciertos tipos de piel son más sensibles a este tipo de problemas.

#### 2.1.3.3.2 Tratamiento

En la mayoría de los casos, el chalazión desaparecerá a las tres o cuatro semanas. Si el paciente siente molestias o si su tamaño aumenta, es recomendable acudir al oftalmólogo que puede elegir entre diferentes opciones de tratamiento en función de las características de cada caso. De esta forma, un tratamiento rápido y un diagnóstico precoz contribuirán a eliminar el problema de forma efectiva.

-Aplicación de calor (compresas calientes o paños calientes) o masajes.

-Esteroides o antibióticos, especialmente si se producen de forma recurrente

## 2.1.4 Tratamientos

### 2.1.4.1 *Antibióticos*

En los casos de infecciones bacterianas, como es el caso de la conjuntivitis, blefaritis, queratitis y orzuelo se usan antibióticos. Cuando la infección bacteriana produce secreción muy abundante se suelen emplear colirios con antibióticos de amplio espectro (tetraciclinas, cloranfenicol, rifampicina, etc.), inicialmente con gran frecuencia (una gota cada 2-4 h, durante 48 h); posteriormente cada 4-6 h, hasta completar 7-10 días.

#### 2.1.4.1.1 Eritromicina

Es un antibiótico del grupo de los macrólidos, con acción bacteriostática. Es de espectro antibacteriano moderadamente amplio, con acción más marcada sobre bacterias grampositivas, aunque también es activo frente a algunas bacterias gramnegativas, actinomicetos, micoplasmas, espiroquetas, clamidias, rickettsias y ciertas micobacterias.

#### 2.1.4.1.2 Gentamicina

Es un antibiótico del grupo de los aminoglucósidos con acción bactericida. Actúa interfiriendo en la síntesis proteica bacteriana. Presenta un amplio espectro antibacteriano y actúa preferentemente sobre bacterias gramnegativas aeróbicas, incluidas enterobacterias, *Pseudomonas* y *Haemophilus*. También es activo frente a estafilococos, incluidas cepas productoras de betalactamasas.

#### 2.1.4.1.3 Cloranfenicol

Es un antibiótico bacteriostático del grupo de los anfenicoles que puede ser eventualmente bactericida. Actúa interfiriendo en la síntesis proteica bacteriana. Presenta una acción especialmente marcada sobre bacterias gramnegativas anaerobias y sobre cocos y bacilos grampositivos, aeróbicos y anaeróbicos. También es activo frente a espiroquetas, rickettsias, clamidias y micoplasmas.

#### 2.1.4.1.4 Tobramicina

Es un antibiótico del grupo de los aminoglucósidos, con acción bactericida. Actúa interfiriendo en la síntesis proteica bacteriana. Presenta un amplio espectro antibacteriano, actuando preferentemente sobre bacterias gramnegativas aeróbicas, incluidas enterobacterias, *Pseudomonas*, y *Haemophilus*. También es activo frente a estafilococos, incluidas las cepas productoras de betalactamasas.

#### 2.1.4.1.5 Asociaciones

Se usan las asociaciones de sulfato de polimixina B y de neomicina. La neomicina, como sal sulfato, es un antibiótico bactericida de la familia de los aminoglucósidos. Actúa sobre organismos grampositivos y gramnegativos al inhibir la síntesis proteica, por unión con el ARN ribosomal, lo que causa una perturbación en el código genético bacteriano. Es particularmente activo contra microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella* y *Enterobacter*.

La polimixina B es particularmente activa frente a *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Haemophilus*, *Klebsiella* y otros microorganismos gramnegativos. (Esteva, 2006)

#### 2.1.4.2 Termoterapia

Es la aplicación de calor en sus diferentes grados sobre el organismo con fines terapéuticos. Esta aplicación se da mediante agentes térmicos, los cuales son materiales que están en una temperatura mayor a los límites fisiológicos.

Busca a partir de los efectos que provoca, mejorar el estado de una lesión o enfermedad. Es una de las técnicas terapéuticas de mayor uso por los profesionales por sus grandes beneficios y su bajo costo.

Puede clasificarse como superficial cuando la penetración es baja o profunda cuando se dan efectos biológicos gracias al calentamiento directo de tejidos profundos.

La mayor parte del calor de nuestro cuerpo proviene de la oxidación de los alimentos. La velocidad con la que se produce este calor se conoce como IM y se mide en Kcal.

El IM se puede afectar por factores como:

Ejercicio, sistema nervioso, hormonas, temperatura corporal, ingesta alimenticia, edad, sexo, clima, sueño, desnutrición, etc.

Los agentes térmicos

El calor se propaga desde el agente térmico hasta el organismo, produciendo un aumento de temperatura, lo cual provocará los diversos efectos terapéuticos.

Dentro de estos agentes térmicos encontramos:

#### 2.1.4.2.1 Medios colectivos sólidos

- Arena caliente o psamoterapia
- Envolturas calientes: Tratamiento doméstico, son frazadas calentadas con plancha u hornos artesanales. Pierden rápido el calor y no se les puede medir la temperatura.
- Termóforos: Aplicaciones domésticas de calor. Incluye ladrillos calientes, bolsas de agua caliente y hot packs.
- Bolsas químicas: Producen una reacción química exotérmica. Alcanza una temperatura máxima de 54 grados.
- Almohadillas eléctricas: Tienen una potencia entre 10 y 50 watts.

#### 2.1.4.2.2 Medios conductivos sólidos y líquidos

- Compresa húmeda caliente: Alcanza temperaturas de 71.1 a 79.4 grados C.
- Parafina: Su punto de fusión es de 54.5 grados. Se puede utilizar por técnicas de inmersión, embrocación, reinmersión, en compresas o batida.
- Parafango: Es una mezcla de parafina, fango volcánico y sales minerales. Se usa a temperaturas de 47-52 grados.
- Fangoterapia.
- Hidroterapia caliente.



#### 2.1.4.2.3 Medios conectivos

-Aire seco: Baño mixto de aire caliente muy seco, alternando con aplicaciones frías.

-Aire húmedo: Baño total saturado de vapor de agua entre los 38-45 o 60 grados.

#### Efectos de la termoterapia

Un aumento controlado de la temperatura produce:

-Mejoramiento de la nutrición y de oxigenación celular

- Mejora las defensas al aumentar la cantidad de los elementos de defensa.

-Acción bacteriana.

-Acción antiinflamatoria.

-Acción analgésica.

-Acción antiespasmódica.

-Mejora la restauración celular.

-Aumenta el drenaje linfático.

-Favorece procesos de reparación tisular.

El límite de calor está dictado por la sensibilidad del paciente y la tolerancia que éste tenga hacia él.

### 2.1.5 Prevención

La prevención de estas afecciones se basa en extremar la higiene de las manos, ya que éstas suelen ser el foco de infección ocular, por la manipulación, casi espontánea, que hacemos de los ojos y que deberíamos evitar. No es aconsejable tampoco frotarse con fuerza los ojos (las lágrimas hay que secarlas sobre la mejilla). Debe evitarse el uso de cosméticos y jabones que resulten irritantes, y extremar la precaución si se trabaja manipulando líquidos tóxicos como la lejía, el sulfamán, el petróleo, etc. (Giménez, 2005)

### 2.1.6 Dispositivo médico

Se define como dispositivo médico a una sustancia, mezcla de sustancias, material, aparato o instrumento (incluyendo el programa de informática necesario para su apropiado uso o aplicación), empleado solo o en combinación en el diagnóstico, monitoreo o prevención de enfermedades en humanos o auxiliares en el tratamiento de las mismas y de la discapacidad, así como los empleados en el reemplazo, corrección, restauración o modificación de la anatomía o procesos fisiológicos humanos. (NOM-241-SSA1, 2012)

Clase I: Aquellos insumos conocidos en la práctica médica y que su seguridad y eficacia están comprobadas y, generalmente, no se introducen al organismo.

#### 2.1.6.1 *Diseño médico*

Para el proceso de diseño en dispositivos médicos es necesario una investigación del padecimiento a tratar, y a través del uso de varias herramientas de trabajo se descubren las áreas de oportunidad y las conexiones entre los conceptos que nos llevan a la propuesta de un dispositivo adaptado a las necesidades del usuario. El diseño industrial no se circunscribe sólo a la apariencia como factor atractivo sino también, a la optimización de la función y el valor del producto, entre otros aspectos; como la ergonomía, antropometría y usabilidad.

## 2.1.7 Requerimientos de diseño

### 2.1.7.1 Ergonomía

Es el campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades, habilidades de los seres humanos analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de productos o de procesos de producción. En todas las aplicaciones su objetivo común es: se trata de adecuar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas de manera que mejore la eficacia, la seguridad y el bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. (Villarreal, 2019)

### 2.1.7.2 Antropometría

Es la aplicación al ser humano de métodos físico científicos para el desarrollo de estándares del diseño de requerimientos específicos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y productos manufacturados, con el fin de asegurar la adecuación de todos ellos a las características del usuario. (Ruiz, *et al*, 2009)

### 2.1.7.3 Usabilidad

El concepto de usabilidad puede definirse como el nivel con el que un producto se adapta a las necesidades del usuario y puede ser utilizado por el mismo para lograr unas metas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico. (Huelves, *et al*, 2009)

## CAPÍTULO III

### 3.1 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó una combinación de las metodologías: Biodesign, Diseño estratégico y Total design.

#### Biodesign

Su objetivo es generar innovación en el área médica y tecnológica, provee una guía comprensiva para identificar, inventar e implementar nuevos aparatos médicos que permitan realizar tratamientos, o simplemente añadir valor a los desarrollos tecnológicos sobre la salud existentes en la actualidad. (Healthio, 2018)

#### Diseño estratégico

Contribuye al objetivo de facilitar que las empresas puedan aprovechar todo el potencial estratégico del diseño, dándoles las herramientas y procedimientos necesarios para que puedan llevarlo a cabo. La metodología funge como una palanca de innovación y éxito en el mercado. (Prodintec, 2011)

#### *Total design*

Es una metodología sistemática para lograr la integración del material de materias tecnológicas y no tecnológicas con el objetivo de crear productos y procesos exitosos. TOTAL DESIGN se distingue del "*partial design*" en que se requiere el aporte de personas de muchas disciplinas, tanto de ingeniería como de no ingeniería, en una mezcla que es casi exclusiva del producto en consideración. (Torres, 2001)

Consiste en 3 principales etapas: identificar, inventar e implementar.



Fig. 15 Estructura metodológica (2019)

### 3.1.1 Identificar

En esta etapa se deben reconocer necesidades o áreas de oportunidad dentro de un contexto, mediante un proceso creativo, éste contempla el uso de herramientas como: entrevistas con especialistas, la observación POEMS, y la elaboración de mapas conceptuales, para encontrar hallazgos y revelaciones que facilitarán la configuración de la solución.

#### 3.1.1.1 Proceso creativo.

##### 3.1.1.1.1 Entrevista a especialista

Se realizó una entrevista al cirujano oftalmólogo Héctor Fernando Paredes que compartió sus conocimientos y experiencias acerca del tema aportando información valiosa que posteriormente fue agregada al mapa conceptual.

Se le preguntó, entre otras cosas: ¿cuáles son las causas de las infecciones periorbitales?, ¿quiénes son los pacientes más susceptibles? ¿qué tipos de pacientes asisten a consulta y cuáles son los principales motivos? ¿Cuáles son los tratamientos más comunes? ¿Cuánto tiempo tarda aproximadamente en curarse una infección periorbital?

### 3.1.1.1.2 Observación

Para realizar la observación del entorno se utilizó una herramienta llamada POEMS, que tiene como objetivo recopilar información sobre la interacción y comportamiento de los usuarios en la investigación primaria.

Consiste en una tabla con las siguientes columnas: "Personas", "Objetos", "Entorno", "Mensaje", "Servicios". Durante la investigación con usuarios, se fue completando la tabla indicando lo siguiente:

P: En este paso se observó al paciente y se capturaron todos los inputs que experimentaron.

O: Se observó el comportamiento de las personas con los elementos cotidianos, su interacción con los objetos más utilizados dentro del grupo de gente que estamos analizando.

E: Se fijó la atención en el lugar donde se desarrollaron las distintas actividades y se buscó una relación con las personas analizadas.

M: Se analizó cómo se comunican los distintos individuos el lenguaje verbal y no verbal, los gestos, lenguaje corporal.

S: Aquí se analizan las tareas o servicios que se ofrecen en el contexto que estamos estudiando.

Esta herramienta confirmó que se obtuvo información completa en la interacción con usuarios, a través de la observación se pudo obtener información directa del comportamiento del mismo y esto ayudó a comprender el panorama de una manera sistemática, no individual.

A continuación, se anexan los resultados de la herramienta aplicada en el consultorio oftalmológico de la Clínica Médica Jáuregui, localizada en Santa Rosa Jáuregui.



Fig. 16 POEMS (Elaboración propia, 2018)

Es notable la aversión de las personas a asistir a consulta médica, el ambiente que se vive en los consultorios médicos es abrumante debido a la necesidad de esperar por un turno y más cuando no se cree necesaria la asesoría de un especialista.

### 3.1.1.1.3 Mapa conceptual

Se realizó un mapa conceptual para visualizar ideas o conceptos y las relaciones jerárquicas entre los mismos, además para organizar la información gráficamente, colocando el tema principal al centro y a partir de ahí se desplegaron los demás conceptos unidos por enlaces y líneas. De esta manera se obtuvo una referencia visual del universo de la investigación, permitiendo establecer conexiones clave que de otro modo no serían evidentes.

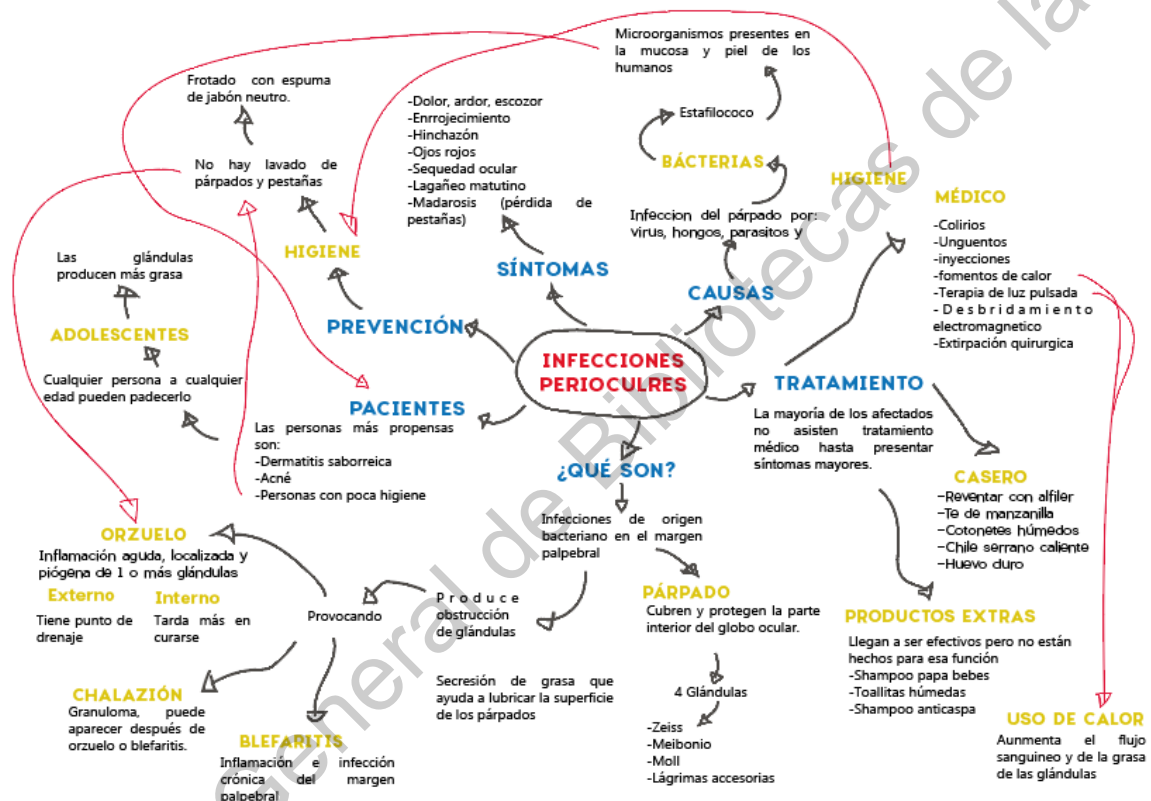


Fig.17 Mapa conceptual (Elaboración propia, 2018)

Gracias al análisis de todos los elementos dentro del mapa conceptual se obtuvieron los siguientes hallazgos y revelaciones que dieron partida a la próxima etapa de la investigación.



- Hallazgos
  - No existe la higiene adecuada en párpados y pestañas, lo que propicia la acumulación de bacterias.
  - El estafilococo es la principal bacteria causante de las infecciones, está presente en la mucosa y piel de los humanos, por lo que es muy fácil contraerlas.
  - Los afectados prefieren el uso de métodos caseros o la compra de medicamentos de libre venta para el tratamiento de las infecciones antes que asistir a consulta médica, pues no se considera un padecimiento importante que valga el costo de la misma.
  - Gotas y Ungüentos no actúan sobre la infección sólo disminuyen la flora bacteriana.
  - El uso de calor aumenta el flujo oleoso y sanguíneo de las glándulas.

#### Reto de diseño

Para curar una infección periorcular, se necesitan la integración de 2 técnicas: la aplicación de calor y el uso de antibióticos.

#### 3.1.1.2 Conceptualización

##### 3.1.1.2.1 Requerimientos

1. Debe contar con las condiciones estériles necesarias para tratar la infección.
2. Ser de fácil aplicación para que el usuario lo use de manera constante.
3. Debe adaptarse a la forma del ojo y ser cómodo al contacto con los párpados.
4. Tener apariencia atractiva para que el usuario sienta apropiación.

##### 3.1.1.2.2 Especificaciones

1. Medir aproximadamente 50mm
2. Tener orificios de entrada y salida para el líquido
3. Contar con método de sujeción a las almohadillas

### 3.1.1.2.3 Propuesta de valor

El dispositivo integra las técnicas de termoterapia y uso de antibiótico, haciendo que el párpado desinflame en un tiempo menor al de los métodos existentes. Además de ser portátil y de uso intuitivo.

### 3.1.2 Inventar

Aquí se desarrolla el proceso de ideación, se generan y analizan conceptos para la elaboración de propuestas de diseño que deben tomar en cuenta los ejes de diseño de producto, que son: la ergonomía, la estética, la función, los materiales y procesos para la fabricación.

#### 3.1.2.1 Proceso de ideación

##### 3.1.2.1.1 Generación de conceptos

Una vez obtenido el reto de diseño se comienza a generar tantas ideas como sean posibles, mediante herramientas de representación de diseño como: sketches, dibujos, modelos y prototipos que son evaluados y replanteados tantas veces como sea necesario hasta obtener una idea completa.



Fig.18 Ideas (Elaboración propia, 2019)

Las representaciones visuales de diseño están clasificadas de acuerdo al nivel de detalle y especificaciones que cada uno contiene, pueden ser representaciones 2D o 3D.

Group	Sub-group	Visual Design Representation
2D Visual Design Representations	Sketches	Personal Sketches
		Shared Sketches
		Persuasive Sketches
		Handover Sketches
	Drawings	Industrial Design Drawings
		Engineering Design Drawings
3D Visual Design Representations	Models	Industrial Design Models
		Engineering Design Models
	Prototypes	Industrial Design Prototypes
		Engineering Design Prototypes
		Appearance Prototype
		Alpha Prototype
Beta Prototype		
Pre-Production Prototype		
Experimental Prototype		
System Prototype		
Final Hardware Prototype		
Tooling Prototype		
Off-Tool Prototype		

Tabla 2 *Categories of visual design representation.* (Loughborough University's Institutional Repository, 2012)

Una herramienta que apoya en la generación de ideas es el *moodboard*, el cual es un tipo de collage que consiste en imágenes, texto y muestras de objetos en una composición. Se utilizó para transmitir una idea general o sentir sobre un tema en particular, que en este caso fue la relajación, salud y limpieza.



Fig.19 *Mood Board* (Elaboración propia, 2018)

El *styleboard* tiene el mismo objetivo, pero centrado en estilos de productos existentes, así como texturas, materiales, colores y formas.

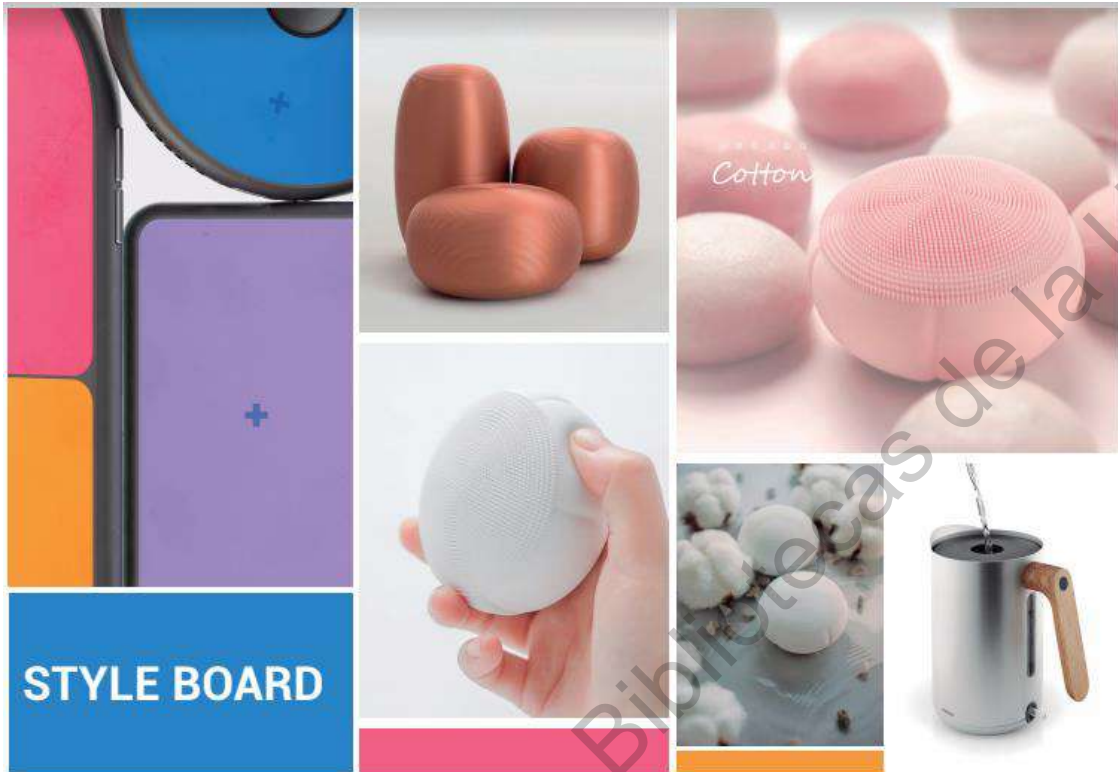


Fig.20 *Style Board* (Elaboración propia, 2018)

El *life style board*, por su parte, logra mostrar el estilo de vida del usuario para poder analizar su comportamiento y costumbres.



Fig.21 *Lifestyle board* (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.1.2 Boceto

Se ha definido como una representación preliminar, sin detalles, generalmente ejecutada rápidamente para presentar solo elementos clave del diseño. Se llevan a cabo a mano alzada y a menudo no tienen escala.

Como primer paso se realizaron bocetos rápidos para representar las primeras ideas, utilizando hojas de papel, lápices y bolígrafos.

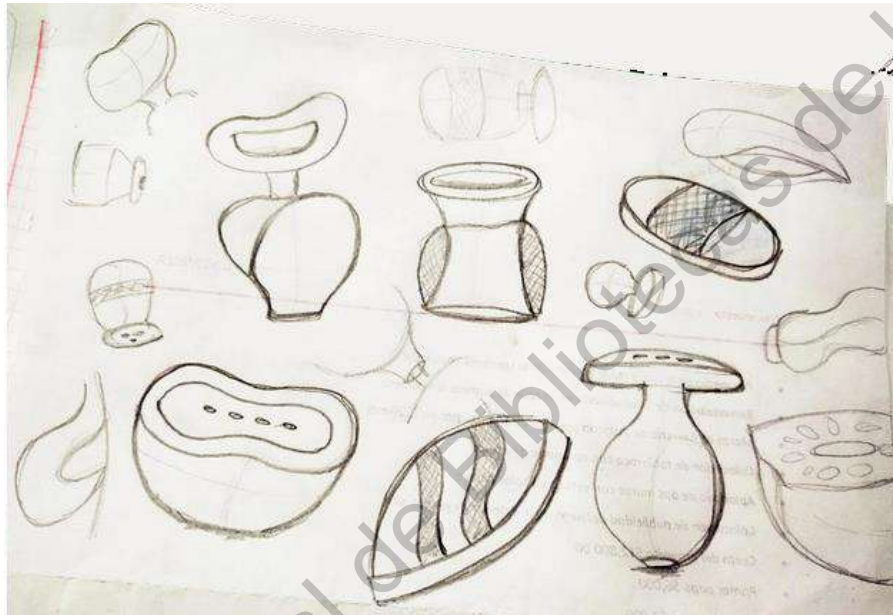


Fig.22 Bocetos rápidos (Elaboración propia, 2018)

Después de explorar formas, se hizo una segunda etapa de bocetaje, en la cual se eligieron 3 principales para poder desarrollarlas a fondo y proponer su funcionamiento.

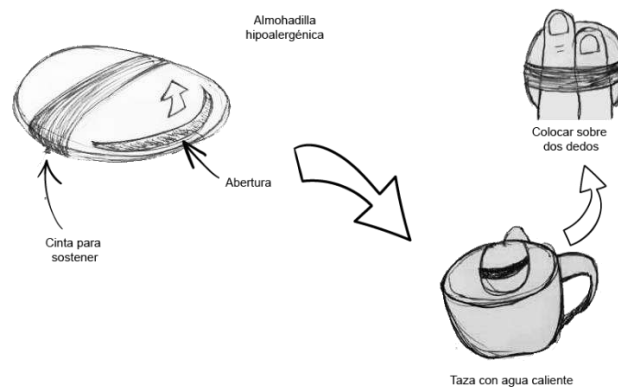


Fig.23 Boceto 1 (Elaboración propia, 2018)

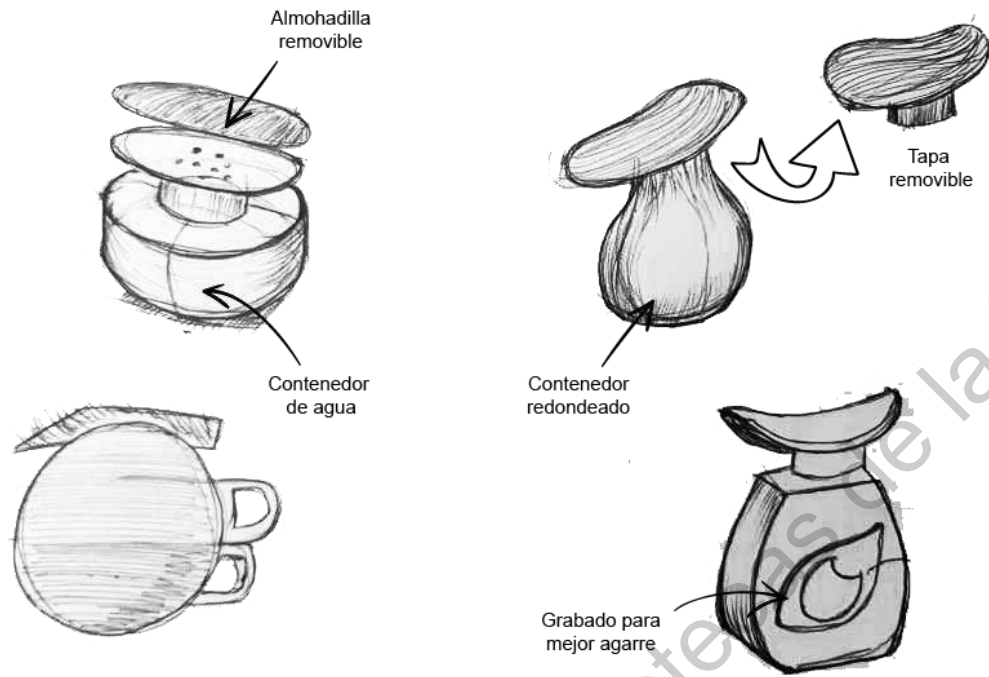


Fig.24 Boceto 2 (Elaboración propia, 2018)

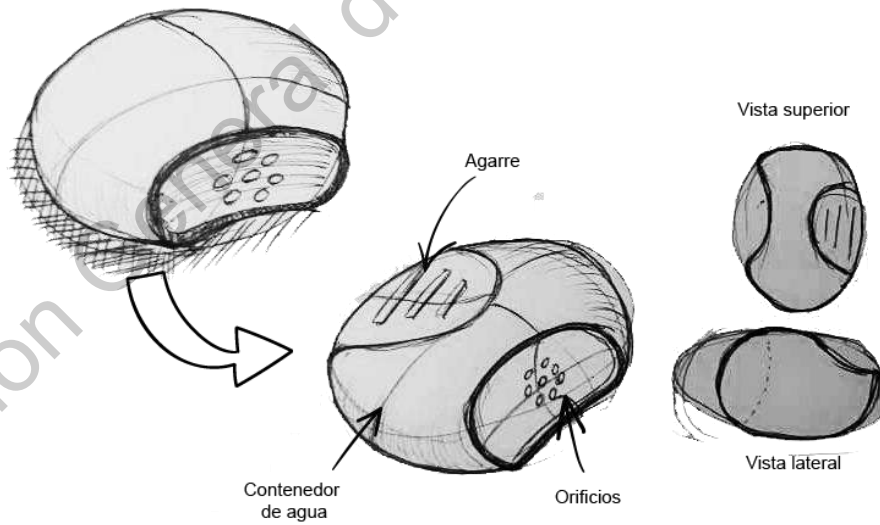


Fig.25 Boceto 3 (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.1.3 Dibujo

Es una disposición formal de líneas que determina una forma particular, están altamente estructurados para formalizar y verificar aspectos del diseño. Se hacen de acuerdo con un conjunto de reglas y se realizan con instrumentos mecánicos o sistemas CAD a escala.

En la figura 26 se muestra la evolución de los dibujos a lo largo del proceso de ideación, fueron realizados mediante el sistema CAD de *solidworks* y posteriormente renderizados en *keyshot* para brindarles una apariencia realista.



Fig.26 Dibujos (Elaboración propia, 2018)

## Análisis de conceptos

Después de explorar las formas se eligieron 2 propuestas de diseño para definir su secuencia de uso y empezar a hacer modelos para las primeras pruebas.

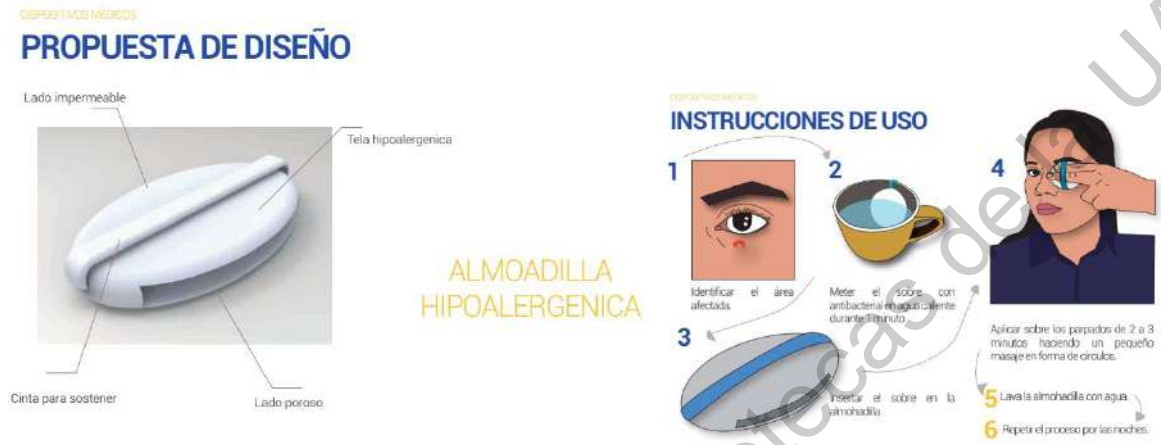


Fig.27 Propuesta de diseño 1 (Elaboración propia, 2018)



Fig.28 Propuesta de diseño 2 (Elaboración propia, 2018)



#### 3.1.2.1.4 Modelos

Usados para reproducir las propiedades funcionales aproximadas de un diseño. Las propiedades tangibles y tridimensionales de un modelo permiten a los desarrolladores explicar la función, rendimiento y aspectos estéticos de un diseño.

Primeramente, se realizaron 3 modelos hechos de materiales comunes, como foamy moldeable, plastilina, cubrebocas y algunos reusados como botellas de PET y globos. Con el objetivo de establecer medidas y hacer las primeras pruebas con usuarios.



Fig.29 Modelos tridimensionales (Elaboración propia, 2018)

Se les dio a los usuarios los primeros modelos para observar cómo era su interacción con estos. La implementación de la prueba obtuvo resultados positivos en cuanto a la intuición en el modo de uso y sujeción, hubo comentarios de sensación de relajación. Sin embargo, se detectaron áreas de oportunidad en la aplicación de la gama de colores, también se detectó que la parte que mantiene contacto directo con los párpados debe contar con curvatura doble.



Fig.30 Pruebas con usuarios (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.1.5 Prototipos

Se utiliza para comunicar y verificar la perspectiva final y la funcionalidad del producto. Se emplean hacia las etapas posteriores para confirmar y evaluar la estética, la ergonomía y rendimiento del producto.

#### -Impresión 3D

La impresión 3D, también conocida como manufactura por adición, es un proceso por el cual se crean objetos físicos colocando un material por capas con en base en un modelo digital. (Autodesk, 2018)

Los prototipos se imprimieron en 3d, en materiales ABS y resina respectivamente, estos tienen las medidas establecidas después de las pruebas y del rediseño de los modelos anteriores.



Fig.31 *Prototipos impresos 3D* (Elaboración propia, 2018)

Posteriormente se tomaron en consideración los resultados de las pruebas con usuarios y se hace un rediseño de la propuesta tomando en cuenta aspectos ergonómicos y de materiales.

### 3.1.2.2 Ejes de diseño de producto

#### 3.1.2.2.1 Ergonomía

##### 3.1.2.2.1.1 Antropometría

Habiendo elegido la propuesta final, se tomaron en cuenta las medidas antropométricas necesarias para darle características formales al diseño.

#### Puntos característicos faciales

En este caso las medidas necesarias vienen del rostro, específicamente de los ojos y párpados. La anatomía del cráneo incluye puntos externos e internos, que describen de manera general su estructura. La cefalometría del rostro está conformada por planos y puntos característicos, estos últimos clasificados de acuerdo a su naturaleza de blandos o duros.

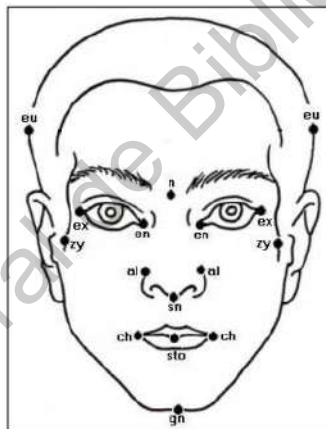


Fig.32 Puntos característicos del complejo facial para una vista frontal. (Antropometría facial a partir de múltiples vistas: una propuesta metodológica, 2008)

Vista frontal del rostro. Visto de frente, el rostro humano posee puntos característicos distribuidos a lo largo de las 6 regiones del complejo facial, las cuales permiten establecer las diferentes medidas para el estudio antropométrico. Algunos de los puntos característicos faciales de acuerdo a la vista frontal se pueden observar en la Figura 1.1, y se listan a continuación [7]: Eurión (eu), Cigión (zy), Nasión (n), Gnación (gn), Subnasal (sn), Alar (al), Queilión (ch), Estomión (sto), Endocanto (en), Exocanto (ex), Labiale Superius (ls) y Labiale Inferius (li).

Región	Nombre de la Medida y Abreviatura
Cabeza	Anchura de la cabeza (eu-cu), longitud de la cabeza (g-op), altura de la cabeza (v-n).
Cara	Anchura facial (zy-zy), altura facial (n-gn).
Ojos	Anchura Intercantal (en-en), anchura biocular (ex-ex), longitud de las fisuras palpebrales derecha e izquierda (ex-en).
Nariz	Anchura de la nariz (al-al), altura de la nariz (n-sn), protrusión de la punta nasal (sn-prn).
Labios y Boca	Altura del labio superior (ls-sto), altura del labio inferior (sto-li), anchura de la boca (ch-ch).
Orejas	Anchura de las orejas izquierda y derecha (pra-pra), longitud de las orejas izquierda y derecha (sa-sba).

Tabla 3 Medidas básicas propuestas en seis regiones del complejo craneofacial. (Antropometría facial a partir de múltiples vistas: una propuesta metodológica, 2008)

La distancia de proyección lineal se puede obtener de la siguiente forma:

Ojos: Vista frontal, anchura intercantal (en-en); vista lateral, altura de la fisura palpebral (ps-pi) y altura ojo-ceja combinada (or-sci).

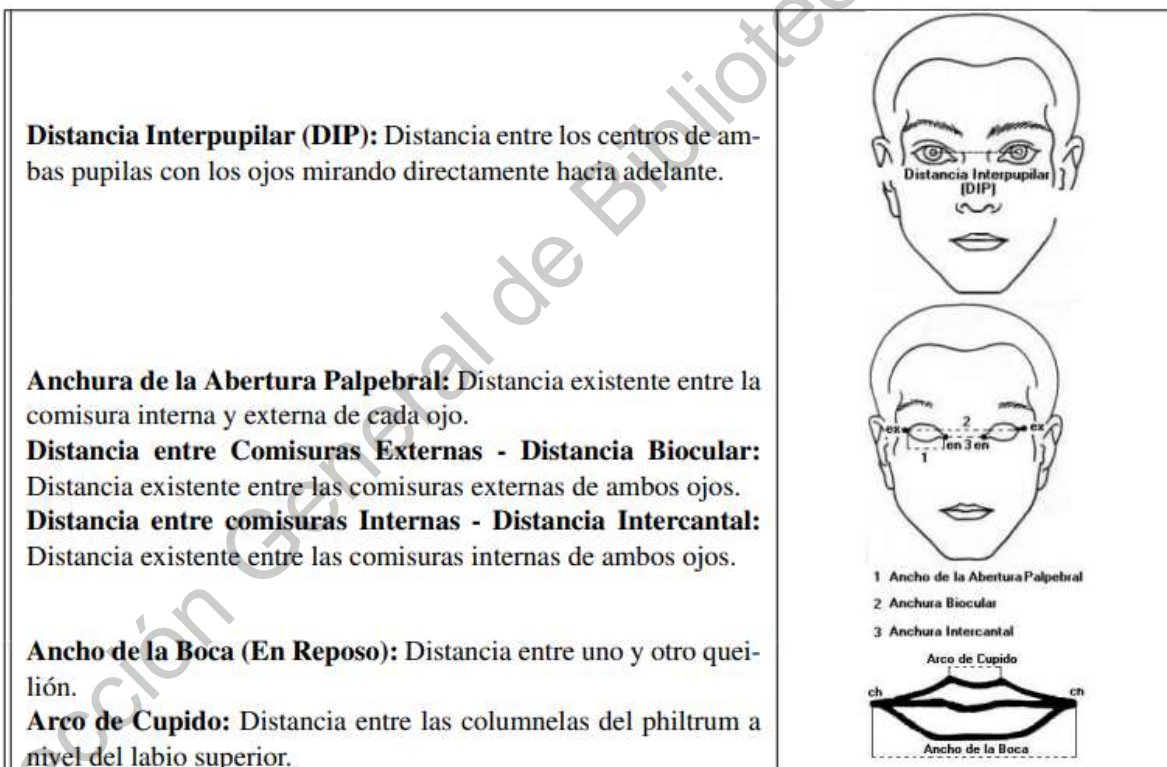


Tabla 4 Medidas de acuerdo a la línea de referencia horizontal. (Antropometría facial a partir de múltiples vistas: una propuesta metodológica, 2008)



Fig.33 *Proporción con usuarios* (Elaboración propia, 2018)

Las dimensiones se determinaron tomando en cuenta las medidas de la anchura de la abertura palpebral de los adultos mexicanos, las cuales dictan que los párpados tienen aproximadamente 5cm de ancho por 3cm de alto.

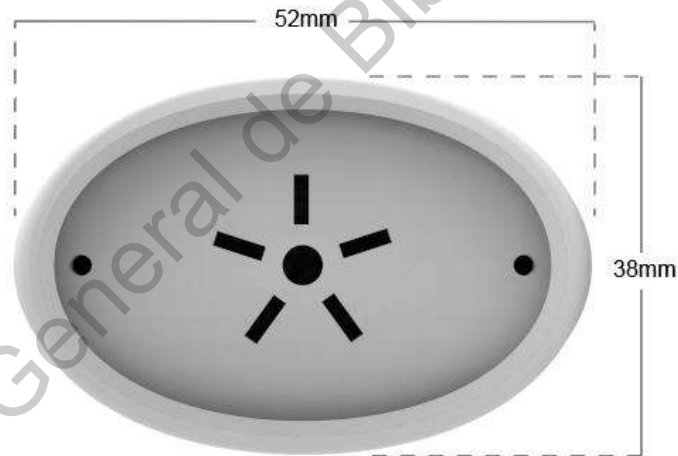


Fig.34 *Dimensiones* (Elaboración propia, 2018)

La ergonomía del dispositivo es un aspecto de alta importancia, pues es necesario que éste se adapte a la fisionomía del usuario y que la forma no cause incomodidades a la hora de ser utilizado.



Fig.35 *Forma de agarre* (Elaboración propia, 2018)

Por lo mismo, se implementó un sistema de sujeción muy sutil, para brindarle al usuario una manera más segura y práctica de agarre.

Además de tener una textura lisa



Fig.36 *Sujeción* (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.2.2 Estética

La forma del dispositivo es determinante para lograr apropiación con el usuario, dada la naturaleza de su uso, fue de relevancia generar una silueta novedosa que invitara a sentirse, es por eso que tiene bordes completamente redondeados.



Fig.37 Bordes (Elaboración propia, 2018)

#### 3.1.2.2.2.1 Comunicación y mensaje

La primera propuesta fue presentada en blanco y azul, por la calma y limpieza que estos reflejan, su forma nos indica que es un producto sencillo, terapéutico e intuitivo. Para aumentar la empatía con el consumidor, también podría ofertarse en múltiples tonalidades

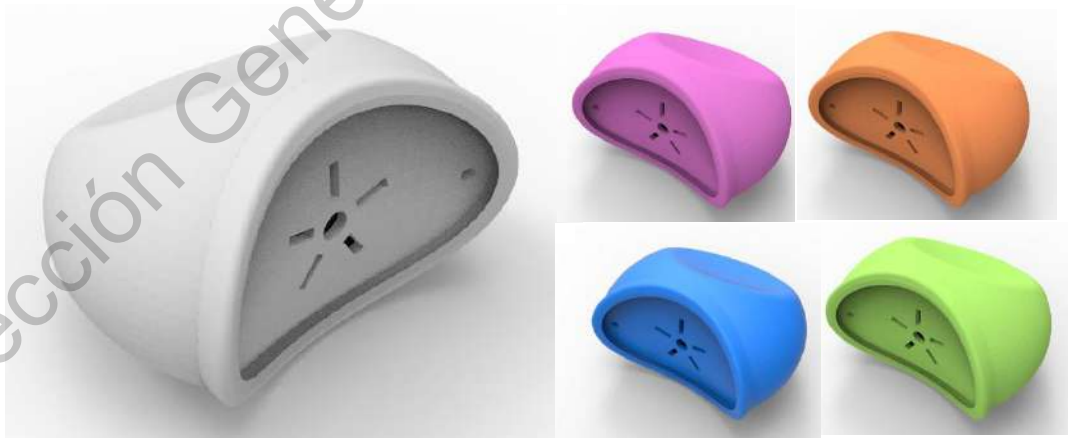


Fig.38 Presentaciones Pearleye (Elaboración propia, 2018)

La configuración del aplicador le da al usuario la posibilidad de tener un producto intuitivo y sencillo de utilizar. Su forma permite un preciso agarre y sus dimensiones permiten que sea portátil.

### 3.1.2.2.3 Usabilidad

Para asegurar la funcionalidad del dispositivo, fue preciso determinar la medida exacta de sus orificios para que dejara salir solo la cantidad necesaria de agua para humectar la almohadilla. Otro de los aspectos fundamentales para la función del producto es el sistema de sujeción de la almohadilla, que se concretó en un canal interno donde ésta quedará sujeta.

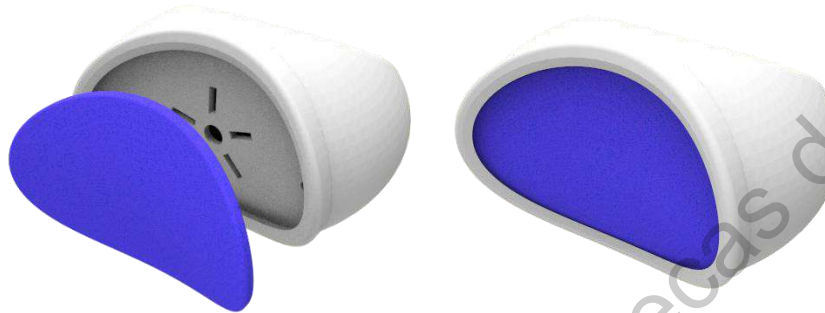


Fig.39 Sujeción almohadilla (Elaboración propia, 2018)

#### 3.1.2.2.3.1 Acciones críticas

Proporcionar calor y antibiótico al párpado del paciente para estimular el flujo lipídico de la glándula de meibomio, permitiendo la regulación, drenaje y liberación de bacterias dentro de la misma.

#### 3.1.2.2.3.2 Secuencia de uso



Fig.40 Secuencia de uso (Elaboración propia, 2018)



#### 3.1.2.2.4 Materiales y procesos

En esta etapa se definen los materiales para la fabricación del dispositivo, así como su forma de producción, tomando en cuenta los requerimientos de diseño especificados anteriormente.

##### 3.1.2.2.4.1 Materiales

###### 3.1.2.2.4.1.1 Tela no tejida SMS

Es un tejido sin tejer de gran cobertura y que con bajo gramaje consigue gran resistencia longitudinal y transversal, así como por su suave tacto está indicado para el sector médico e higiénico. Está constituido por filamentos continuos de polipropileno 100% (PP), dispuestos al azar y soldados térmicamente por medio de un proceso de calandrado.

Se utilizó este tipo de tela por determinadas características, como que es:

- Hidrofílico: El SMS es normalmente hidrófobo, pero puede darse un tratamiento hidrófilo mediante el cual puede pasar el líquido a través de él.
- Antibacteriano: Los tejidos con tratamiento antibacteriano protegen el tejido de bacterias y hongos.
- Antiácaros: Los tejidos con tratamiento antiácaros protegen el tejido de los ácaros del polvo.
- Repelente de alcohol y sangre: El tratamiento frente al alcohol y la sangre ayuda a repeler el alcohol y la sangre para poder ser utilizado en el sector médico-sanitario.

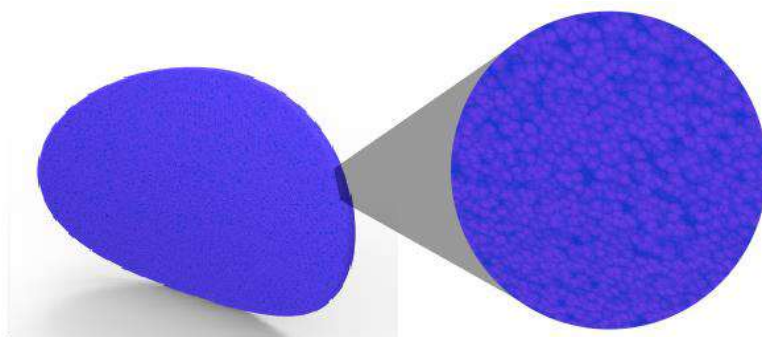


Fig.41 *Tela almohadilla* (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.2.4.1.2 TPE

El **TPE** es el nombre general del **elastómero termoplástico**, también llamado caucho termoplástico. El **TPE** es un material de tipo caucho que se puede procesar con tecnologías termoplásticas como el moldeo por inyección, el moldeo 2K, el rotomoldeo o la extrusión. Los **elastómeros termoplásticos** (TPE) son compuestos de materiales termoplásticos como PP, PBT o PA combinados con material de caucho suave y, a menudo, la incorporación de aditivos como aceites o cargas. (Resinex, 2018)

Se eligió este material porque es una mejor alternativa a la silicona en muchos aspectos, entre los cuales, sin duda, la procesabilidad, más fácil y rápida, ya que se procesa de la misma manera que los otros materiales termoplásticos. Gracias a su flexibilidad con TPE, el diseño es más fácil y es posible combinar diferentes termoplásticos con diferentes características (rígido, suave, color, agarre).

De igual manera, el TPE no produce alergias ni irritaciones y debe pasar por pruebas de seguridad para la salud. Es desarrollado especialmente para productos ultrasensibles como tetinas de biberones, catéteres médicos o copas menstruales.

Es mucho más fácil de manipular para su fabricación, lo que lo hace más económico, es muy elástico, fácil de añadir color y de moldear y puede ser esterilizado con facilidad con ciertos productos, lo que hace que sea más difícil de limpiar.

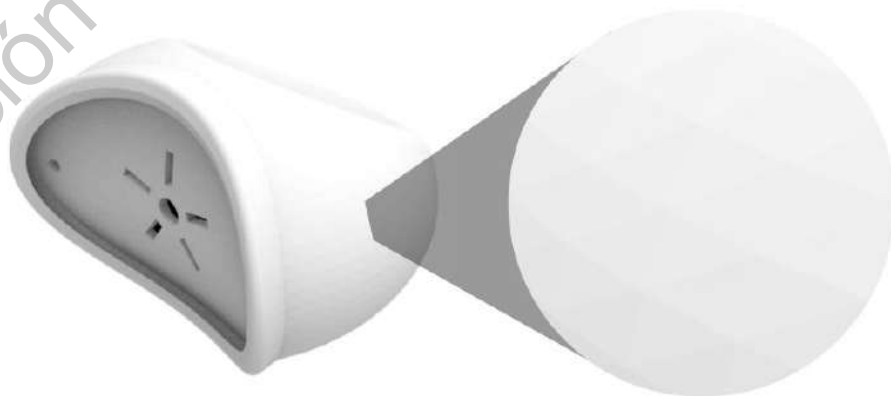


Fig.42 *Plástico cuerpo* (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.2.2.4.2 Producción y manufactura

#### Fabricación

La producción del dispositivo contempla dos procesos, uno para la manufactura de la parte plástica y el otro para la fabricación de las almohadillas desechables.

#### 3.1.2.2.4.2.1 Cuerpo

Por ser una pieza plástica hueca, el proceso más adecuado es el de generar un molde para rotomoldeo y posteriormente hacer las perforaciones con punzones de corte.

#### Rotomoldeo

El proceso elegido para la fabricación del dispositivo fue a través de rotomoldeo. El cual consiste en depositar un plástico líquido o en polvo dentro de un molde hueco y éste posteriormente se coloca dentro de una cámara caliente. La presentación del material debe ser en partículas pequeñas y uniformes que faciliten la circulación dentro del molde ya que el material debe tener la capacidad de adquirir la forma del molde sin la aplicación de ninguna presión. Para distribuir el material, el molde se calienta uniformemente provocando que la materia prima se funda, el molde gira en dos direcciones provocando que el material se distribuya y se adhiera de manera homogénea en las paredes internas del molde. Para finalizar el proceso, se enfría provocando una contracción de la pieza para posteriormente extraer la pieza terminada del molde. Este proceso se caracteriza por producir piezas que son huecas en su interior.

El rotomoldeo tiene ventajas sobre otros procesos como:

- Los moldes que se utilizan para el rotomoldeo son económicos, debido a que en este proceso no se utilizan presiones elevadas evitando tener que realizar moldes con altas resistencias.
- El material se distribuye uniformemente dentro del molde, garantizando paredes con espesores uniformes.

- Las piezas fabricadas están libres de costuras y juntas.

Este proceso también tiene la característica de utilizarse en producciones pequeñas, por las altas temperaturas que se utilizan para calentar el molde (Ortega, 2006).

Las ventajas que ofrece el rotomoldeo, indican que es el proceso adecuado para producir las piezas del proyecto. La ejecución y producción del proyecto se harán en una segunda etapa.

La selección de materiales se realizó con ayuda de la lista de requerimientos y pensando en las limitaciones del rotomoldeo. De antemano se sabe que se utilizará algún tipo de plástico por el tipo de proceso de producción que se ha seleccionado.

#### 3.1.2.2.4.2.2 Almohadilla

Para su fabricación es necesaria la creación de troqueles de corte que incluyan termo sellado para los bordes.

El algodón se esteriliza con un blanqueador antes de ser colocado dentro de la tela SMS, pasa por un proceso de cepillado entre rodillos que ayuda a eliminar restos de semillas y ramas, también para generar fibras delgadas, flojas y blandas que harán que la almohadilla esté esponjada.

Para el troquelado, se coloca una cama de tela, posteriormente se agregan porciones de algodón sobre esta, a su vez el antibiótico en polvo, se adiciona la capa superior de tela y se presiona con las placas previamente calentadas que dejan las almohadillas selladas y cortadas individualmente.

### 3.1.3 Implementar

Consiste en un proceso de validación, en donde se evalúan los prototipos con simuladores que arrojarán resultados para analizar.

#### 3.1.3.1 Proceso de validación

##### 3.1.3.1.1 Evaluación de prototipo

Las ideas de diseño deben ser evaluadas para asegurarse que el producto cumpla con las especificaciones y tenga calidad. La evaluación puede también verificar si el diseño necesita ser modificado o simplificado para su manufactura y de esta manera sea fabricado eficazmente.

Para evaluar el diseño hay que considerar:

¿Cumple con la necesidad de diseño?

¿Satisface las necesidades de los usuarios?

¿Cumple con el propósito para el cual está destinado?

Como primera comprobación de funcionalidad del producto se realizaron pruebas con usuarios que no tienen ningún tipo de padecimiento. Con la finalidad de conseguir retroalimentaciones, las cuales sirvieron para hacer modificaciones con base en la interacción usuario-objeto y así conseguir un producto funcional y ergonómico.

##### 3.1.3.1.1.1 Simulador 1

Para la primera comprobación se utilizó el primer prototipo y se le proporcionaron las instrucciones de uso a la persona.



Fig.43 Prototipo 1 (Elaboración propia, 2018)



Fig.44 Llenado de agua (Elaboración propia, 2018)



Fig.45 Simulación 1 (Elaboración propia, 2018)

La observación arrojó que los orificios de salida del agua eran bastante amplios, lo que provocó que el agua saliera en demasía y se escurriera por la cara del usuario. La curvatura del ojo fue correcta, pero al terminar de aplicarse y vaciar el agua restante, era difícil la extracción y se quedaban restos de agua en el interior del dispositivo. Además de que la almohadilla no se quedaba fija en el lugar del canal y su colocación resultaba ser torpe y deficiente.

#### 3.1.3.1.1.2 Simulador 2

Para el segundo simulador se rediseñó el primer prototipo, en el cual se modificaron los orificios de salida para que el agua no se escurriera, además de que se agregó un método de sujeción para la almohadilla, el cual consistía en una especie de tapa que la sujetaba sobre un canal.



Fig.46 Prototipo 2 (Elaboración propia, 2018)



Fig.47 Llenado de agua (Elaboración propia, 2018)



Fig.48 Simulación 2 (Elaboración propia, 2018)

La segunda simulación mostró dificultades al momento de hacer la sujeción de la almohadilla y esta vez los orificios eran pequeños, lo que provocó que el llenado y vaciado del dispositivo no fuera satisfactorio. El cambio de material resultó funcional, pues al ser flexible, el usuario podía presionarlo para llenar y vaciar el dispositivo.

La siguiente tabla muestra los últimos tres prototipos y las modificaciones que se le realizaron, apoyándose en la observación de la interacción usuario-objeto y en los comentarios que los mismos hicieron acerca del uso del producto.




PROTOTIPO	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
P1	 <p>Fig.49 Prototipo 1 (Elaboración propia, 2019)</p>	<p>Modelo de 2 piezas: Cuerpo y tapa + almohadilla con tirantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Almohadilla con tiras laterales para sostenerse.</li> <li>-Material de resina (semejante al plástico rígido).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La curvatura del ojo es correcta.</li> <li>-Los orificios son muy grandes y hay una fuga al momento de la aplicación.</li> <li>-Quedan restos de agua al vaciarse.</li> <li>-La colocación de la almohadilla es torpe.</li> </ul>
P2	 <p>Fig.50 Prototipo 2 (Elaboración propia, 2019)</p>	<p>Modelo de 2 piezas: cuerpo y liga + almohadilla</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se eliminó la tapa.</li> <li>-Se cambió de material a uno flexible.</li> <li>-Se modificó el tamaño de los orificios.</li> <li>-La almohadilla ya no necesita tiras para sostenerse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La curvatura del ojo es correcta.</li> <li>-Se muestran dificultades al colocar la almohadilla.</li> <li>-Los orificios son muy pequeños.</li> <li>-La textura es más agradable al tacto.</li> </ul>
P3	 <p>Fig.51 Prototipo 3 (Elaboración propia, 2019)</p>	<p>Modelo de una pieza: Cuerpo con canal interno + almohadilla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se modificó el tamaño de los orificios y su distribución.</li> <li>-Se hicieron bordes más redondeados.</li> <li>-Se mantuvo el material flexible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Curvatura del ojo correcta.</li> <li>-Tamaño de orificios adecuado.</li> <li>-Manipulación de almohadilla y aplicador con habilidad.</li> <li>-Sensación satisfactoria al tacto a causa de material y bordes.</li> </ul>

Tabla 5 Rediseño de prototipos (Elaboración propia, 2019)



### 3.1.3.2 Diseño final

#### 3.1.3.2.1 Renders

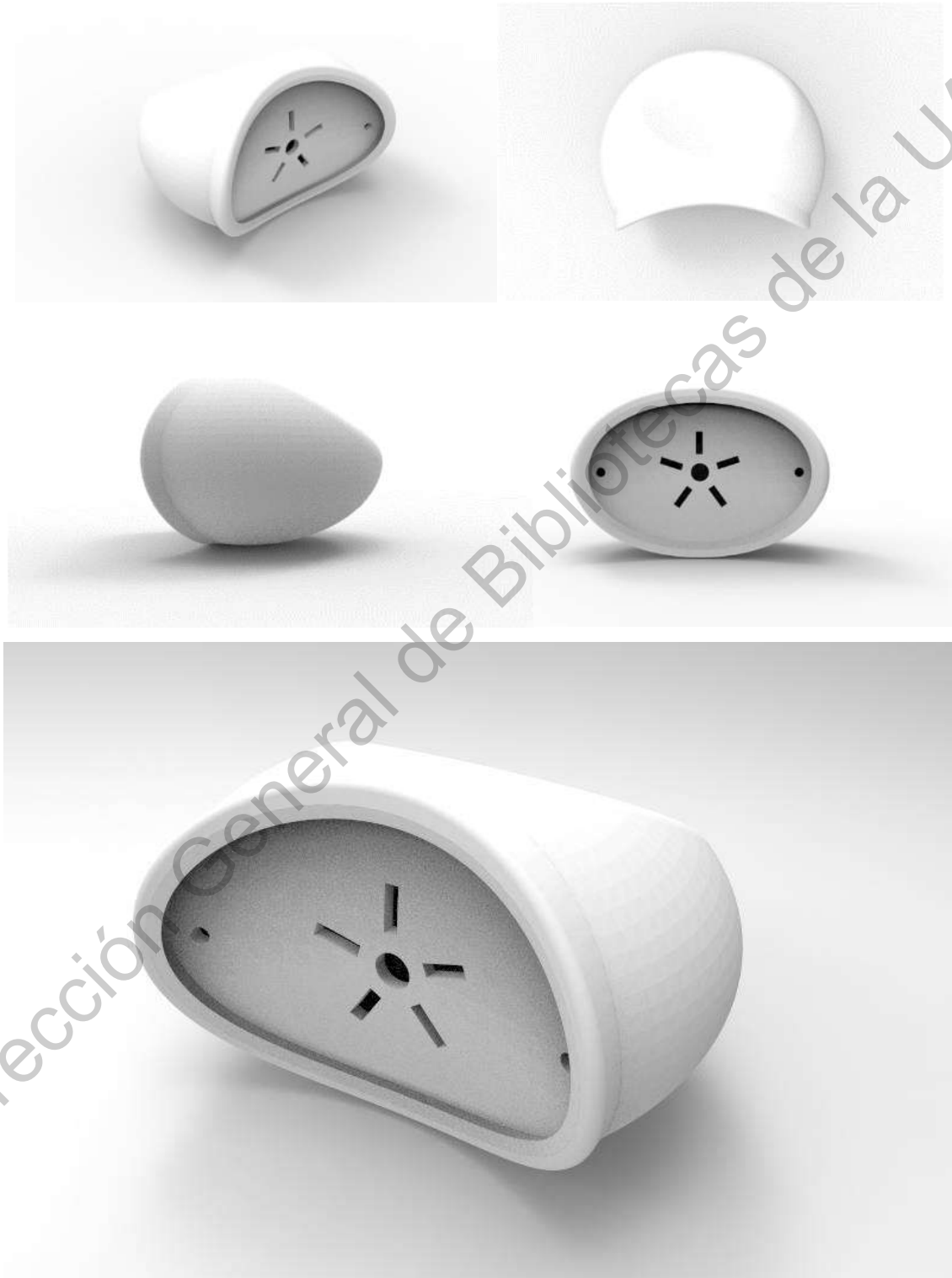


Fig. 52 *Aplicador vistas* (Elaboración propia, 2019)

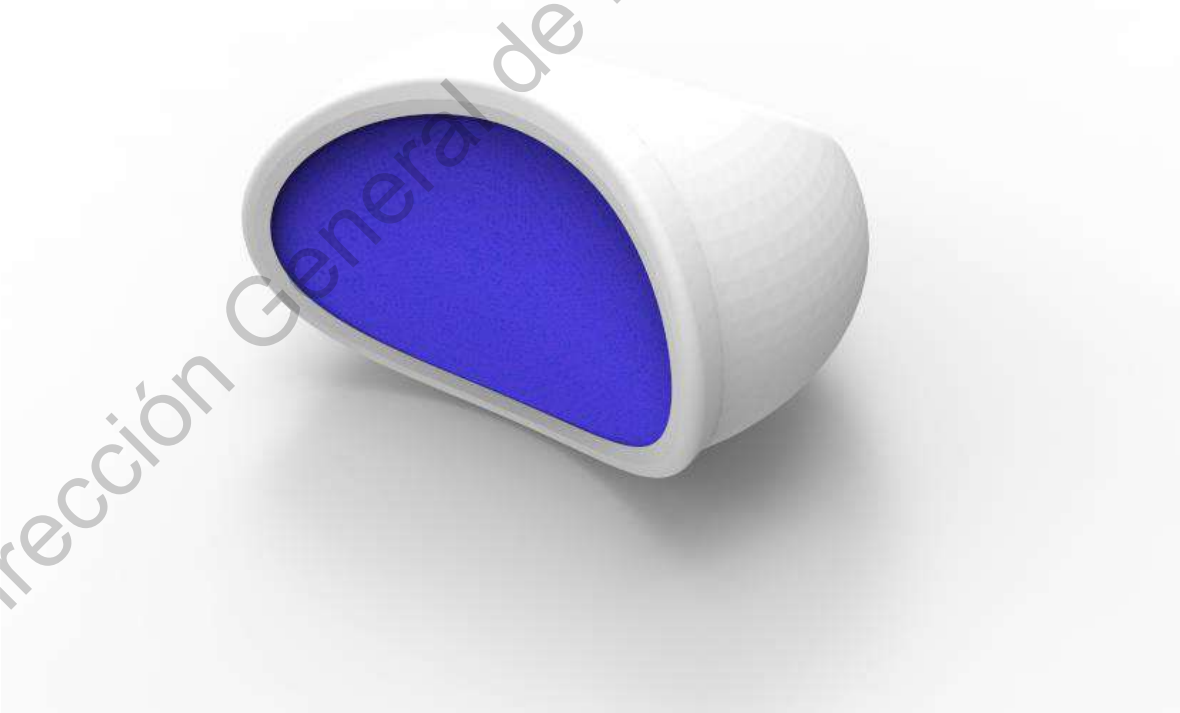
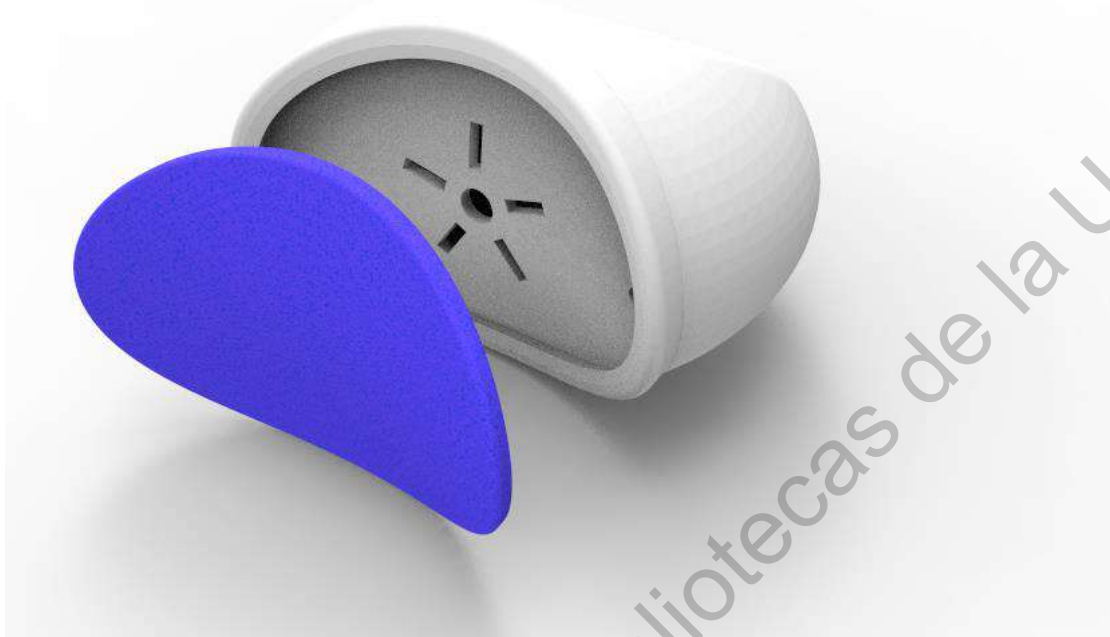


Fig.53 *Ensamble aplicador y almohadilla* (Elaboración propia, 2018)

### 3.1.3.2.2 Planos

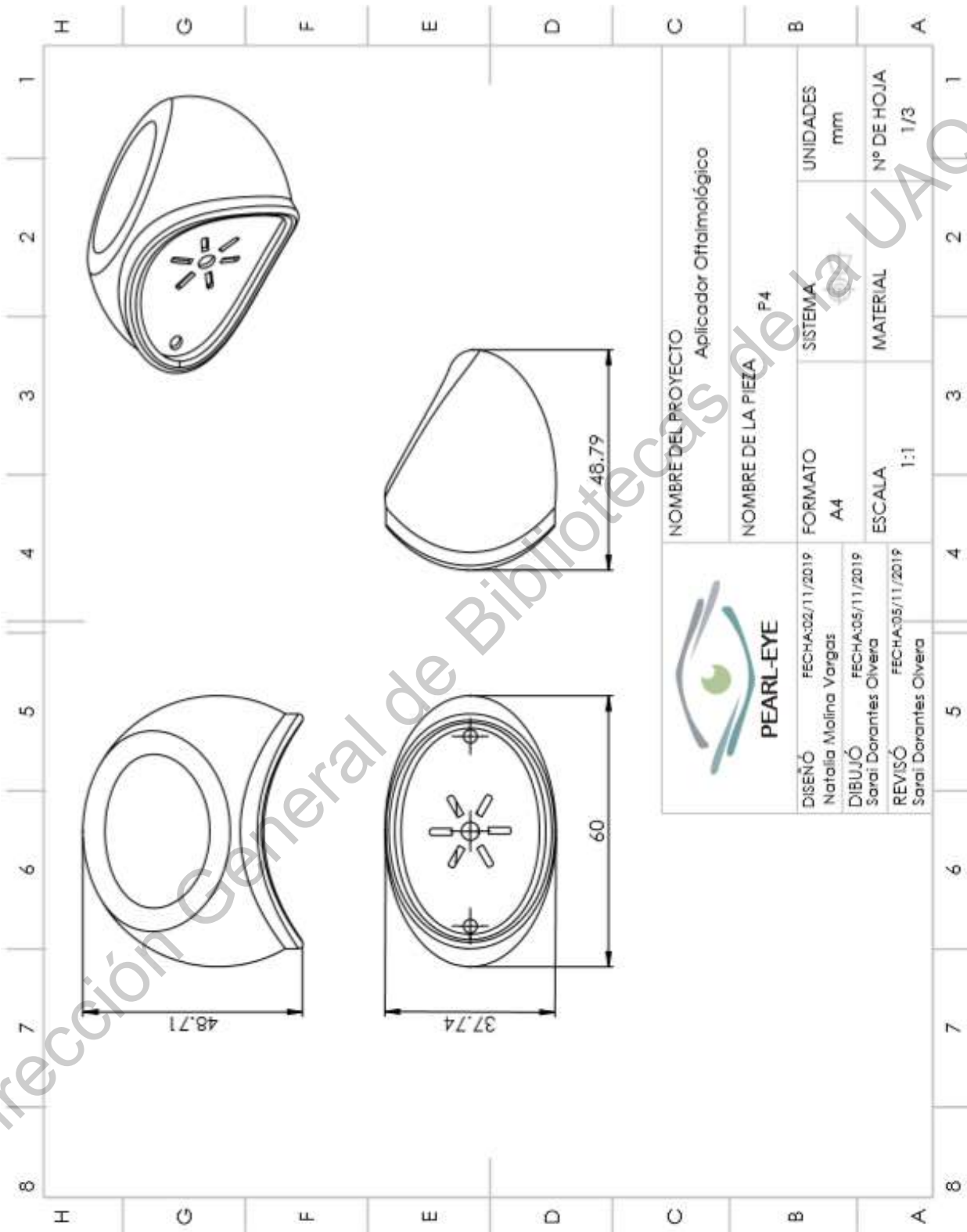
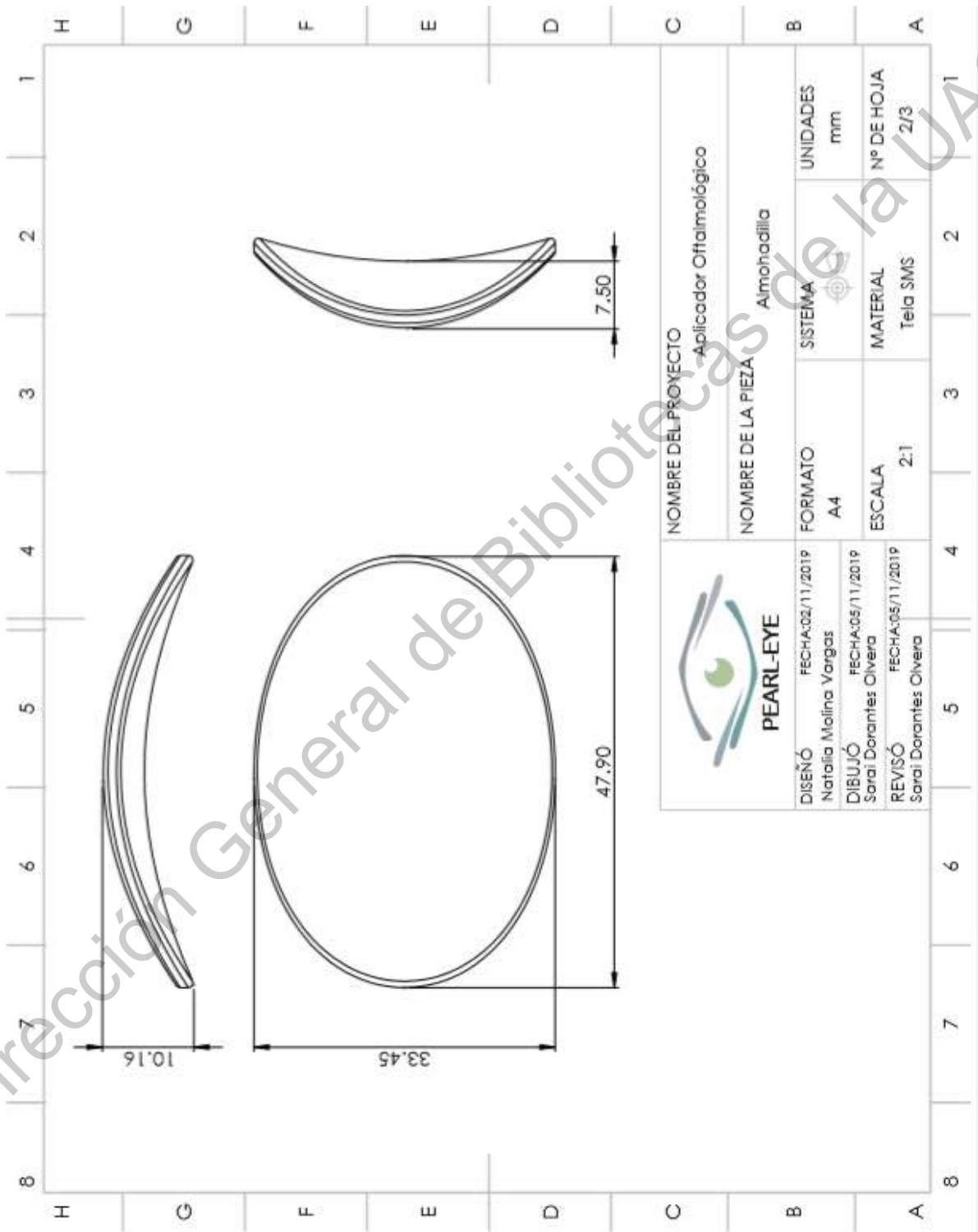


Fig.54 Plano dispositivo (Elaboración propia, 2019)



		<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b> Aplicador Oftalmológico	
<b>DISEÑO</b> Natalia Molina Vargas FECHA: 02/11/2019		<b>NOMBRE DE LA PIEZA</b> Almohadilla	
<b>DIBUJO</b> Sarai Dorantes Olvera FECHA: 05/11/2019		<b>FORMATO</b> A4	<b>SISTEMA</b> 
<b>REVISÓ</b> Sarai Dorantes Olvera FECHA: 05/11/2019		<b>ESCALA</b> 2:1	<b>UNIDADES</b> mm
			<b>MATERIAL</b> Tela SMS
			<b>Nº DE HOJA</b> 2/3

Fig.55 Plano almohadilla (Elaboración propia, 2019)

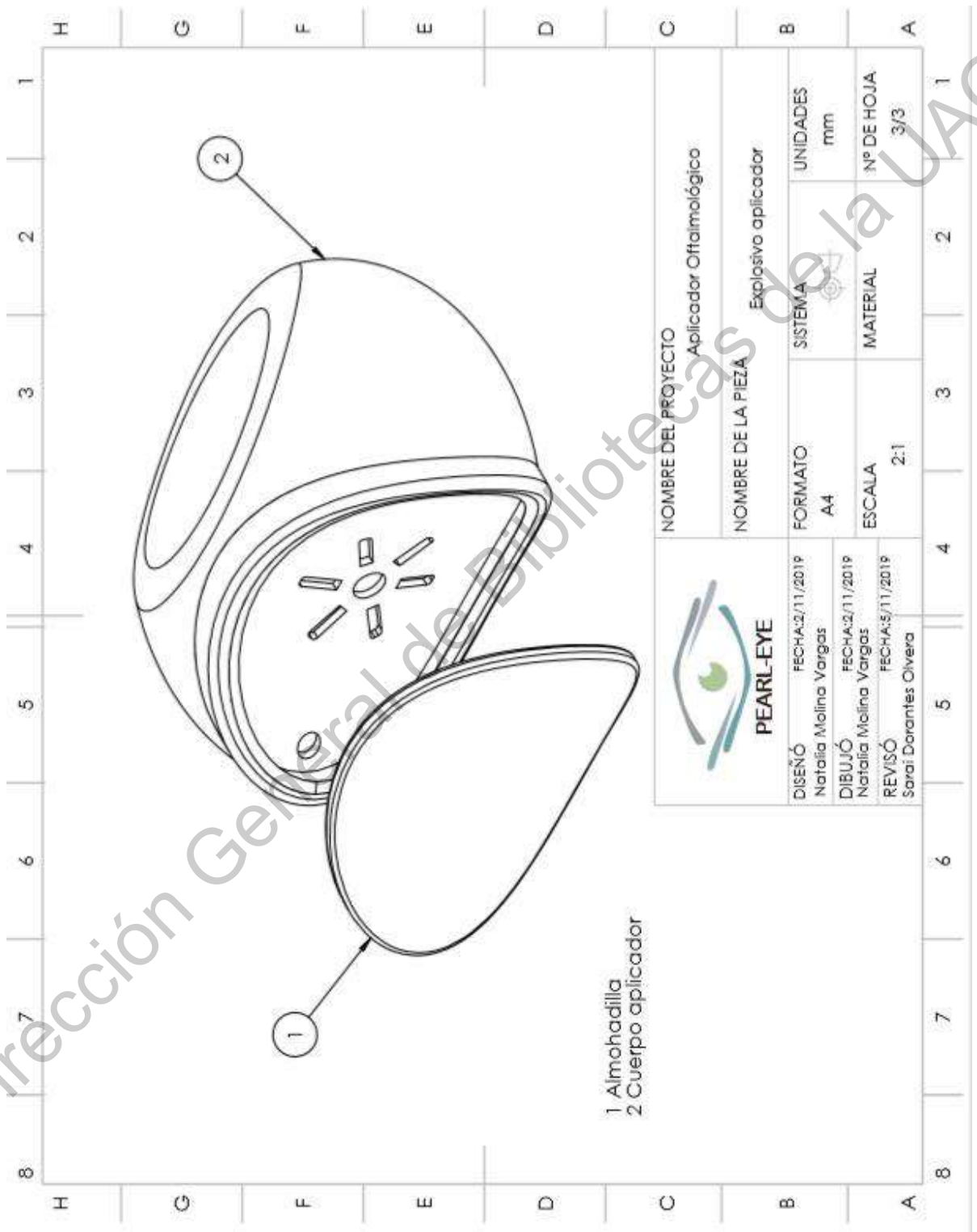


Fig.56 Plano explosivo (Elaboración propia, 2019)

Para validar la eficacia del aplicador fue necesario encontrar al menos tres usuarios objetivo, los cuales cumplieran con las condiciones para las cuales el dispositivo fue diseñado.

A cada uno de los usuarios se les proporcionó un aplicador oftalmológico y 10 almohadillas, junto con las instrucciones de uso, se les pidió documentar su proceso al inicio y al final del tratamiento para contar con evidencia del proceso de desinflamación.

Para evaluar los factores de funcionalidad, eficacia del producto y satisfacción de los usuarios se les realizaron encuestas basadas en la siguiente ponderación:

### ESQUEMA DE EVALUACIÓN PARA OBJETIVOS DE DISEÑO

ESCALA DE 11 PUNTOS	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE 5 PUNTOS	DESCRIPCIÓN
0 1	-Solución totalmente inútil -Solución muy inadecuada	0	INADECUADO
2 3	-Solución débil -Solución pobre	1	DÉBIL
4 5 6	-Solución tolerable -Solución satisfactoria -Buena solución con algunos inconvenientes.	2	SATISFACTORIO
7 8	-Buena solución -Muy buena solución	3	BUENO
9 10	-Excelente -Solución ideal	4	EXCELENTE

Tabla 6 Esquema de evaluación (Elaboración propia, 2019)

### 3.1.3.3 Casos de estudio

#### 3.1.3.3.1 Caso de estudio 1

Arath Morales

Edad: 21 años

Síntomas: Ardor, comezón, dolor, dificultad para abrir el ojo.

Diagnóstico: Chalazión interna en el párpado superior derecho.

El paciente menciona haber sufrido el padecimiento en repetidas ocasiones, tal vez debido a sus actividades cotidianas, alega ser fanático de asistir a actividades de autos de carrera, donde está expuesto a la contaminación en el ambiente.



Fig.57 *Paciente 1 inicio* (Elaboración propia, 2019)

Se le proporcionaron las instrucciones de uso y el paciente las realizó durante el tiempo que duró su inflamación. En este caso el usuario presentó notables mejoras a los 10 días de haber utilizado el dispositivo.



Fig.58 *Paciente 1 final* (Elaboración propia, 2019)

Su evaluación de funcionalidad fue la siguiente:

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
El dispositivo cumple con la función crítica de desinflamar el párpado	4
La sujeción de la almohadilla funciona adecuadamente	4
El tamaño del dispositivo es correcto	4
La forma de agarre es cómoda	3
La textura del dispositivo es agradable	4
El dispositivo puede contener agua sin fugas	3
La forma es agradable a la vista	4
El material permite que pueda presionarse sin dificultad	3
La forma y tamaño del dispositivo se ajusta al párpado	4
La almohadilla es suave y no lastima el ojo	4

Tabla 7 *Evaluación paciente 1* (Elaboración propia, 2019)



### 3.1.3.3.2 Caso de estudio 2

Rafael Zúñiga

Edad: 29 años

Síntomas: Comezón, hinchazón y enrojecimiento.

Diagnóstico: Blefaritis externa en el párpado superior izquierdo.



Fig.59 *Paciente 2 inicio* (Elaboración propia, 2019)

El segundo usuario utilizó el dispositivo durante 8 días, tiempo en el que presentó mayor desinflamación y reducción de síntomas. Mencionó que después de realizar cada día el proceso, su sensación de comezón se reducía por al menos 4 horas.



Fig.60 *Paciente 2 final* (Elaboración propia, 2019)

Su evaluación de funcionalidad fue la siguiente:

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
El dispositivo cumple con la función crítica de desinflamar el párpado	4
La sujeción de la almohadilla funciona adecuadamente	3
El tamaño del dispositivo es correcto	4
La forma de agarre es cómoda	3
La textura del dispositivo es agradable	4
El dispositivo puede contener agua sin fugas	2
La forma es agradable a la vista	3
El material permite que pueda presionarse sin dificultad	3
La forma y tamaño del dispositivo se ajusta al párpado	4
La almohadilla es suave y no lastima el ojo	4

Tabla 8 *Evaluación paciente 2* (Elaboración propia, 2019)

### 3.1.3.3.3 Caso de estudio 3

Natalia Molina Vargas

Edad:25 años

Diagnóstico: Chalazión interna del párpado superior



Fig.61 *Paciente 3 inicio* (Elaboración propia, 2018)

En el tercer caso de estudio el paciente presentó mejoras a los 10 días de haber utilizado el dispositivo, se redujo notablemente la inflamación y enrojecimiento del párpado. El usuario menciona usar el dispositivo incluso sin la almohadilla, para masajear sus párpados, indica que le genera una sensación placentera y de relajación.



Fig.62 *Paciente 3 final* (Elaboración propia, 2018)

Su evaluación de funcionalidad fue la siguiente:

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
El dispositivo cumple con la función crítica de desinflamar el párpado	3
La sujeción de la almohadilla funciona adecuadamente	3
El tamaño del dispositivo es correcto	4
La forma de agarre es cómoda	2
La textura del dispositivo es agradable	3
El dispositivo puede contener agua sin fugas	3
La forma es agradable a la vista	4
El material permite que pueda presionarse sin dificultad	2
La forma y tamaño del dispositivo se ajusta al párpado	3
La almohadilla es suave y no lastima el ojo	4

Tabla 9 Evaluación paciente 3 (Elaboración propia, 2019)

## CAPÍTULO IV

### 4.1 RESULTADOS

Las encuestas revelan los siguientes resultados:



Tabla 10 Resultados encuestas (Elaboración propia, 2019)

De acuerdo a las respuestas de nuestros usuarios, podemos concluir que el aplicador cumplió de manera excelente en cuanto a la efectividad de la función crítica, el tamaño, la textura, la apariencia, el ajuste al párpado y la sensación del contacto de la almohadilla con los anexos oculares.

Por su parte, la sujeción y la forma fueron ponderadas como buenas, mientras que la acción de la presión del dispositivo para la succión del agua fue puntuada como satisfactoria.

Se comprobó que con el aplicador oftalmológico es posible reducir la hinchazón de infecciones periorbitales como blefaritis y chalazión. En todos los casos se logró desinflamar en un tiempo estimado de 8 a 10 días, en comparación con los tratamientos existentes que logran desinflamar el párpado en un aproximado de 14 a 16 días.

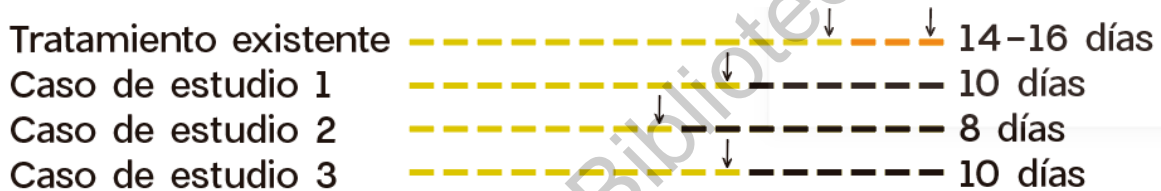


Figura 62 Resultados tratamiento (Elaboración propia, 2019)

#### 4.2 CONCLUSIONES, POSIBLES APLICACIONES Y USO DEL PROYECTO.

El sentido de la vista es el primer canal que nos conecta con el entorno y sin él definitivamente no sería igual nuestro día a día. Es por esto que se debe proteger y prevenir cualquier tipo de afecciones a través de una higiene adecuada. Pero si por algún motivo se llega a contraer una infección, es necesario tratarla debidamente para salvaguardar nuestro sentido de la vida.

Desafortunadamente la población mexicana, debido a su cultura, no está acostumbrada a tratar los padecimientos asistiendo a un médico y la mayoría de las veces las personas se automedican o utilizan remedios caseros. Lo que en algunos casos llega a eliminar el problema y en otros a complicarlo.

Por esto, uno de los principales objetivos del proyecto fue darle la oportunidad al usuario de tratar una infección periocular en su hogar, pues al entender su cultura, se propone una solución basada en sus hábitos, lo que nos da la posibilidad de que pueda adoptarla con mayor facilidad.

El diseño industrial para la salud, permite innovar y crear nuevos productos buscando mejorar los servicios ya existentes, lo que incrementa la efectividad de los mismos y a su vez, a través del uso de nuevas tecnologías y materiales, permite reducir costos de producción y mantenimiento.

Con este proyecto, se busca reducir el porcentaje de las complicaciones de una infección periocular, mejorar los hábitos de higiene del mexicano y disminuir el tiempo de tratamiento para que el mismo sea más efectivo. Además de proponer un diseño de bajo costo y ofrecer al usuario una solución sencilla pero funcional, dándole la oportunidad a más personas de poder realizar un tratamiento adecuado y de calidad.

Como siguiente etapa se contempla la posibilidad de obtener la propiedad intelectual del proyecto, así como la definición de métodos de producción, costos y logística de venta y distribución.

#### 4.3 CONCLUSIONES GENERALES

Esta investigación es la compilación de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra preparación universitaria, completamos un proceso muy complejo en el que logramos generar innovación, uno de los más grandes objetivos para cualquier diseñador.

Aprendimos lo que el diseño debe ser, una herramienta para resolver situaciones y mejorar la calidad de vida, trabajando con y para los usuarios, apoyándonos de los expertos y de los no tan expertos, porque las oportunidades y las ideas están en todas partes, cuando estás preparado para tomarlas.

La sociedad está repleta de problemáticas solicitando ser atendidas, a las cuales no podemos ser indiferentes, es nuestra responsabilidad como profesionales capaces, brindarles la atención que se merecen, con soluciones investigadas, analizadas y pensadas.

Este es solo el comienzo de una vida profesional activa, en la que sabremos poner el nombre de nuestra universidad en lo alto, llevando sus valores y enseñanzas como lo hemos aprendido.

El ingenio para crear, no para destruir.

#### 4.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso J. (2018). Blefaritis y disfunción de glándulas de meibomio. Sociedad Española de Oftalmología. España.
- Autodesk. (2018). ¿Qué es la impresión 3D? Autodesk.
- Bricam medical. (2017). MGD. Análisis Glándula Meibomiana. Bricam medical.
- Cano M. (2015). Recubrimientos antibacterianos sobre las superficies de silicona: Prevención de infecciones oculares por el uso de lentes de contacto. UPCommons.
- Capella M. (2019). Silicona de grado médico vs. Látex y TPE. Sileu. Córdoba. España.
- Cejas M. (2017). Anatomía del párpado. Ojo sensible. Barcelona. España.
- Clínica Baviera. (2017). Cómo es la operación de un orzuelo enquistado. Clínica Baviera. Alemania.
- De la Torre I., Maldonado M, Pastor J., López-Coronado M. (2016). Aprendiendo oftalmología a través de una app móvil. Dialnet.
- DOCTISSIMO. (2017). Diccionario de Oftalmología. DOCTISSIMO.
- Esteva E. (2006). Infecciones oculares. Elsevier. Barcelona. España.
- Fernández S., de Dios J., Peña L., García S. & León M. (2009). Causas más frecuentes de consulta oftalmológica. MEDISAN.

- Franklin W. (2016). Meibomianitis. ADAM.
- García B. De Juana P., Hidalgo F., Bermejo T. (2015). Oftalmología. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. España.
- Garrity J., MacMillan B. & MacMillan W. (2011). Celulitis preseptal y orbitaria. Manual MNS.
- González L. (2018). Anatomía y fisiología de los párpados. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Jiménez S. (2005). Infecciones e inflamaciones palpebrales. Farmacia profesional.
- Lee C. (2018). Blefaritis: signo precoz de síndrome metabólico. IntraMed.
- Nano, H. (2004). Normas de diagnóstico y tratamiento de enfermedades oculares. Clínica de ojos Dr. Nano. Buenos Aires. Argentina.
- NvEvolutia. (2019) Tejido SMS. NvEvolutia. Valencia. España.
- Ortiz I., Castro E., Álvarez M. (2017). Blefaritis. PortalesMédicos.
- Pardo, P. (2016). Higiene palpebral, su importancia en caso de disfunción de las glándulas del meibomio. Centro oftalmológico Carballino.
- Pei, E., Campbell, R.I. and Evans, M.A., (2011) A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. The Design Journal, 14 (1): pp. 64-91. Reino Unido.
- Polypedia. (2018). Diferencias entre TPE y Silicona. Mexpolímeros. México.
- Resinex. (2019) TPE Elastómero Termoplástico. Resinex. Tarragona. España.
- Ruiz B. (2019). Cómo curar un orzuelo interno. UnComo. Madrid. España.
- Salinas Á. (2016). Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades de los párpados. Clínica Universidad de Navarra. España.
- Segre L. (2018). Causas de orzuelos y tratamientos comunes. All about vision.
- Torres M. (2001) Total design: Metodología para el diseño de producto. Universidad de Puerto Rico.
- Kumar V. (2013) 101 Design methods. A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization. Hoboken, New Jersey.