



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

LOBATA

AUDÍFONOS AUDIORÍTMICOS DE ACRÍLICO RECICLADO

Leopoldo Herrera Cid
Profesor Guía: Oscar Huerta Gajardo

Tesis presentada a la Escuela de Diseño
de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al Título Profesional de Diseñador

enero 2021, Santiago de Chile

GRACIAS A MIS PAPÁS, HERMANAS Y A PACHI
POR MOTIVARME Y DARME ÁNIMO,
EN ESPECIAL AGRADECER A MI PAPÁ Y A PABLO,
POR SU GUÍA PACIENCIA Y APOYO
CON CONOCIMIENTOS DE ELECTRÓNICA

TAMBIÉN AGRADECER A DON JOSÉ Y A DON PATRICIO
POR SU DISPOSICIÓN Y APORTE
EN CONOCIMIENTOS DEL TRABAJO CON EL MATERIAL

Índice

1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	09	3.4.	Usuario	31	5.	<u>IMPLEMENTACIÓN</u>	65
2.	<u>ANTECEDENTES Y PROBLEMATIZACIÓN</u>	11	3.5.	Contexto de Implementación	32	5.1.	Impacto y Proyecciones	66
2.1.	La situación del acrílico	12	3.6.	Antecedentes y Referentes	33	5.2.	Alianzas Estratégicas	67
2.1.1.	El reciclaje de plásticos en Chile y en el mundo	12	3.6.1.	Antecedentes	33	5.3.	Costos de Producción	68
2.1.2.	El acrílico a nivel nacional	14	3.6.2.	Referentes	34	5.4.	Business Model Canvas	69
2.2.	Propiedades e historia del material	15	4.	<u>DESARROLLO DEL PROYECTO</u>	35	6.	<u>CONCLUSIONES Y ANEXOS</u>	71
2.2.1.	Un poco de historia	15	4.1.	Metodología	36	6.1.	Conclusiones	72
2.2.2.	Elaboración	16	4.1.1.	Planificación Proyectual	36	6.1.1.	Pasos a seguir	72
2.2.3.	Propiedades	17	4.1,2.	Selección de Componentes	39	6.1.2.	Reflexión personal	74
2.3.	Tratamiento	19	4.2.	Conceptualización	42	6.2.	Bibliografía consultada y citada	75
2.3.1.	Fabricación de productos	19	4.2.1.	Imagotipo y Naming	44	6.3.	Imágenes	80
2.3.2.	Modos de uso	20	4.2.2.	Pabellón de Altavoz	46			
2.3.3.	Reciclaje industrial	22	4.2.3.	Modelado y conceptos de Producto	47			
2.4.	Propiedades y ventajas del acrílico reciclado	23	4.3.	Prototipado y Testeos	51			
3.	<u>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</u>	24	4.3.1.	Electrónica	51			
3.1.	Análisis	25	4.3.1.1.	Sistema LED	51			
3.2.	Oportunidad	27	4.3.1.2.	Sistema de Carga	53			
3.3.	Formulación y Objetivos	30	4.3.2.	Piezas Acrílicas	56			
			4.3.2.1.	Diadema	56			
			4.3.2.2.	Pabellón	61			

Introducción

1

La industria del plástico es una de las más grandes desarrolladoras de productos para el consumo humano e industrial, razón por la cual una parte importante de los residuos que generamos está compuesta de estos materiales.

Estos residuos se caracterizan por tener una gran resistencia a la biodegradación, lo que supone su prolongada acumulación en vertederos y rellenos sanitarios, siendo éste un tratamiento insostenible.

Por esta razón el mercado busca alternativas más sustentables así como el reciclaje de estos mismos materiales para el desarrollo de nuevos productos.

Sin embargo, los códigos de catalogación para su reciclaje y la gran cantidad de resinas plásticas existentes, dificultan su clasificación y tratamiento, llegando a descartarse muchos materiales reciclables en el proceso de selección.

Así ocurre en Chile con el polimetilmetacrilato (PMMA), conocido popularmente como acrílico.

Este material, a pesar de ser reciclable, no es considerado por plantas recicladoras ni por el ministerio del medio ambiente como un producto con dicha propiedad, llevando a que un 90% del residuo post producción y post consumo termine en vertederos y rellenos sanitarios.

Al igual que otros plásticos, su resistencia a la biodegradación es algo que lo caracteriza, llevándole alrededor de 400 años en descomponerse.

Como resultado, los productos acrílicos comercializados en Chile se fabrican a partir de material virgen y el material sobrante es desechado.

Es por lo anterior que se propone desarrollar un producto de material reciclado, permitiendo su reintegración al mercado y a la cadena de producción

Antecedentes y Problematización

2

2.1. La situación delacrílico

2.1.1. El reciclaje de Plásticos en Chile y el mundo

La producción de plástico ha mantenido un crecimiento constante desde 1950, registrando ese año 1.7 millones de toneladas generadas.

Para el año 2012, la producción alcanzó las 288 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento superior a la del producto interno bruto mundial (Pérez, 2014).

Su creciente desarrollo se debe a sus múltiples aplicaciones y propiedades como material, desempeñándose en roles relacionados con el consumo personal, como otras actividades productivas, abarcando desde artículos electrónicos hasta prótesis óseas (Echavarría, 2003).

Estas condiciones suponen una ventaja pero también un problema, pues la gran gama de productos plásticos se da por la gran gama de

plásticos existentes, cada uno con cualidades particulares, dificultando su gestión y clasificación para su tratamiento cuando son residuos.

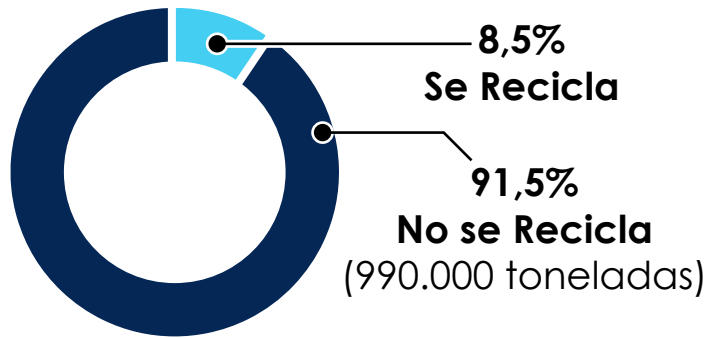
En general, los plásticos se caracterizan por su resistencia a la biodegradación, razón por la cual se prolonga su acumulación en vertederos, rellenos sanitarios, océanos y costas (Jambeck, Geyer, Wilcox, Siegler, Perryman, Andaray y Law, 2015).

Por esta característica, su acopio representa un daño para el medioambiente y un destino insostenible.

Como respuesta, se busca reciclar en mayor medida los residuos plásticos, pero no todos los plásticos tienen la característica de ser reciclables.

En el caso de serlos, el proceso de reciclaje resulta poco lucrativo debido al bajo costo del material y su baja densidad, en comparación con por ejemplo, el reciclaje de metales (Hopewell, Dvorak y Kosior, 2009).

Las cantidades de plástico que se reciclan varían geográficamente, según el tipo de plástico y la aplicación.



En Chile sólo un 8,5% del plástico que se produce al año es reciclado, mientras el 91,5% restante, correspondiente a 990.000 toneladas, va directo a rellenos sanitarios (Asipla, 2019).

Para un adecuado reciclaje, existen 7 códigos que catalogan a los diferentes tipos de resinas que componen a los plásticos.

6 de estos códigos clasifican a una resina plástica en particular, mientras que el código 7 está designado para la otra gran mayoría de resinas, llevando el nombre de "Otros" (American Chemistry Council, 1988).

En Chile, el código 7 no es considerado por el ministerio del medioam-

biente dentro de los plásticos reciclables, descartando resinas que sí poseen dicha cualidad ("¿Qué Reciclo?", s.f.).

A pesar de esta negativa, existen empresas chilenas que tratan y reciclan algunos plásticos del grupo 7, como lo son Comberplast, Ecofibras y RIGK, por mencionar algunas.

Las resinas del grupo 7 incluyen una gran cantidad de resinas naturales y sintéticas, como poliamidas, policarbonato, ABS, resinas compuestas y plásticos acrílicos (American Chemistry Council, 1988).



Fig 1: Códigos del reciclaje de plásticos

2.1.2. El acrílico a nivel nacional

Las empresas previamente mencionadas tratan plásticos como el ABS o el Nylon, sin embargo no consideran otras resinas que sí presentan las propiedades para ser recicladas. Una de éstas es el polimetilmetacrilato (PMMA), comúnmente conocido como acrílico.

Esta resina es comercializada como galvanos, letreros, estanterías, señaléticas y por sobretodo planchas acrílicas (Acrílicos Norglas, 2019).

Los retazos sobrantes de la fabricación de estos productos se destinan a la venta, regalo o desecho común (no separado del resto de residuos), siendo un 90% del material residual llevado a vertederos.

En comparación con sus alternativas en el mercado, como lo son el policarbonato, el poliestireno o el vidrio, el acrílico es un material de

elevado costo, apreciándose en el precio de sus planchas, que van desde los 34.900 a los 281.900 pesos chilenos (induacril, s.f.).

Otra característica a tener en cuenta es la fragilidad de este material y su tendencia a fisurarse, cualidades a considerar a la hora de desarrollar un producto (Mexpolimeros, s.f.).

2.2. Propiedades e historia del material

2.2.1. Un poco de historia

Su descubrimiento y uso se remonta a 1901, año en que el doctor Otto Röhm se encontraba realizando su doctorado sobre productos de polimerización del “ácido acrílico”. Este proyecto lo llevó a la idea de comercializar y hacer viable su descubrimiento químico.

Años más tarde (1907), Röhm junto a su amigo Otto Haas crean la empresa Röhm and Haas, destinada a fabricar productos enzimáticos.

Con el fin de continuar su investigación, Röhm reunió un equipo de investigadores para que trabajaran en la síntesis y polimerización de ácido acrílico y más tarde (1910) metacrílico.

A partir de sus descubrimientos, el equipo pudo desarrollar con plásticos acrílicos un vidrio de seguridad para parabrisas a base del com-

puesto que apodaron LUGLAS, material transparente con propiedades similares a las del caucho, fundando con este producto, la división de plásticos de Röhm and Haas .

Una vez que LUGLAS se estableció en el mercado, los investigadores se dedicaron al desarrollo de productos con metacrilato de metilo, sintetizando por primera vez en 1928 el monómero metacrilato (Evonik, s.f.).

No es hasta 1933, que Otto Röhm solicita la patente de la marca Plexiglás, para el producto hecho de polimetilmetacrilato, un plástico transparente que comenzó siendo utilizado para objetos decorativos y usos en la vida civil.

Sin embargo, no alcanzó su popularidad global sino hasta la Segunda Guerra Mundial, siendo aplicado en la industria armamentista, para

acristalar cabinas de aviones de combate, claraboyas de los barcos, como plástico protector de torretas de ametralladora, parabrisas de vehículos, etc.

Al término de la guerra, Plexiglás se utilizó con otros fines, como publicidad luminosa, acristalamientos de cubiertas y diseño de fachadas.

Entre 1960 y 1970 se integra a instalaciones sanitarias y en acristalamientos de invernaderos.

A la fecha, el material se desenvuelve en los mercados del sector de transporte con luces traseras y sistemas de señalización de vehículos, industrias de la construcción e iluminación, electrodomésticos, tecnología de oficina, óptica, tecnología médica, electrónica e industria de las telecomunicaciones (Evonik, s.f.)

2.2.2. Elaboración

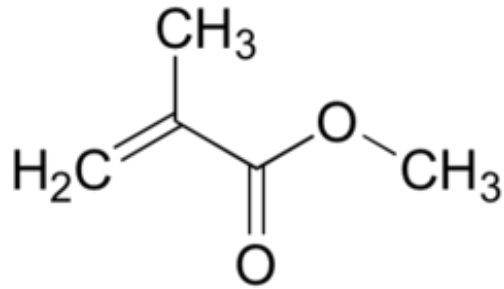


Fig 2: Fórmula MMA

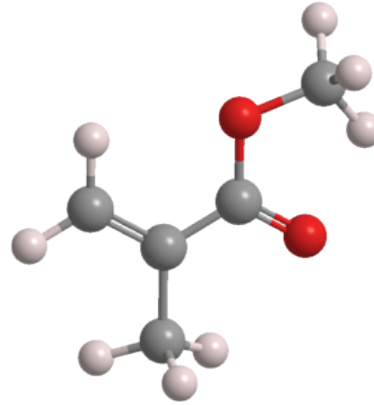


Fig 3: Esquema molecular MMA

Su nombre oficial es polimetilmetacrilato o polimetacrilato de metilo, abreviado PMMA.

Se obtiene como un derivado del ácido acrílico, subproducto del propileno, que a su vez se extrae del petróleo.

Se puede producir mediante los procesos de polimerización por emulsión, polimerización por suspensión, polimerización por solución, polimerización a granel y polimerización libre de radicales (Har-

per y Petrie, 2003).

Todos estos procesos dan como resultado el polímero PMMA, que sin importar el proceso debe contemplar la obtención del monómero metacrilato de metilo (MMA).

Éste se puede formar al provocar una reacción entre acetona y cianuro de sodio, agregando agua y ácido sulfúrico para concentrarla.

Como resultado se obtiene acetona cianhídrica, que al mezclarse con alcohol metílico produce MMA (Rico, 2014).

2.2.3. Propiedades

A la hora de estudiar a fondo el material, sobresalen sus cualidades más importantes.

Una de ellas es ser un termoplástico, lo que quiere decir que es un material capaz de derretirse a altas temperaturas y endurecerse con el frío.

Esta característica permite que al calentarlo pueda ser deformado para propósitos estéticos y funcionales, aspecto que facilita su reciclaje (Aristegui Maquinaria, 2020).

Esto se logra cuando el material alcanza una temperatura de 180 °C, convirtiéndose en un líquido viscoso, inyectable y moldeable.

Entre sus características, el acrílico se destaca por tener una transmitancia de la luz de un 92%, siendo el más transparente de los plásticos. Esta cualidad lo hace competir en

múltiples aplicaciones con el vidrio, siendo 7 veces más resistente a los impactos que éste.

A pesar de tener una resistencia superior a la del vidrio, es considerado un plástico frágil.

Como contramedida a esta característica, se le pueden aplicar injertos de caucho estireno-butadieno que dan como resultado el MBS, de ABS resultando en el MABS o caucho acrílico que resulta en PBA (Mexploimeros, s.f.).

Otra de sus virtudes es ser un biomaterial, es decir, una sustancia no biológica que puede interactuar con los sistemas biológicos para un propósito médico.

En particular, el acrílico destaca por ser biocompatible, pudiendo tener contacto prolongado con los

tejidos y fluidos internos del cuerpo. Estas cualidades se aprovechan para la elaboración de productos como prótesis óseas (Echavarría, 2003).

La biocompatibilidad de este material se debe en parte a que no es objeto de ataque biológico.

Esto más su resistencia a los rayos UV y al envejecimiento térmico, vuelven al PMMA un plástico resistente a la intemperie, no apreciándose su deterioro en un rango de diez años de exposición al exterior.

La luz intensa sólo puede producir decoloración si el producto se formula con sustancias colorantes, más susceptibles al deterioro debido a su naturaleza (Mexploimeros, s.f.).

Respecto de su resistencia química,

Transmitancia a la Luz	92% (el más transparente de los plásticos)
Deflexión Térmica	Entre los 60° a 77°C
Resistencia al Impacto Izod (J m-1)	Entre 16-32 (siete veces superior al vidrio)
Densidad	1,18 g/cm ³
Absorción de Agua (24 hrs)	0,2% (provoca fisuras por tensión)
Capacidad de Soportar Sobrecarga	70 kg/m ²
Temperatura de Deflexión en Caliente	Entre 120 a 180°C (consistencia elástica, puede moldearse)

Fig 4: Propiedades cuantificables del PMMA

es un polímero resistente a los ácidos de baja y media concentración, junto a los disolventes apolares como hidrocarburos alifáticos y aceites.

Sin embargo, no es resistente a los disolventes polares, al acetato de etilo, a la acetona, al ácido acético glacial, al ácido sulfúrico bicromático, al alcohol amílico, al benzol, al butanol, al diclorometano, al cloroforno (triclorometano) y al tolueno (Mexpolimeros, s.f.)

2.3. Tratamiento

2.3.1. Fabricación de productos

El acrílico se encuentra en la industria de diferentes maneras según su método de obtención.

Mediante la polimerización por suspensión, se obtiene acrílico en forma de gránulos o pellets, empleados para procesos de inyección, extrusión, y deformación por vacío (Tecnología de los Plásticos, 2011).

Para la fabricación de planchas, varillas y tubos, se utiliza la polimerización libre de radicales, proceso que no es compatible con las técnicas de inyección.

Esto se compensa con las ventajas de soportar mayores temperaturas que otros plásticos y ser óptimo para perforaciones, cortes y otros procesos de acabado

En el caso de la resina acrílica, es necesario trabajar con la polimerización por emulsión, destinando el producto a la fabricación de artículos decorativos o artículos de baño (Harper y Petrie, 2003).

2.3.2. Modos de uso

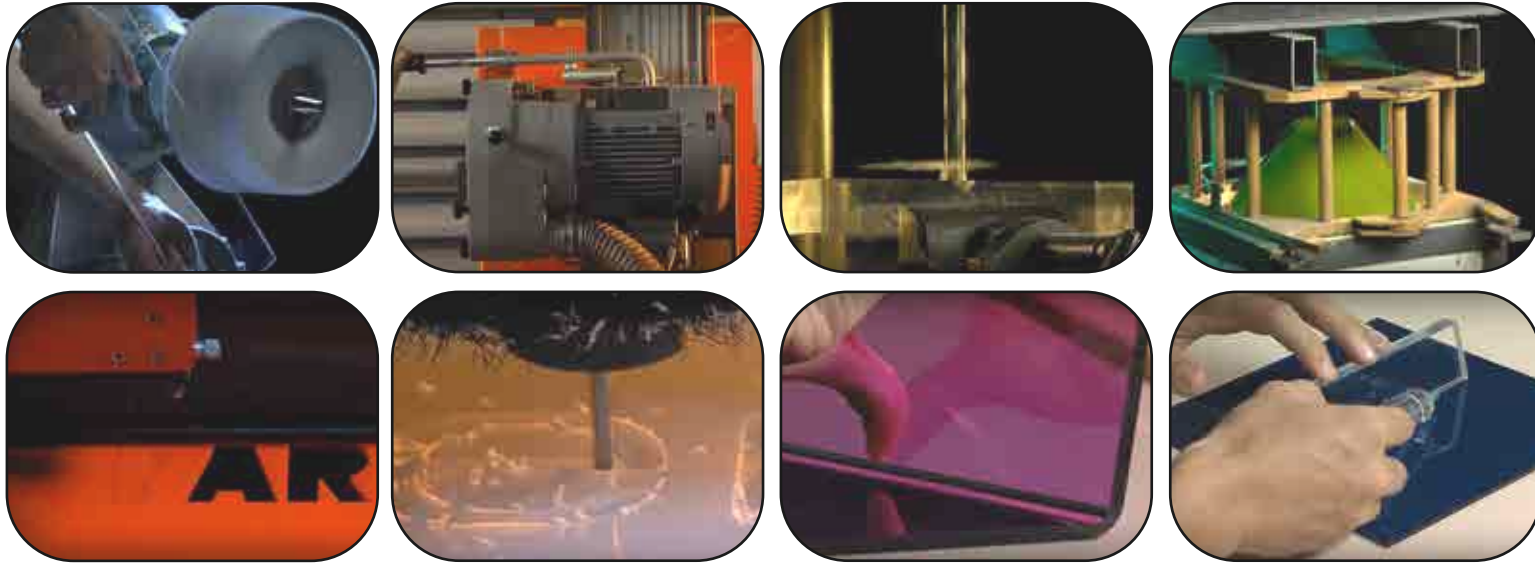


Fig 5: Formas de trabajar el acrílico

A la hora de ser fabricado, el acrílico puede mezclarse con pigmentos translúcidos y/u opacos para darle la coloración deseada.

Si se desea aplicar sobre un molde, el acrílico puede ser introducido en éste en forma de monómero, para luego ser fundido y adoptar la forma deseada (Hoss, 2001).

El acrílico también puede trabajar

con moldes si se aplica como resina, utilizando esta técnica principalmente para la obtención de galvanos y trofeos corporativos además de prótesis dentales de diferente dureza (Kruzer, 2006).

En el caso de que ya se encuentre polimerizado, para la fabricación de productos se emplean herramientas similares a las utilizadas en la industria maderera y metalúrgica

liviana.

Puede ser cortado por una sierra circular o vertical (dependiendo de sus dimensiones), ser trabajado con una fresadora CNC (pudiendo realizar corte, grabado y calado) o ser perforado por taladros convencionales.

Para el tratamiento de las irregularidades después de un corte o perfo-

ración mecánica, las piezas se pueden pulir con pastas de pulir y discos de tela suave (si se hace de manera manual) o empleando pulidoras automáticas.

En el caso de requerir mayor precisión, las planchas acrílicas pueden ser cortadas y grabadas con una máquina de corte láser, produciendo un resultado limpio, sin necesidad de pulido posterior.

Debido a su naturaleza como termoplástico, se le puede aplicar termoformado por presión de aire, por vacío o termoformado libre; además de poder ser doblado por calor mediante resistencias eléctricas, tubos de cuarzo eléctrico o alambres brillantes (Paolini, 2013).

Sobre el acrílico también se puede pintar, ya sea por soplete o serigrafía, siendo recomendable las pinturas de base acrílica por su compatibilidad y resistencia a los rayos UV.

Además se puede imprimir sobre él, empleando técnicas como la sublimación o impresión UV (Braulio Publicidad, s.f.).

En el caso de requerirse, el acrílico puede pegarse entre sí mediante la aplicación superficial de alguno de los solventes mencionados con anterioridad, generando unión por capilaridad.

Para adherirlo a otros materiales, se pueden utilizar adhesivos en aerosol o cintas de doble contacto (Paolini, 2013).

2.3.3. Reciclaje Industrial

Tal como fue aludido con anterioridad, el acrílico presenta propiedades para ser reciclado, pudiendo ser reincorporado a la cadena de producción por dos vías.

En ambos procesos se espera despolimerizar el PMMA para obtener MMA, con el que se puede desarrollar acrílico nuevamente.

Para ello, se seleccionan retazos de acrílico a los que se les debe extraer una película de polietileno, utilizada para protegerlos de fisuras cuando se venden en el mercado.

Una vez hecho esto, se puede proceder con la despolimerización térmica o la descomposición termocatalítica.

La primera consiste en descomponer el acrílico a temperaturas supe-

riores a los 600 °C, obteniendo MMA, combustibles gaseosos y líquidos.

La segunda, se caracteriza por el uso de un catalizador. Éste puede ser TiO₂, ZnO, B₂O₃, NiO, CaO, CuO, H₃PO₄ o polvo de vidrio junto a clinoptilolita.

Al provocar la reacción entre el catalizador y el acrílico, se obtiene MMA en polvo a temperaturas entre los 150 y los 300 °C, generando un menor gasto energético que la depolimerización térmica.

Cualquiera sea el método empleado, el acrílico reciclado puede emplearse para la elaboración de lubricantes, planchas acrílicas, lentes, pinturas, aparatos médicos, vitrinas, cristaleras, letreros luminosos, fibras ópticas, prótesis de odontología y óseas, reflectores, produc-

tos de catering y otros polímeros; o simplemente destinarse como materia prima secundaria para la fabricación de nuevos materiales (Rico, 2014).

2.4. Propiedades y ventajas del acrílico reciclado

Una vez realizado alguno de los procesos previamente descritos, se obtendrá acrílico reciclado listo para ser utilizado.

Según información entregada por un maestro trabajador del material, este nuevo producto presenta características muy similares al acrílico virgen, sin embargo, sus diferencias deben tenerse en cuenta a la hora de trabajarlo.

En lo que se refiere al color y la transparencia, el acrílico reciclado presenta un leve tono azulado producto de los químicos empleados para su obtención.

Si se le agrega pigmento para una finalidad estética, el tono azulado no se apreciará en la muestra resultante.

Si comparamos su resistencia a la

temperatura, el PMMA reciclado se vuelve elástico y se derrite al aplicar menor calor que su homólogo.

Al momento de termoformarlo o trabajar con calor, se debe tener presente que el acrílico reciclado podría hervir a los 180 °C, generando burbujas que pueden afectar tanto al resultado estético como funcional.

Ahora respecto de las ventajas, producto de los aditivos que se le colocan en su elaboración, el acrílico reciclado presenta mayor elasticidad, resistencia a los cortes y a la fisuración.

Además, el reciclaje de este material reduce los costos de producción en un 37%, siendo una alternativa más económica que su contraparte virgen (Rico, 2014).

Formulación del Proyecto

3

3.1. Análisis

Tomando en cuenta los puntos anteriormente mencionados, se evidencia la importancia de considerar una serie de aspectos a la hora de trabajar con acrílico para el desarrollo de un producto. A continuación se detallan dichas consideraciones y aspectos relevantes:

1. Elevado Costo

Uno de los primeros factores a tener en cuenta es el costo del material.

Como ya se pudo apreciar, el acrílico es costoso, lo que definitivamente afectará de manera directa en el precio final del producto a fabricar.

Así, se vuelve necesaria una evaluación de los posibles mercados y el precio que los usuarios están dispuestos a pagar por los productos que desean.

Al mismo tiempo, la cantidad de material empleado debe ser la menor posible en comparación al

precio del producto, eficientando el modelo de negocios a aplicar.

2. Resistencia

Al ser un material frágil en comparación con otras resinas, el acrílico posee una baja resistencia al impacto.

A su vez, el porcentaje de absorción de agua que presenta este material (detallado en Fig 4), provoca una tendencia a fisuras y ralladuras.

De ambos puntos se puede dilucidar que el producto a fabricar idealmente no debe estar expuesto a fuertes golpes ni ralladuras, acotando su desempeño en los diferentes mercados.

Además de los factores a considerar, es necesario destacar las propiedades y modos de uso del PMMA, elementos que también inciden en el producto a desarrollar:

1. Transparencia

Al ser el más transparente de los plásticos, el acrílico puede ser empleado en aplicaciones que requieran de esta cualidad.

Una de ellas es el desarrollo de productos luminosos como el que se puede apreciar a continuación:



Fig 6: Vúmetro acrílico

Esta característica puede resultar en un atributo adicional para un producto que se destaque por tener cualidades resaltantes.

2. Resistencia a la Intemperie

Como se ha detallado, el acrílico puede estar expuesto al exterior y no presentar envejecimiento apreciable en varios años.

Además, es un aislante térmico, acústico y eléctrico, por lo que de requerirse alguna de estas condiciones, el acrílico es un material óptimo (Mexpolimeros, s.f.).

3. Biocompatibilidad

Su adaptación al organismo le da la facultad de poder emplearse para cualquier tipo de interacción con el ser humano.

Así, a la hora de pensar en un producto con el que se deba interactuar, el acrílico permite la opción de entrar en contacto con el cuerpo humano sin provocar algún daño (Echavarría, 2003).

4. Modos de Uso

Ya que el acrílico se puede trabajar con multiplicidad de métodos y herramientas, las proyecciones de los productos resultantes son diversas.

De esta manera, su maleabilidad permite desarrollar diferentes categorías de productos con un acabado industrial.

3.2. Oportunidad

Desde la disciplina del diseño, se buscó abordar la problemática expuesta procurando una solución eficaz, enfocada en establecer un nexo entre el desarrollo de un producto que aproveche las ventajas del material y las necesidades de un usuario potencial, desembocando en un modelo de negocios y mercado viables y crecientes.

Una de las principales ventajas y propiedades que destacan del material es su cualidad de ser reciclable, permitiendo desarrollar productos completamente a base de acrílico reciclado.

Esta alternativa incorpora los residuos acrílicos a la cadena de producción, además de ser una opción más económica que la elaboración de material virgen.

Pese a esta ventaja, el acrílico reciclado sigue siendo un material costoso.

Ello plantea el desafío de generar un producto que optimice y reduzca en su mayor medida la cantidad de material.

Su valor, por otro lado, debe ser lo suficientemente elevado para suponer un retorno para el productor y lo suficientemente bajo para que los consumidores estén dispuestos a pagarlo.

Tomando ambos puntos como base, se evalúan las diversas categorías de productos, destacando entre ellas la Electrónica de Consumo.

Este mercado se caracteriza por dar valor al desempeño y capacidad del software, además de la eficiencia y reducción del tamaño de sus componentes, aspectos que están por sobre lo económica de la propuesta.

Su elevado precio se debe en gran medida a los costos de I+D (Investi-

gación y Desarrollo).

Como consecuencia, los materiales empleados para su armazón quedan supeditados a cumplir con estas condiciones (Chan, 1992).

Dichos aspectos resultan provechosos para las consideraciones anteriormente planteadas, pues el precio de mercado del producto puede ser relativamente alto si se ofrece un mayor rendimiento técnico que los productos de la competencia, no teniendo relación directa con la cantidad de material empleado en su fabricación.

Producto/Características	Precio (clp)	Peso (Kg)
Asus® Notebook Zenbook Pro Duo UX581GV Intel i9-9980HK NVIDIA RTX 2060 6GB 15.6" UHD 1TB SSD 32GB Windows 10 Blue UX581GV-H2001T	\$2.999.990	2,5
Apple® iPhone SE 64GB Negro	\$439.990	0,148
HyperX® Audífono Gamer HyperX Revolver S	\$126.290	0,376
Apple® Smartwatch Apple Watch Series 3 (GPS + Cellular), 38 mm Space Grey Aluminium case with Black Sport Band Movistar	\$299.990	0,0267
WD® Servidor NAS Dual-Core Marvell® ARMA-DA® 1GB DDR3 Ram - My Cloud EX2 Ultra 4TB	\$378.990	1,09

Fig 7: Comparación precio y peso artículos electrónicos

Por su parte, las propiedades del acrílico lo han hecho formar parte del mercado de productos electrónicos debido a su transparencia y acabado.

Se suele aplicar en artículos como vúmetros o kits de electrónica básica, así como para el desarrollo de letreros luminosos.

Esta característica incorpora al acrílico dentro del ámbito de la iluminación, cualidad que puede otorgar valor agregado a sus productos.

En lo que respecta al usuario, éste juega un rol crucial en el desempeño proyectual, pues es él quien juzga y efectúa las interacciones críticas con el producto.

Para ello, el objeto debe cumplir con exigencias tanto funcionales como estéticas relacionadas con el nicho al que apunta.

Para una implementación estratégica del producto, se determinó escoger un segmento creciente, en este caso el "mundo Gamer".

Los productos de este segmento se diferencian del resto de artículos electrónicos en su propuesta visual y estética, más explotada que otros segmentos del mundo de la electrónica.

La propuesta estética de los productos gamer se vincula positivamente con el desempeño visual del acrílico y su aplicación en productos que emplean la iluminación y electrónica, pudiendo generar un producto que cumpla con las expectativas del usuario potencial.

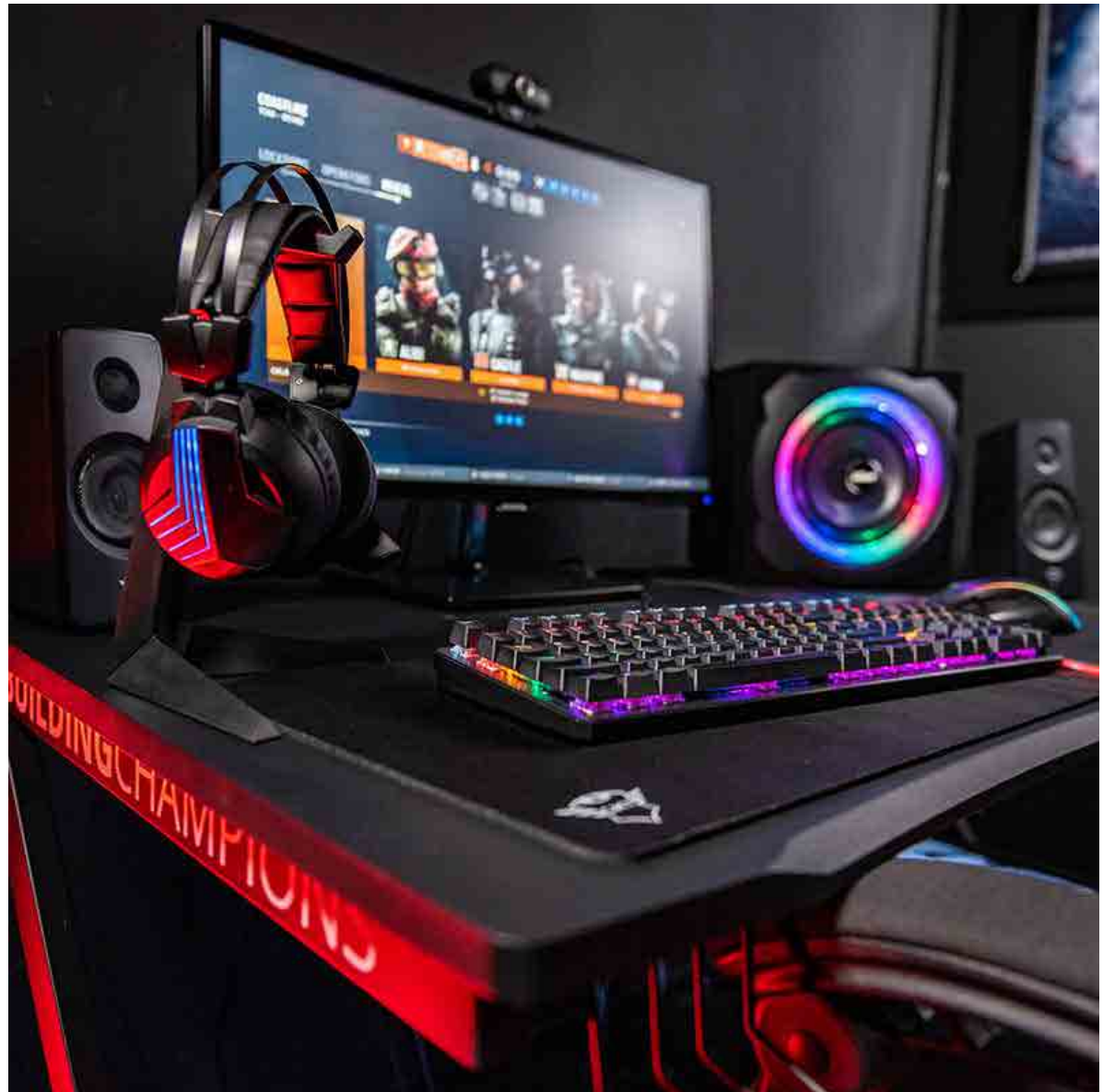


Fig 8: Productos Gamer

3.3. Formulación y objetivos

Qué

Audífonos *gamer* de cintillo con micrófono integrado, hechos de acrílico reciclado con función audiorítmica de luces LED, que se enciendan según lo que el usuario escuche

Por Qué

Actualmente en Chile el acrílico no se recicla ni se fabrican productos con acrílico reciclado, siendo esta una alternativa de producción más económica y sustentable que su contraparte virgen

Para qué

Implementar en el mercado un producto electrónico hecho en Chile, con la virtud de estar fabricado de material reciclado, contribuyendo de esta manera a la migración de la industria hacia materiales y alternativas más amigables con el medio ambiente

Objetivo General

Contribuir al desarrollo de productos hechos a base de acrílico reciclado, mediante la elaboración de un producto electrónico con un acabado formal competitivo

Objetivos Específicos

- Incorporar un sistema electrónico que cumpla con los estándares de la competencia, satisfaciendo de esta forma las exigencias del usuario
- Generar una propuesta formal que se adapte a la antropometría del usuario
- Desarrollar una propuesta visual atractiva e innovadora, que destaque las propiedades del material
- Diseñar un proceso de fabricación que permita configurar un producto replicable, capaz de generar copias exactas

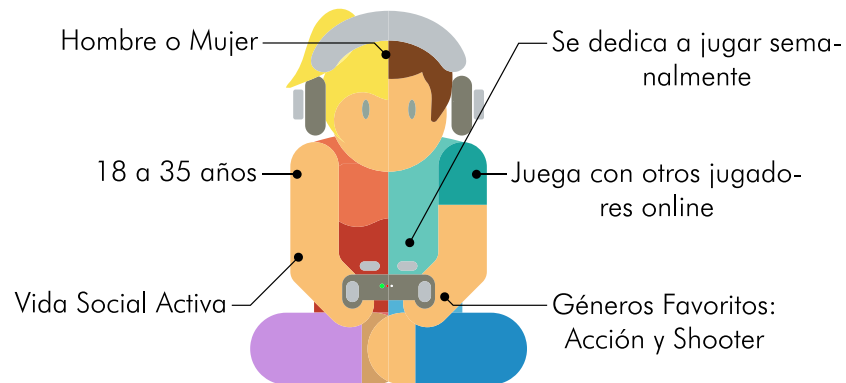
Propuesta de valor

Solución formal con calidad y acabado a la altura de productos desarrollados con material virgen, que integra acrílico 100% reciclado como estructura soportante, capaz de desempeñar una función visual lumínica que responde a lo que el usuario escucha, dialogando de manera atractiva con el contexto y estética *gamer*

3.4. Usuario

El desarrollo de audífonos de acrílico reciclado se orientó específicamente al segmento de usuarios denominados “gamers”, personas que se dedican a jugar videojuegos de diversas categorías según su nicho específico. A pesar de variar en el tipo de contenido que consumen al jugar, todos ellos comparten características, intereses, necesidades y expectativas similares.

Características



¿Qué Siente?

Para el gamer es fundamental que sus implementos de juego cumplan con los requerimientos técnicos para una experiencia de lo más inmersiva posible, pero desea que el equipo se sienta y se vea como un dispositivo capaz de la proeza.

Le gusta que los demás valoren el acabado visual de sus equipos así como sus logros en los videojuegos

Necesidades

Independiente del tipo de jugador y la clase de juego en el que se desempeñe, cada vez que el usuario interactúa con una plataforma en línea el uso de de audífonos con micrófono para comunicarse con otros jugadores es indispensable.

Por otra parte, la vida social de este segmento también involucra reuniones presenciales, interrelacionándose con otros jugadores en persona.

En este tipo de situaciones, el equipo o hardware debe desempeñarse no solo a nivel funcional, sino también en lo llamativa de su propuesta, su acabado y estética.

Para la duración de la actividad del juego, es necesario que los dispositivos con los que el *gamer* interactúa estén adaptados para brindar comodidad por varias horas, respetando la antropometría y cuidando no estresar las zonas de contacto.

3.5. Contexto de implementación

El Proyecto se enmarca dentro del segmento del mundo *Gamer* previamente mencionado, donde el producto se introduce y dialoga con las propuestas de forma, colores y luces; características de las propuestas del nicho.

Uno de los atributos de estos audífonos, que los destacan frente a su competencia es la función audiorítmica operada mediante luces LED Neopixel, que responden a la señal de audio que los altavoces reciben.

Esta función aprovecha la transparencia y la deflexión de luz que brinda el material, otorgándole un atractivo visual más allá de su forma.

Respecto del alcance del proyecto, se espera que el producto se desenvuelva dentro del mundo *gamer* a escala global, ya que su aplicación es de uso universal, utilizados en conjunto con smartphones, tablets, PC o consolas.

En la actualidad existen más de 2.500 millones de *gamers* en el mundo, que combinados gastaron 152.100 millones de dólares en videojuegos y artículos relacionados para el año 2019.

En América Latina el crecimiento promedio de ventas es de un 11,1% al año, que para el 2019 significaron 5.600 millones de dólares en ventas (Newzoo, 2019).

En Estados Unidos un 65% de los adultos juegan videojuegos, rodeando los 33 años en promedio. Según el rango etario, un 28% de *gamers* son menores de 18 años, un 40% está entre los 18 y 35 años, un 18% tiene entre 36 y 49 años, y un 21% tiene 50 años o más.

De estos jugadores un 63% se dedica a interactuar con otros jugadores, destinando 4,8 horas semanales a la actividad de juego.

Del total de personas *gamer* un 46%

son mujeres, mientras un 54% son hombres (ESA, 2019).

Para pilotar la propuesta se espera introducir el producto en el mercado local de la electrónica de consumo, expandiendo su oferta según la factibilidad del modelo de negocios.

3.6. Antecedentes y Referentes

3.6.1. Antecedentes

Teclado Secuenciador OMEN

Teclado gamer con luces RGB personalizables, creado para jugadores, tomando en cuenta la personalización y la durabilidad de sus teclas en pro de las demandas del usuario



Fig 9: Teclado OMEN

Cubo LED Starter Kit Arduino

Kit para montar luces LED RGB controladas mediante Arduino, cuya estructura está hecha de acrílico para su desempeño visual. Este cubo puede configurarse para funcionar como vómetro o con colores y luces preprogramadas



Fig 10: Cubo LED

Audífonos Gear Gamer Heidar

Audífonos Gamer con con un sistema de iluminación RGB, para darle atractivo visual. Este sistema de iluminación no pesee interacción ni diálogo con la función de audio que ofrece el producto



Fig 11: Audífonos Gear Gamer Heidar

3.6.2. Referentes

Liberate Air

Audífonos hechos a partir de materiales sustentables como aluminio, Bambú, silicona reciclada y ácido poliláctico (PLA), un bioplástico biodegradable. Para el desarrollo de este producto House of Marley diseñó el material que bautizó como "Regrind" a partir de silicona desechada de postproducción



Fig 12: Liberate Air

Korvaa

Audífonos hechos a partir de hongos y otras seis sustancias cultivadas microbianamente.

El estudio finlandés Aivan trabajó en conjunto con científicos del centro de investigación técnica VTT de Finlandia para lograr un resultado controlado (dezeen, 2019).

Su cintillo está hecho a partir del bioplástico PLA, su acolchado de proteína de hongo, la membrana que recubre el auricular de seda de araña; con demás piezas realizadas con hongos de diferentes propiedades



Fig 13: Korvaa

Desarrollo del Proyecto

4

4.1. Metodología

El desarrollo de este proyecto toma como base los puntos planteados en Oportunidad, para llevar a cabo el proceso de diseño.

Éste hubo de abarcar diversos conocimientos técnicos que incluyen la aplicación e integración de electrónica, el manejo de procesos

CAD CAM y herramientas de visualización como renders y gráfica relacionada; así como análisis y abstracción de las formas de las partes a fabricar.

Para ello hubo de realizarse un estudio y análisis del contexto en el que se desenvuelve el usuario, junto con

las interacciones críticas que realiza para desempeñarse dentro de dicho contexto.

4.1.1. Planificación proyectual

El desarrollo del proyecto contó con los pilares de planificación planteados en la carta gantt del Informe de Seminario de Título, establecidos para la resolución del proyecto en los plazos establecidos.

Con estas actividades programadas, se logró establecer un curso de acción guía, que en la marcha fue modificándose según las exigencias de cada una.

Actividades - Tiempo	Julio				Agosto				Septiembre			
	06/12	13/19	20/27	28/02	03/09	10/16	17/23	24/30	31/06	07/13	14/20	21/27
Informe y Presentación	■	■	■									
Selección de Electrónica				■	■							
Modelado 3D Conceptual				■		■						
Diseño de Piezas						■	■					
Prototipo de Forma							■	■	■			
Rediseño e Iteraciones										■	■	■
Prototipo Funcional												■

Fig 14: Carta gantt 1

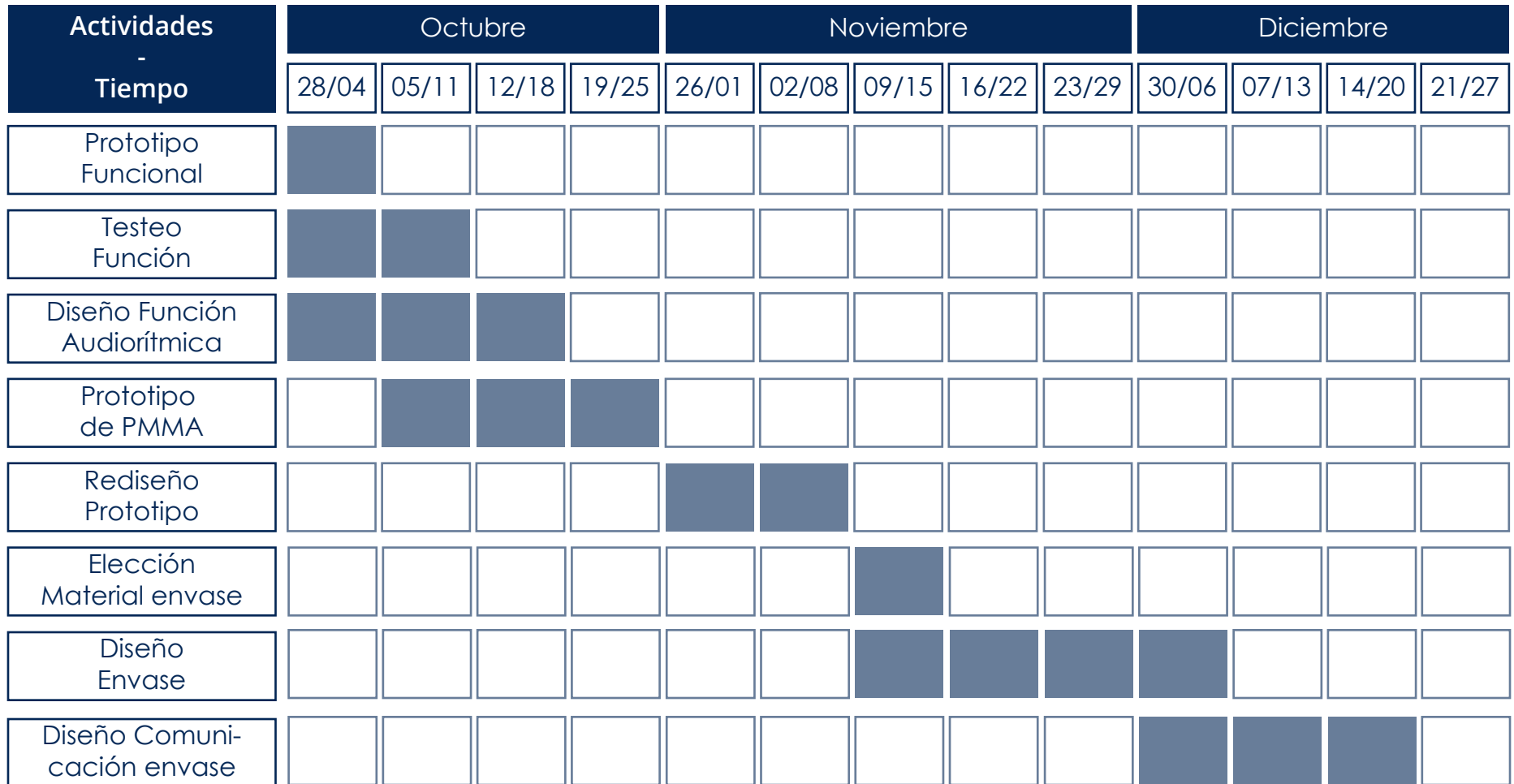


Fig 15: Carta gannt 2

4.1.2. Selección de componentes

Tomando como referente el plan de trabajo presentado en la carta gantt, se comenzó el desarrollo del proyecto con la selección de los componentes electrónicos para los audífonos, generando la disyuntiva de si extraer los componentes electrónicos de un audífono existente o conseguirlos por pieza en el mercado.

Para optar por una alternativa, se realizó un barrido de información con el objetivo de comprender cuáles y cuántos eran dichos componentes electrónicos, mientras que en paralelo, se buscaron tiendas nacionales que ofrecieran los productos por pieza.

No habiendo encontrado resultados en castellano, se optó por realizar una búsqueda en inglés, llegando así al sitio web inglés de Canford, empresa que se dedica a vender

productos de audio y transmisión de video profesional de variadas marcas incluyendo la suya propia, ofreciendo repuestos de todo el hardware de los modelos en stock.

Al encontrar la alternativa de importar los componentes que ofrecía Canford, se descartó la opción de alterar un modelo ya existente debido a las fallas que se podrían presentar al manipular el producto.

Para trabajar con un estándar y contar con la ayuda de Canford en el proceso, se seleccionó el modelo específico de su marca, el audífono DMH220, que contaba con todos sus repuestos en stock.

Con el modelo en cuenta se contactó a una ejecutiva de la empresa para calcular los costos de envío y su demora.



Fig 16: Audífonos DMH200

Así se obtuvo un costo de envío de \$97,85 USD por un plazo de 3 a 4 días hábiles.

Además se solicitó un manual de ensamblado para el manejo adecuado de los componentes, información que no fue entregada por políticas de la empresa.

Debido al elevado costo de envío, se buscó una alternativa de transporte más económica, sin embargo, Canford sólo ofreció este medio.

Mediante el análisis de precios en una planilla excel, se obtuvo un valor total de \$480,14 USD con costos de envío de todos los componentes. Teniendo en cuenta este valor, se realizó un nuevo cálculo con los costos de las partes electrónicas esenciales, llegando a un valor de \$238,62 USD.

Aún minimizando los costos, el resultado final se mantuvo elevado, presentando una alternativa de negocio inviable, pues los audífonos de la competencia presentaban un valor como producto terminado igual o inferior a los componentes de Can-

ford (El audífono más caro de PC Factory tiene un valor de \$190,32 USD).

Teniendo en cuenta estos antecedentes se descartó la opción de comprar los componentes en Canford, optando por la alternativa de comprar los componentes necesarios por AliExpress, basándose en el diagrama explotado que dispone Canford en su sitio web para seleccionar sus componentes.

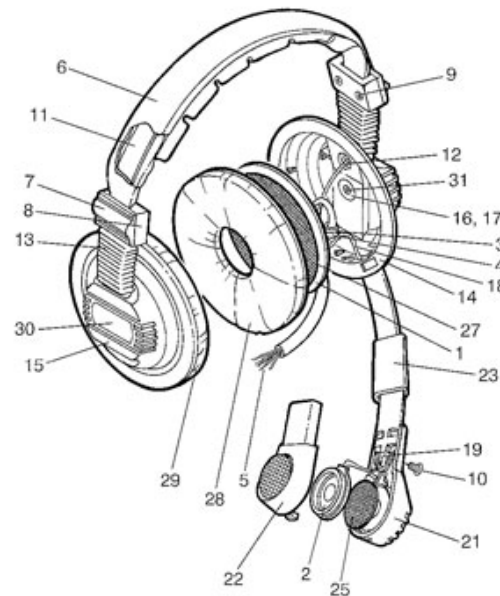


Fig 17: Diagrama explotado Canford

Para tener conocimiento de la manipulación y manejo de los componentes, se buscó información y tutoriales de desarrollo de audífonos DIY, llegando a la conclusión de que las piezas esenciales eran los altavoces de auricular y un micrófono.

Así se buscaron los precios y proveedores más convenientes a través de AliExpress, llegando a un precio total de \$6,26 USD en micrófono y altavoces, además de \$4,74 USD en almohadillas circumaurales (que cubren todo el pabellón auditivo).

Para la elección de las almohadillas, se compararon los diferentes modelos de audífonos *gamer* en el mercado, destacándose por aislar al usuario del sonido exterior. Con esta premisa en cuenta, se investigó sobre los tipos de almohadillas, llegando a la solución circumaural, que cubre todo el pabellón auricular.

Adicionalmente, tras la asesoría de un ingeniero civil electricista, se puso en evidencia la falta de una fuente de energía para la función audiorítmica de las luces LED RGB,

que no obtendrían la suficiente energía del cable de audio.

Tomando esto en cuenta, se consideró la alternativa de que los audífonos fueran inalámbricos y con función bluetooth, pudiendo ser recargados con baterías de litio.

Así el audífono presentaría una función adicional, siendo capaz de recargar su sistema audiorítmico.

De esta manera se le integra a la cotización un cuarto componente: tablero receptor y transmisor de audio bluetooth, con un valor de \$2,8 USD con costos de envío, suponiendo un total de \$13,8 USD con los cuatro componentes en Chile.

Al barajar las opciones mencionadas, se concluyó que la mejor opción para el desarrollo de un prototipo, en pro de minimizar los plazos de desarrollo, sería comprar un audífono en Chile y desmontarlo para extraer sus componentes electrónicos.

Si bien en primera instancia se optó por descartar esta opción, una vez estudiado las partes y maneras de

manipular un audífono para proyectos DIY, se consideró que desarmar un audífono sería una opción viable y que ahorraría mucho tiempo en comparación con entregas por AliExpress, con plazos de entre 30 a 50 días.

El audífono con el que se realizó el trabajo fue el modelo *Gear Viggo*, un audífono gamer circumaural con micrófono y conector de audio Jack 3,5 mm.

Este modelo fue escogido por el conjunto de sus características, en especial el conector de audio, destinado a ser intervenido para aplicar la función audiorítmica.



Fig 18: Audífonos Gear Gamer Viggo

En paralelo, se investigó la oferta de los artículos electrónicos complementarios en el mercado chileno, encontrando artículos como el transceptor (transmisor y receptor) de audio bluetooth, arduino nano para función audiorítmica, además de el resto de componentes necesarios para el coneccionado y energización.

Por su parte, la elección correcta de las luces LED se dio gracias a la asesoría de un ingeniero electrónico que aconsejó en la compra de luces LED Neopixel, luces inteligentes hechas para ser programadas mediante arduino.

4.2. Conceptualización

Tras la decisión de desarrollar audífonos *gamer* con función audiorítmica, planteada en Formulación y Objetivos, se trabajó en un concepto que vistiera la propuesta de una identidad.

De esta manera, la primera premisa con la que se trabajó fue la relación del producto con elementos de la naturaleza.

Esta decisión se debió a la influencia del ramo optativo de modelado paramétrico, en el que a través del plugin *Grasshopper* del programa *Rhinoceros*, se ahondó en el área del diseño bioinspirado.

Con la idea de diseñar la forma de las piezas acrílicas con *Grasshopper*, se procedió a buscar un referente de la naturaleza.

Entonces surgió la idea de relacionar los audífonos con el mar, pues los audífonos circunaurales y los productos *gamer* en general, se

caracterizan por buscar la inmersión de sus usuarios.

Desde aquí se deriva el eslogan del producto: Sumérgete en la Experiencia de Juego.

Así, el referente estético, para un diseño bioinspirado debía ser un elemento del mar.

El primer acercamiento con objetos marinos buscó relacionar la funcionalidad de los audífonos con estructuras del reino animal.

De esta forma se llega a las conchas de los moluscos, cuya cavidad permite escuchar un sonido similar al del mar.

De entre los diferentes moluscos se destacó el *Nautilus* por la belleza de la forma de su concha en espiral de fibonacci.

Con esta forma se trabajó en los primeros conceptos.



Fig 19: Concha de nautilus

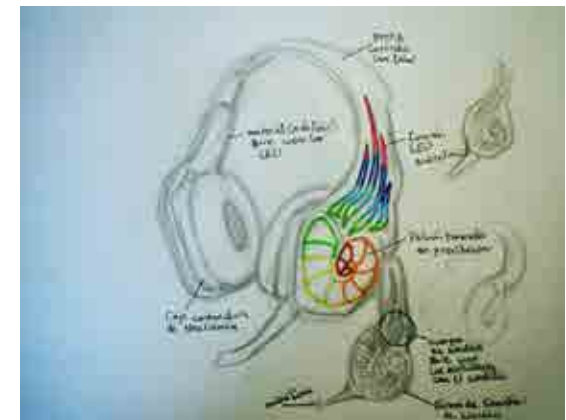


Fig 20: Primer concepto audífonos

Sin embargo, la solución de la función audiorítmica incorporada al producto no se relacionaba con el animal en cuestión, por lo que se descartó trabajar con el Nautilus.

Buscando nuevas fuentes de inspiración, se llegó al episodio *Creatures of Light*, del documental NOVA, donde se exponen múltiples criaturas marinas que poseen la cualidad de brillar.

Para inspirar este proyecto, se tomó como referencia la bioluminiscencia, cualidad biológica de emitir luz mediante reacciones químicas (Ball, Cohen y Kovacs, 2016).

De entre los diferentes animales y plantas bioluminiscentes, se escogió a la nuez de mar *lampocteis cruentiventer*, por su capacidad de iluminar su cuerpo similar a las luces LED y su color rojo translúcido, semejante a las muestras de acrílico con tinción (Harbison, Matsumoto y Robinson, 2001).

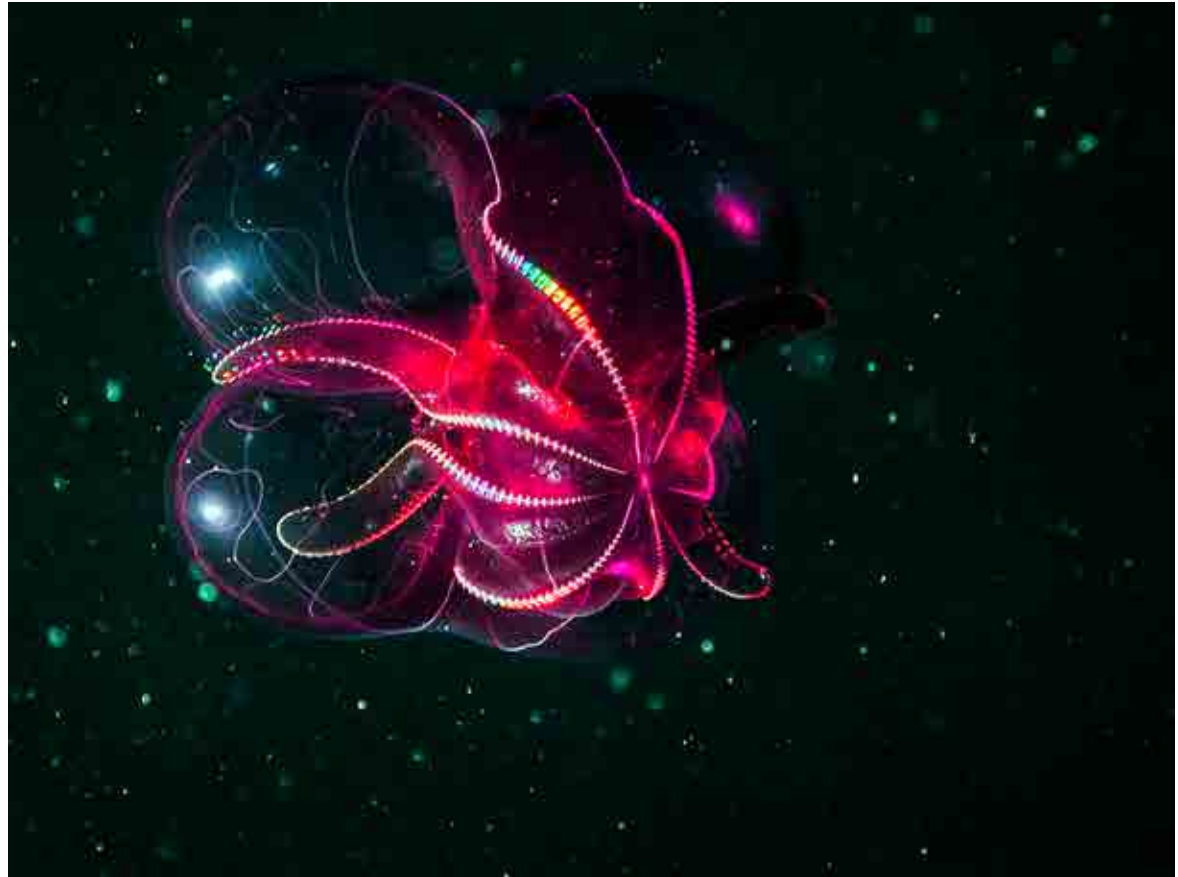


Fig 21: *Lampocteis cruentiventer*

4.2.1. Imagotipo y naming

El siguiente paso fue concebir un nombre fácil de recordar, “pegajoso” y que tuviese relación con la fuente de inspiración.

De este modo, se indagó en la clasificación taxonómica del animal en cuestión, para dar con un nombre poco corriente, que resultó ser Lobata, el orden taxonómico al que corresponde esta especie (Harbinson, et al. 2001).

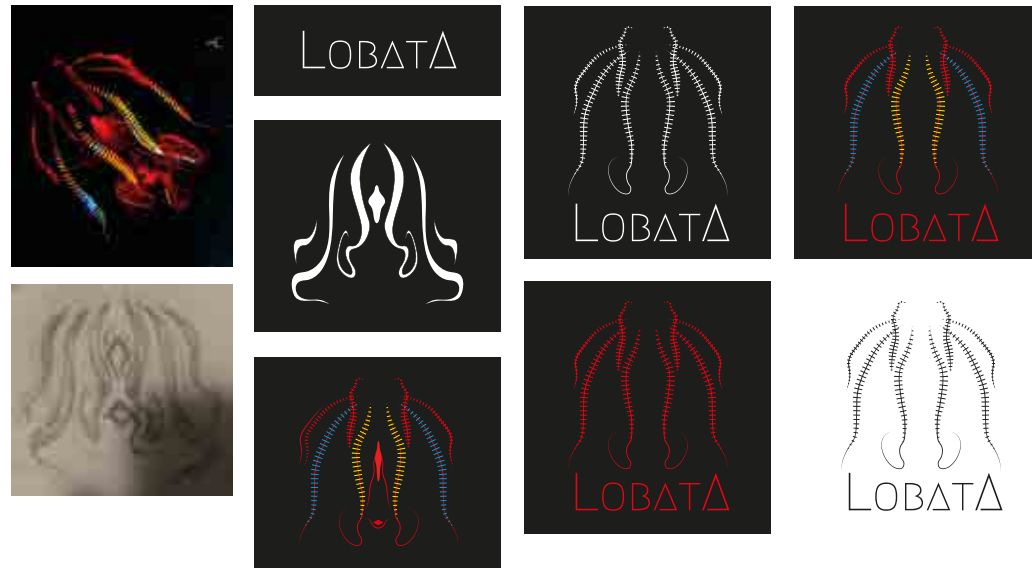


Fig 22: Primera iteración imagotipo



Fig 23: Segunda iteración imagotipo

Con una identidad un poco esbozada, se procedió a trabajar la marca como tal, definiendo fuentes tipográficas, colores, imagotipo y demás.

Logotipo:

Se empleó la tipografía Megrim, gratuita para usos privados y comerciales de Google, modificándola levemente para optimizar su aplicación mediante corte láser.

Isotipo:

Se utilizó como inspiración la forma de la lampocteis, abstrayendo sus principales patrones, dejando el uso de colores propios del animal, para la función LED.



Fig 24: Imagotipo

4.2.2. Pabellón de Altavoz

Para el diseño del armazón se utilizaron los programas *Adobe Illustrator* y *Rhinoceros 6*, estableciendo como principio el uso de una máquina de corte láser para la fabricación de las piezas.

Para un ensamblado desmontable, se consideró el uso de pernos M2, que unirían las diferentes piezas en una unidad que se denominó Pabellón de Altavoz.



Fig 25: Primer diseño pabellón

El primer diseño del pabellón, consideró la mayor optimización de los componentes electrónicos dentro de sí.

Sin embargo, contemplando los plazos de entrega y los costos implicados en el prototipado, fue necesario un rediseño de tanto el armazón como la electrónica.

Así se trabajó en un segundo diseño en *Rhino*, en el que fueron contempladas las medidas del altavoz auricular de los audífonos *Viggo*, adoptando su forma a los componentes necesarios para su función.

Este diseño fue posteriormente traspasado y continuado en *Illustrator* para su corte en láser.



Fig 26: Rediseño pabellón

4.2.3. Modelado y conceptos del producto

Con el producto modelado en Rhinoceros, se trabajó las vistas técnicas del producto completo y el despiece explotado.

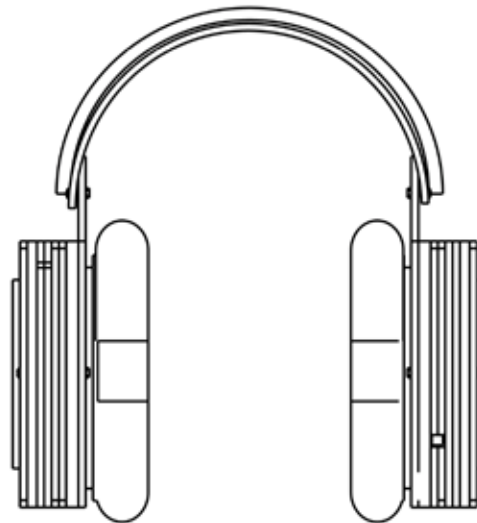
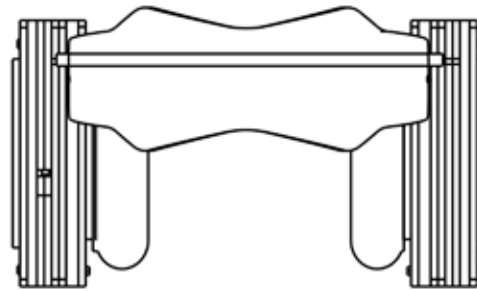


Fig 27: Vistas técnicas del producto

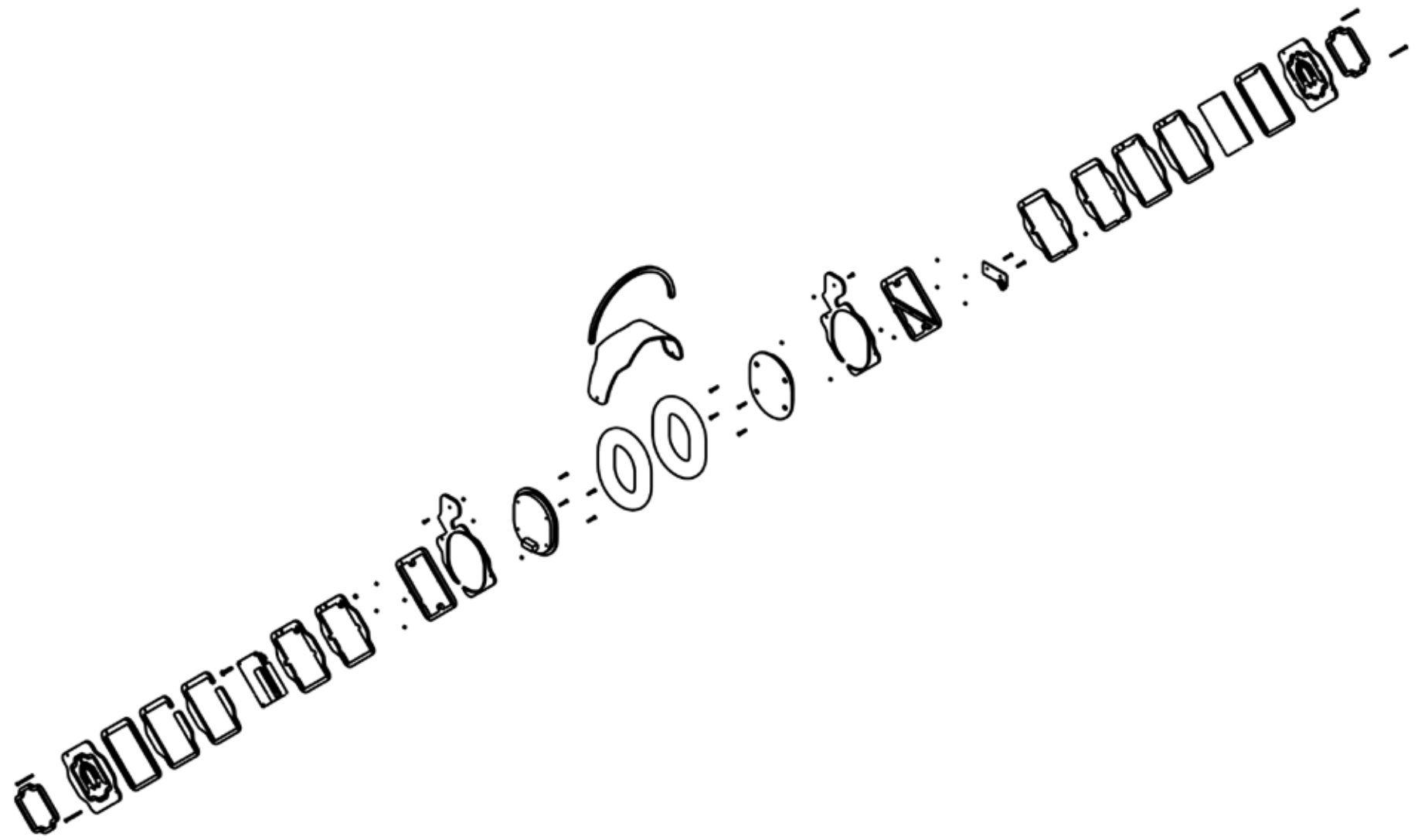


Fig 28: Producto explotado

A su vez, el modelo se exportó al programa *Keyshot* para trabajar con su renderizado y de esa manera desarrollar la propuesta gráfica y publicitaria del producto en *Photoshop* e *Illustrator*.

Para el acabado visual, se respetó el color rojo translúcido de la *lam-pocteis*, siendo un distintivo del modelo y, para un buen desempeño de la función audiorítmica, se determinó que algunas piezas acrílicas fueran transparentes, luciendo los colores de las luces LED al momento de percibir sonido.



Fig 29: Render del producto



Fig 30: Póster publicitario del producto

4.3. Prototipo y testeos

4.3.1. Electrónica

4.3.1.1. Sistema LED

Una vez obtenido el procesador arduino Nano, los cables y las luces LED; se montaron estos componentes en un protoboard para realizar un testeo de circuito.

Para el correcto conexionado destinado a la función audiorítmica, se tomó como referente el esquema de un tutorial para el desarrollo de un vúmetro

Realizando las modificaciones pertinentes, el conexionado fue puesto a prueba con un tester para verificar la continuidad del circuito.

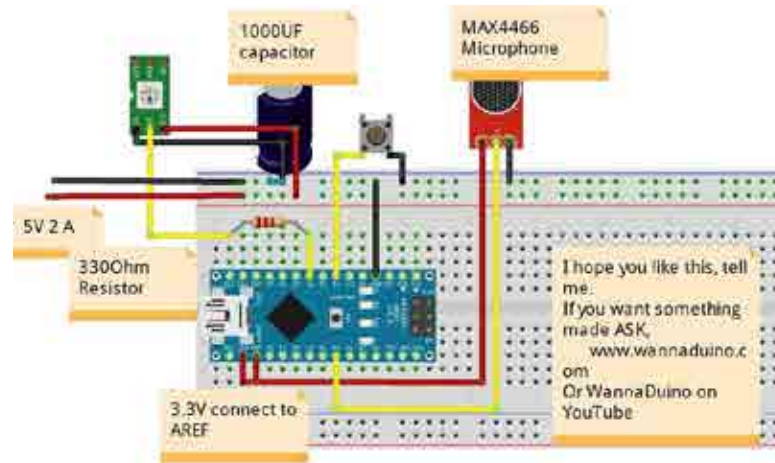


Fig 31: Esquema de conexionado

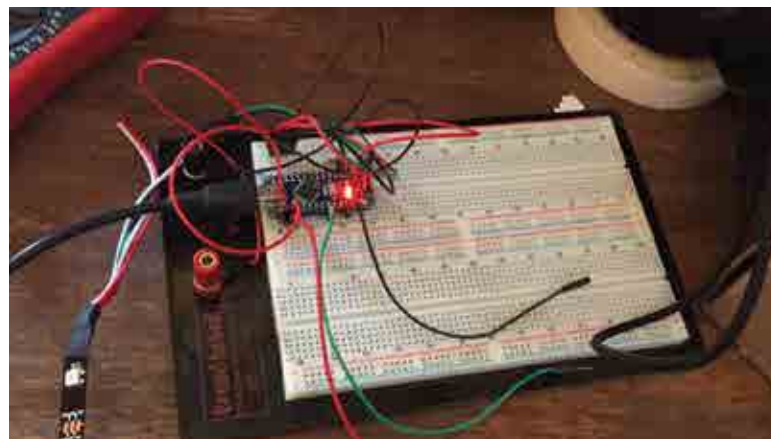


Fig 32: Conexionado Arduino Nano y LED Neopixel

A continuación, se instaló el software de Arduino IDE, para programar la placa Nano desde el PC.

Para subir el código a la placa, fue necesario instalar el driver CH340, controlador específico del modelo Nano.

Además, se hubo de configurar el procesador realizando un *downgrade del bootloader*, acción necesaria para poder cargar el código que se escribió en Arduino.

Posteriormente se descargó el código de programación para un vúmetro encontrado en un tutorial DIY de *YouTube*, listo para operar en función del sonido captado por un micrófono.

A pesar de seguir correctamente las instrucciones de tutoriales y emplear un tester para verificar el buen funcionamiento de las conexiones, las luces no funcionaron.

Gracias a múltiples observaciones e intentos se pudo vislumbrar cómo las luces Neopixel habían sido integradas con el conexionado al revés.

Con la corrección de estas conexiones y el código operativo, se logró hacer funcionar las luces LED Neopixel en función del sonido.



Fig 33: Testeo Neopixel

Este resultado, si bien logró parcialmente el objetivo deseado, generaba la respuesta de las luces a cualquier sonido del exterior que exitase al micrófono.

Para orientar la respuesta de los LED al sonido captado por los audífonos, se investigó en el foro oficial de arduino acerca de proyectos similares, encontrando soluciones a la problemática expuesta.

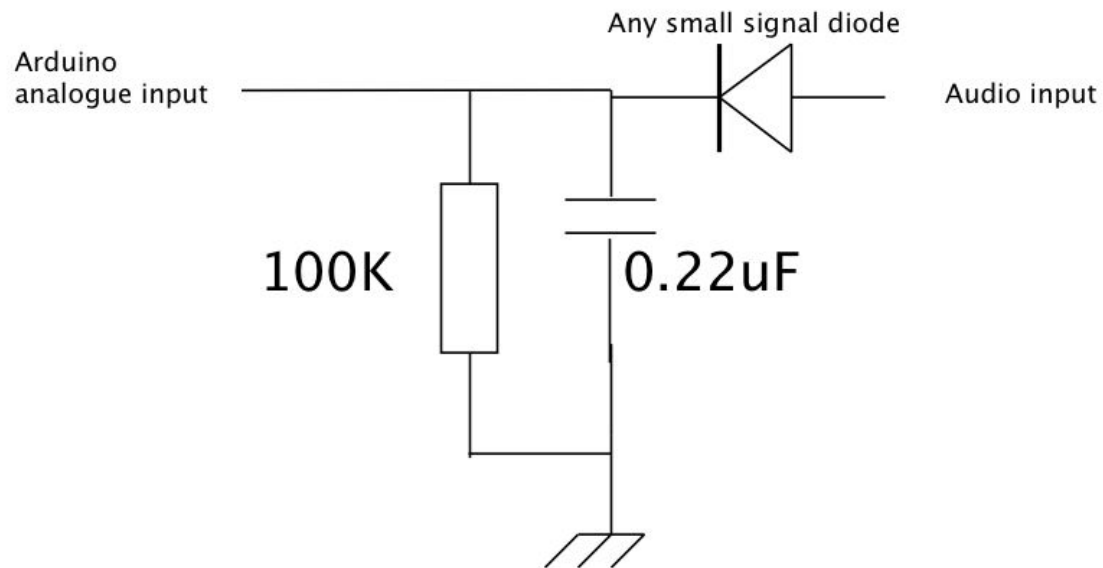


Fig 34: Esquema lector de audio

El esquema aquí expuesto, implicaba el uso de un capacitor de 0.22 micro faradios, una resistencia de 100K Ohms y un diodo pequeño.

Todos estos componentes se adquirieron para poder probar el esquema en la práctica, pero a la hora de aplicarlos, no se obtuvo respuesta de los LED.

Por esta razón se decidió descartar esta vía, ya que continuar indagando

en los motivos de falla pudo significar un retraso para el proyecto.

4.3.1.2. Sistema de Carga

A la hora de integrar al circuito el módulo transceptor de audio bluetooth, se descubrió que dicho producto se agotó en Chile, pudiendo conseguirse desde el extranjero a través de AliExpress, con plazos de entrega de dos meses.

Con este factor en cuenta, considerando los tiempos necesarios para el desarrollo del audífono y la presentación de Título, se optó por cambiar el método de carga de los audífonos.

Así se planteó la idea de energizar las luces a través de un puerto USB, razón por la cual el profesor guía sugirió que tanto la carga como el traspaso de la señal de audio fueran a través de un conector USB.

Sin embargo, a pesar de parecer una opción que simplificaría el método de carga y transferencia de audio, el circuito necesario para transformar la señal analógica en señal digital (Pasar del puerto Jack a puerto USB) agregaría complejidad innecesaria al desarrollo del audífono.

Sumado a esto, se encontró información acerca de la energía máxima que puede transmitir un cable USB, de un valor de 500 mA, siendo éste muy inferior a los 1,34 A necesarios para energizar todo el circuito de los audífonos.

Debido a lo anterior, se determina que el mejor método para energizar las luces LED es a través de una batería recargable, en particular una batería de ión Litio para celulares.

En pro de una incorporación adecuada, se estudiaron tutoriales sobre el uso y aplicación de componentes que la integran al circuito.

Un módulo con cargador USB y un elevador de voltaje fueron necesarios para operar la batería de 3,85V

en 5V (voltaje con que opera el circuito) y poder recargarla con un cargador micro USB convencional.

Estos tres componentes pudieron conseguirse en tiendas nacionales, permitiendo trabajar con ellos a la brevedad.

De esta manera, se logra testear la adecuada carga de la batería mediante los componentes electrónicos, indicando con LEDs los diferentes estados de carga

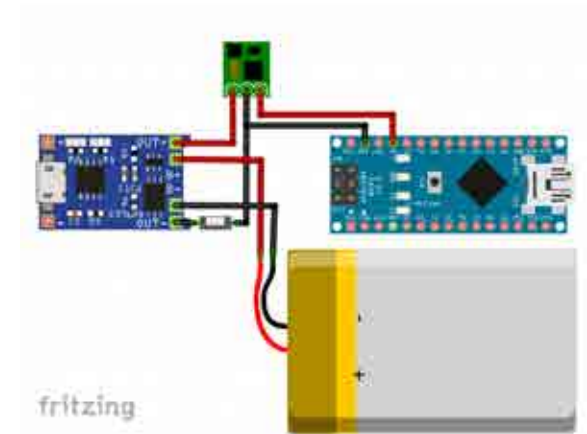


Fig 35: Esquema de carga

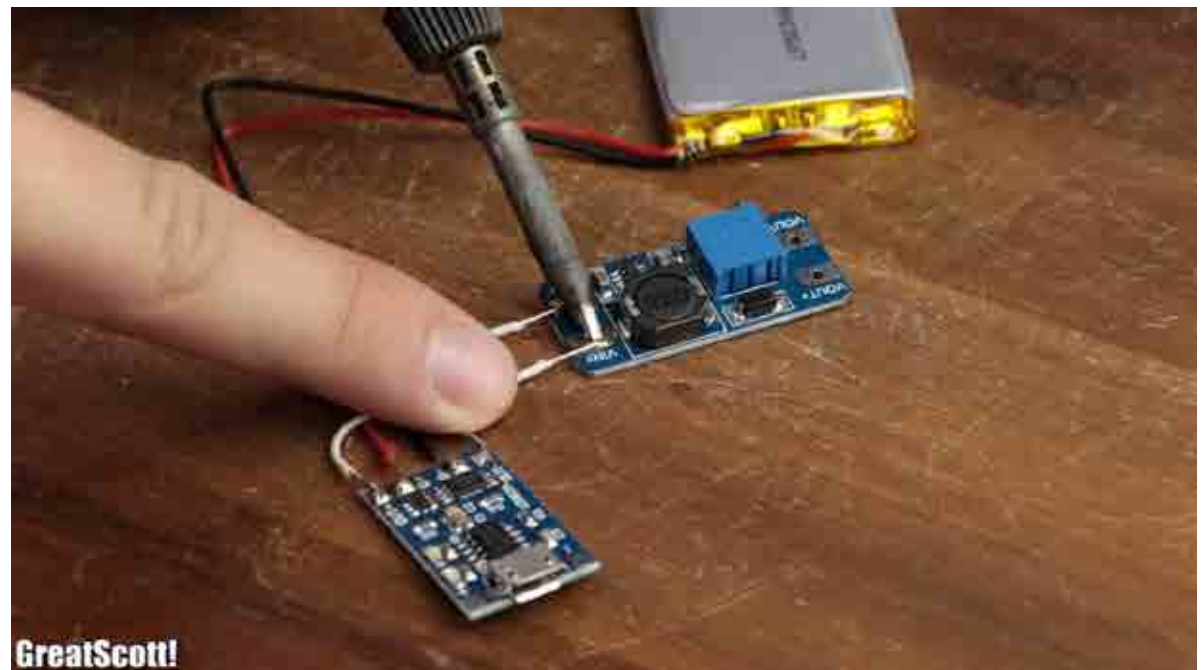


Fig 36: Tutorial para de carga y elevador de voltaje

Respecto de la transmisión de audio, esta seguiría siendo por cable Jack 3,5 mm conectado a la fuente de audio.

Habiendo testeado la energización del circuito y la función audiorítmica a través de la batería, se procedió a traspasar los componentes alojados en el protoboard a una placa PCB perforada, guiándose por un esquema hecho en Excel, para garantizar un correcto conexionado.

Esta solución, demostró la factibilidad del proyecto, más su manufactura hecha a mano se adaptó a los plazos de entrega y presupuestos destinados al prototipo.

El ordenamiento de la placa y los componentes electrónicos, sentaron las bases para su montaje en el armazón de acrílico, cuyo diseño fue expuesto anteriormente.

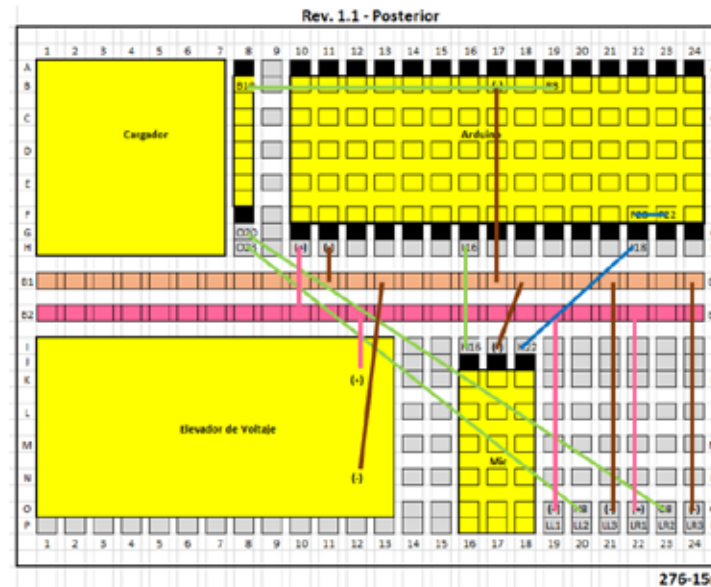


Fig 37: Esquema de conexionado placa PCB

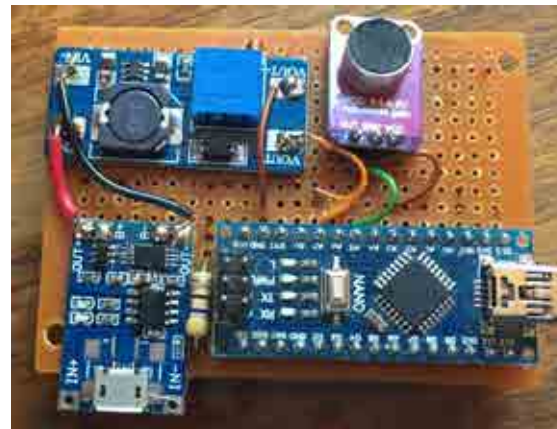


Fig 38: Frontis placa PCB con conexionado

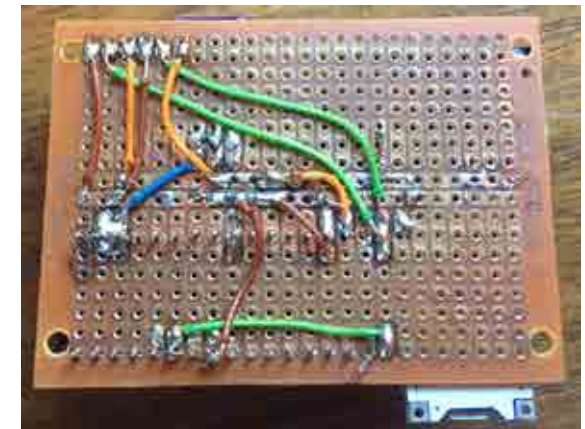


Fig 39: Posterior placa PCB con conexionado

4.3.2. Piezas Acrílicas

4.3.2.1. Diadema

Para la curvatura de la diadema se decidió aplicar patrones kerf, que permiten curvar materiales rígidos, guiados por un arco que determinaría su forma fija.

A modo de testeo, se aplicaron los diferentes patrones kerf a la forma de la diadema, para probar su curvatura y comportamiento.

Con las piezas ya diseñadas, se procedió al traspaso de éstas desde *Rhino* a *Illustrator*, con el fin de utilizar una cortadora láser para su manufactura.



Fig 40: Patrones Kerf

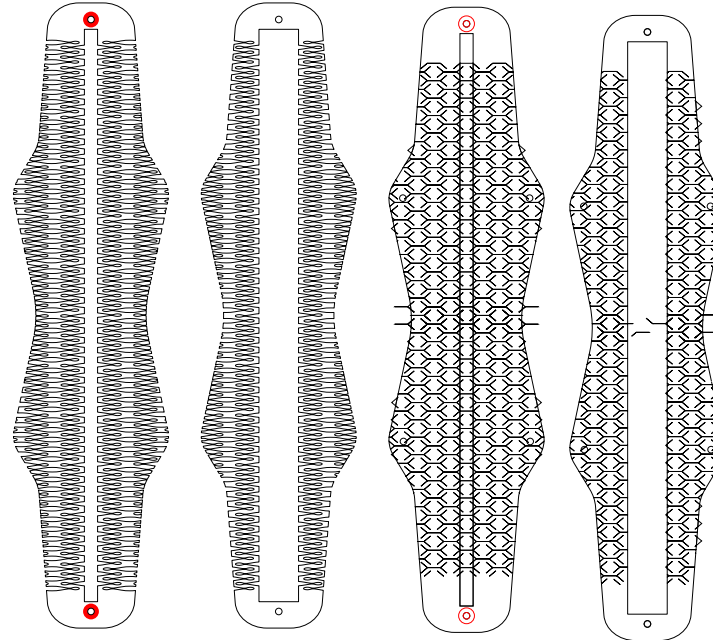


Fig 41: Patrones Kerf en diadema

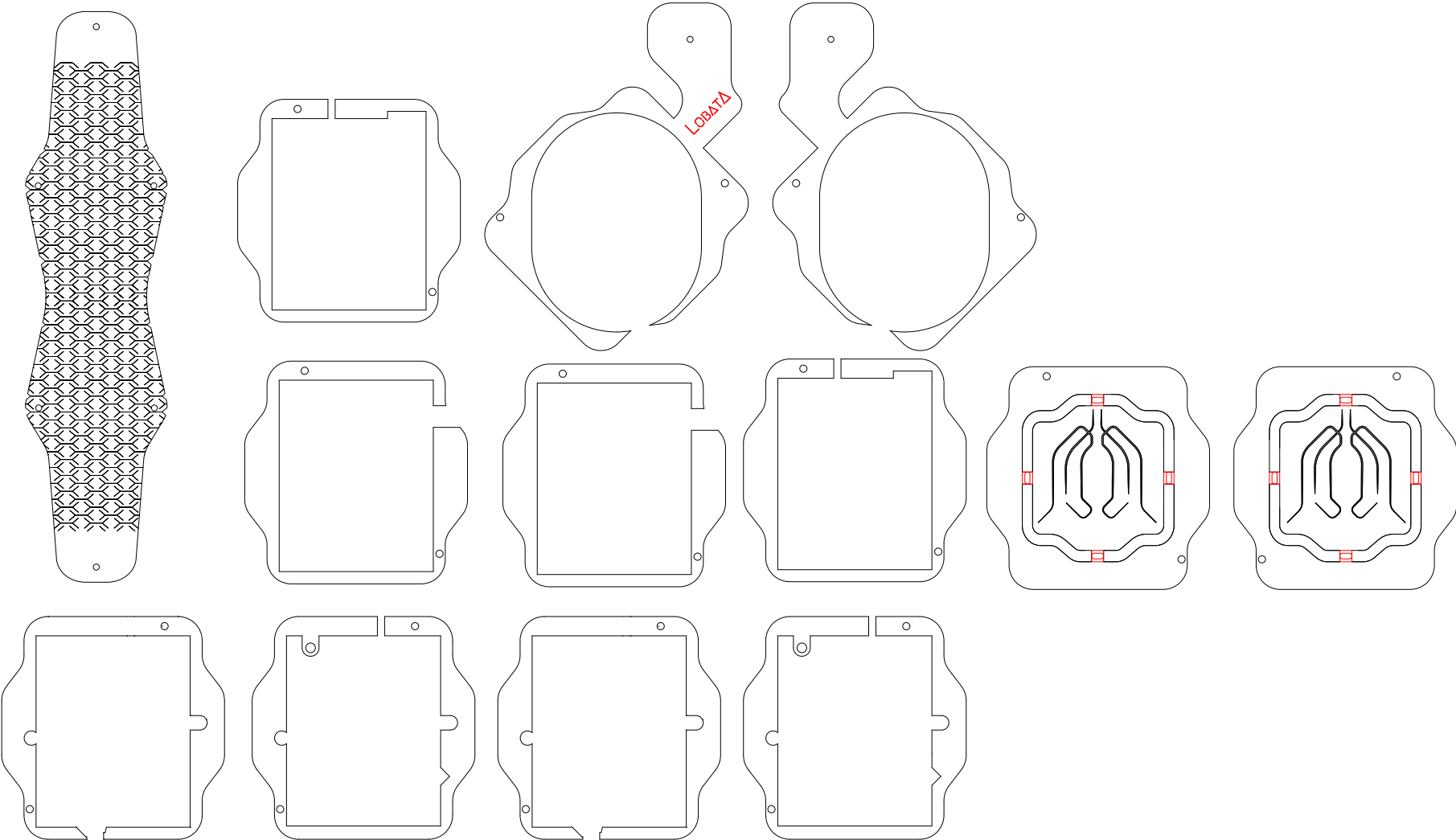


Fig 42: Dibujos para corte

Para su desarrollo, se buscó industrias de acrílico que vendieran retazos, llegando a *Acrílicos Norglas*, empresa que ofrecía retazos café de 6 mm de espesor.

Estos retazos fueron llevados al taller Fabhaus, donde se pusieron a prueba y fueron cortados con una cortadora láser *ReadyCut*.

Con estos cortes se evaluó la efectividad de los patrones kerf sobre el acrílico y la viabilidad de poder fabricar un producto de 6mm.

Pero dicho espesor resultó ser muy grande para poder curvarlo lo suficiente, quebrándose antes de adoptar la forma de la cabeza en los patrones Kerf 3 y 6.

Descartando esta posibilidad se optó por conseguir retazos de 3 mm en la librería La Tala del Campus Lo Contador, obteniendo piezas color rojo translúcido como se propuso en el concepto.

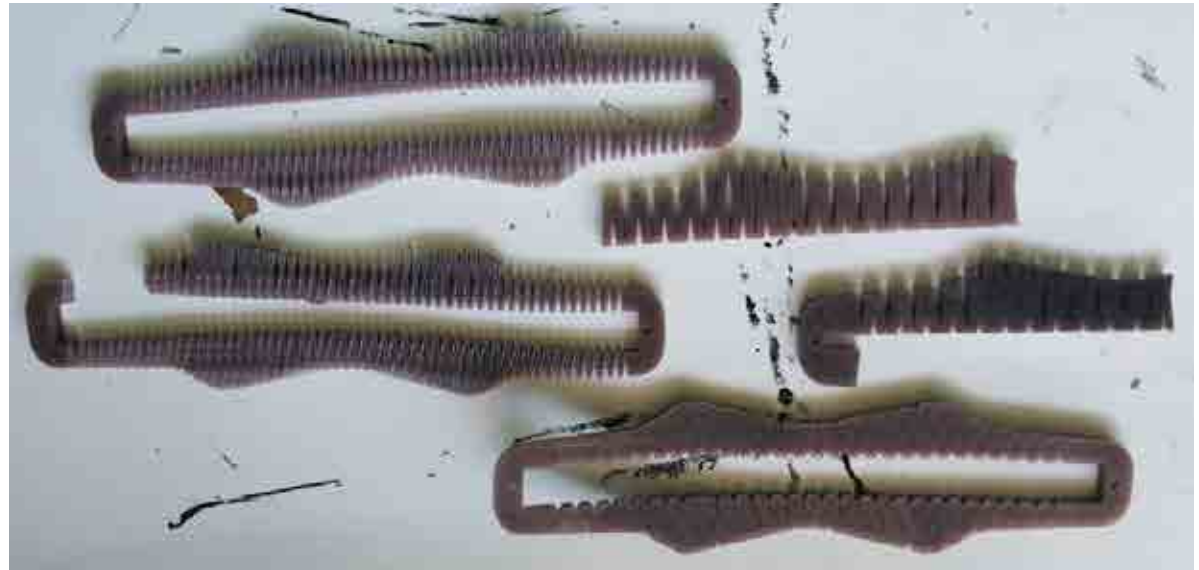


Fig 43: Cortes 6mm



Fig 44: Cortes 3mm

Es importante mencionar que para el desarrollo del prototipo se trabajó con material virgen, debido a su mayor oferta y accesibilidad.

Considerando que las propiedades que fueron puestas a prueba en este prototipo son relativamente similares a las del acrílico reciclado, se continuó trabajando con material virgen para cumplir con los plazos de entrega.

Para las planchas de 3 mm, se trabajó con el patrón Kerf 5, dando la estética y elasticidad deseada, adaptando su forma a la curvatura de la cabeza.



Fig 45: Testeo curvatura diadema

Por su parte, las medidas del arco destinado a la fijación de la diadema se basaron en medidas antropométricas de la cabeza humana y la diadema de los audífonos Viggo.

Este arco fue testeado en la cabeza de múltiples personas para probar el ajuste y apriete óptimos, debiendo realizarse reinterpretaciones métricas.

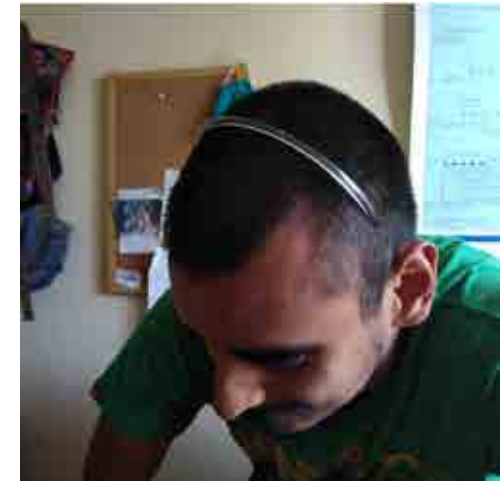


Fig 46: Testeo de arco

4.3.2.2. Pabellón

Con el patrón ya definido, se preparó la configuración desde el programa RDWorks para el corte de las piezas acrílicas en la cortadora ReadyCut.

Debido a un cambio de máquina, producto de la lista de espera de estudiantes con proyectos alojados en Fabhaus, se debió de cortar en otra máquina, cuya calibración y potencia del láser difiere de las demás.

Este ajuste dificultó el corte de las piezas acrílicas, no pudiendo extraer todas de la plancha a cortar.



Fig 47: Corte parcial piezas acrílicas

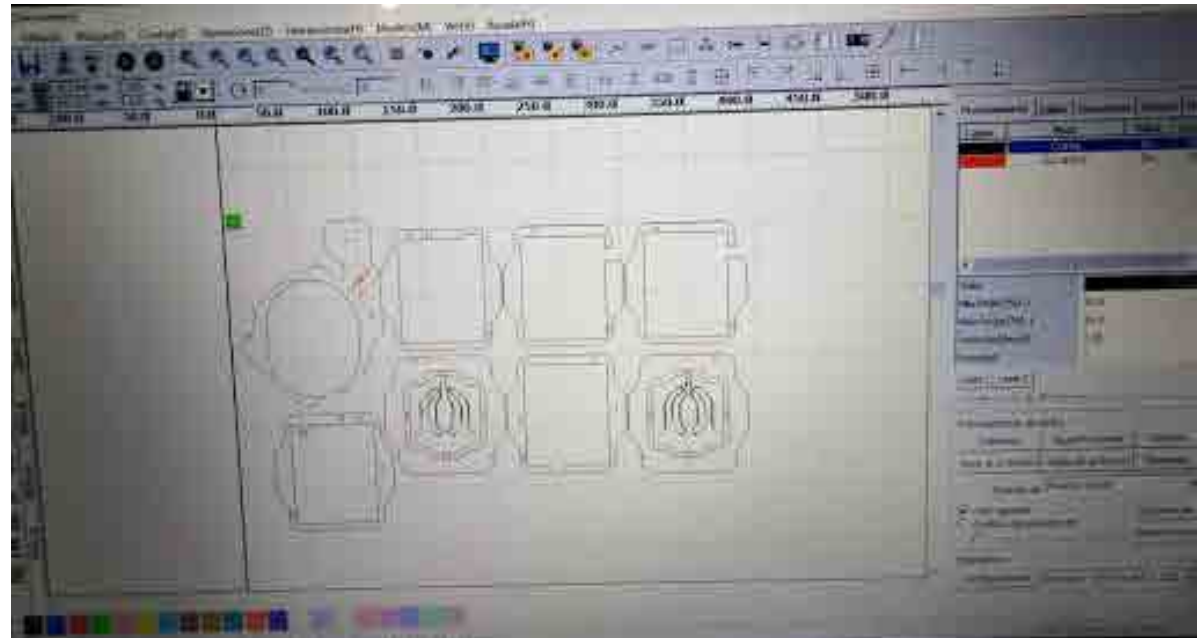


Fig 48: Configuración corte

Finalmente, luego de múltiples intentos, se logró calibrar la máquina en un 95% de potencia por 7 mm/s de velocidad del láser, con un rasterizado de 25% de potencia por 300 mm/s de velocidad, configuración específica para ésta, logrando el acabado deseado.

El resultado del corte sirvió para hacer visible algunos errores de proporción en determinadas piezas, que de no ser cortadas no podrían apreciarse.

Con estas correcciones se pudo continuar con la integración de pernos y tuercas para su ensamble.



Fig 49: Ajuste de tamaño piezas acrílicas

Con las piezas ya cortadas, sumado al uso de tuercas y pernos M2 y M3, se pudo armar el pabellón que contendría las placas y batería del sistema completo.

Este debió de integrarse con cuidado de no alterar el cableado interno para no provocar fallas en la función audiorítmica y el sistema de carga, que debieron calzarse para entrar en el pabellón.



Fig 50: Pabellón de altavoz



Fig 51: Testeo pabellón con luces LED

Con los dos pabellones ensamblados y operativos, se pudo integrar la diadema y el arco, dando como resultado el primer prototipo funcional y estético.



Fig 52: Primer prototipo

Implementación

5

5.1. Impacto y proyecciones

Tomando como referente los productos electrónicos del contexto *gamer*, se logra apreciar la oferta y demanda de artículos con un uso estético y ornamental de la iluminación.



Fig 53: LED en productos electrónicos

Si a esta propuesta visual se le suma la responsiva de una función audio-rítmica, el atractivo luminoso puede dialogar con, en el caso de los audífonos, la señal auditiva que se decide escuchar (videojuegos, música, etc.).

Lo anterior supone un valor agrega-

do a la ornamentación lumínica de los productos electrónicos, aspecto que lo vuelve destacable frente a los demás.

En particular, este producto podría tener aplicaciones no sólo para el nicho *gamer*, sino también para otros mercados y usuarios, como por ejemplo los DJ y el mundo de la música electrónica.

En cualquier caso, el producto requerirá una adaptación relativa al contexto de aplicación, presentando variantes formales y estéticas.

En lo que respecta a la aplicación de acrílico, como ya se mencionó con anterioridad, su acabado estético permite su implementación en productos luminosos.

Respecto de su resistencia, el acrílico virgen empleado en el prototipo mostró una fragilidad importante, quebrándose tras no soportar

caídas desde la mesa al suelo.

Para el desarrollo de futuros prototipos es necesario testear la fragilidad del acrílico reciclado (más resistente que su contraparte virgen), que de no ser lo suficientemente resistente será reemplazado con MABS reciclado (acrílico con injertos de ABS para darle mayor resistencia mecánica).

Para la viabilidad de este proyecto es necesario atenerse a las condicionantes y normativas relativas a la ley REP, pues el producto Lobata se encuentra dentro de los denominados productos prioritarios al ser un aparato electrónico y contener baterías.

Por esta razón, es necesario considerar el financiamiento de un Sistema de Gestión, inscribirse en el registro de productores del Ministerio del Medio Ambiente y declarar la gestión y gastos de reciclaje a través de plataforma online RETC (Ley REP, s.f.).

5.2. Alianzas estratégicas

Para la concreción de este proyecto se definen los diferentes nexos con empresas clave para su desarrollo, así como fuentes de financiamiento.

En primer lugar, resulta indispensable contar con un proveedor de materia prima para el desarrollo del almacén, es decir un proveedor de acrílico reciclado, como es el caso de empresas extranjeras como Diacrílicos

En segundo lugar, se debe contar con el apoyo de una empresa CAM (Manufactura Asistida por Computadora), para el desarrollo seriado y controlado del producto.

Esta empresa será crucial para mantener el stock requerido, por lo que se espera una cooperación mutua y establecer una relación de confianza.

En tercer lugar, buscar alianzas con empresa(s) exportador(as) de

artículos electrónicos.

Para ello es práctico ampararse en plataformas como Alibaba, donde se puede apreciar la valoración y excelencia de las empresas proveedoras.

Por último es necesario realizar una alianza con una empresa distribuidora del mercado electrónico local como lo es PC Factory, Casa Royal, SP Digital, entre otras.

Para una positiva respuesta, se plantea establecer un contrato de exclusividad por un plazo definido, afianzando de esta manera la relación productor/consumidor.

Para una adecuada estrategia de difusión se piensa desarrollar un sitio web, que será publicitado mediante Google Adwords, generando una campaña a cargo de una empresa de marketing digital.

Asimismo, se espera desarrollar una

estrategia de marketing para las redes sociales *Facebook*, *Instagram* y *Youtube*, posicionando los anuncios y novedades relacionadas al proyecto.

Para que este proyecto se pueda financiar con independencia de limitaciones creativas y exigencias relacionadas a un fondo concursable en particular, se propone establecer una campaña de micromecenazgo en plataformas como Kickstarter o Indiegogo.

De esta manera se espera captar a una masa crítica de público interesado en el proyecto que voluntariamente aporte capital, pudiendo realizar proyección de ventas e impulsar la producción de los audífonos de manera seriada desde su desarrollo conceptual.

5.3. Costos de Producción

Para este proyecto, se llevó la contabilidad de los gastos incurridos en su desarrollo, haciendo un paralelismo entre los productos óptimos y los productos que se emplearon en el desarrollo de este prototipo.



(QR BOM)



Fig 54: Comparación precios audifonos PC Factory

Los costos implicados en testeos, ensayos, iteraciones y la concreción del primer prototipo, abarcan un total de \$159.900 clp, mientras que integrar productos desde China para el desarrollo de un nuevo prototipo supone un valor de \$71.591 clp, considerando la implementación del sistema bluetooth de conexión inalámbrica, un mayor número de LEDs por tira y el sistema

audiorítmico en función de la señal de audio.

Teniendo en cuenta todas las funciones añadidas y los valores de productos de la competencia con similares características, al producto se le puede aplicar una utilidad de un 30%, obteniendo un valor de \$93.068 clp, precio que puede competir sin problemas con productos de la misma línea.

Para llevar a cabo este proyecto, se estima que se deba fabricar una primera orden de 50 unidades para vender a través de un distribuidor. Para ello y demás actividades, es necesario incurrir en los gastos especificados en la tabla a continuación:



(QR Costos de producción)

5.4. Business Model Canvas

<p>8 Socios Claves</p> <p>Socios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distribuidor (PC Factory, Casa Royal, SP Digital) - Financador(es) entusiasta de micromecenazgo <p>Proveedores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Productores de acrílico reciclado - Exportadores de electrónicos - Empresa de publicidad Web - Empresa de servicios CAM 	<p>7 Actividades claves</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actualización de las plataformas (RRSS y Web) - Retribución a donantes (micromecenazgo) - Manejo de sistema de gestión - afianzar relación con exportadores 	<p>1 Propuestas de valor</p> <p>Producto electrónico con soporte hecho 100% de material reciclado y reciclable, que aprovecha las cualidades visuales del material, para combinarlas con una función lumínica audiorítmica que responde a lo que el usuario escucha</p>	<p>4 Relación con clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descuento en base a la recolección de desecho post consumo, facilitando al sistema de gestión - Concursos en base al <i>feed</i> que los usuarios reporten a las RRSS 	<p>2 Segmentos de clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gamers</i> - <i>Disc Jockeys (DJ's)</i> - Personas con interés por los videojuegos - Personas con interés en la electrónica - Usuarios de <i>headsets</i>
<p>6 Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manejo de <i>Stock</i> - Personal: profesional encargado de difusión en web y RRSS, taller de corte láser - Infraestructura: Web y bodega - Tecnología: dominio, <i>hosting</i>, Wi-Fi 		<p>3 Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intermediario distribuidor (es) - Sitio Web - AdWords - Redes Sociales (<i>Instagram, Facebook, YouTube</i>) 		
<p>9 Estructura de costes</p> <p>Costo Fijo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Campaña de AdWords y Redes Sociales - Administración sistema de gestión <p>Costo Variable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabricación de producto y <i>packaging</i> 			<p>5 Fuentes de ingreso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Venta mayorista a distribuidores - Venta minorista a consumidores - Aportes voluntarios mediante micromecenazgo 	

Conclusiones y Anexos

6

6.1. Conclusiones

6.1.1. Pasos a seguir

Lobata es un proyecto que incursiona en múltiples áreas del conocimiento, para dar como resultado un producto viable y atractivo.

El desarrollo de esta propuesta, desde su investigación a la elaboración de un prototipo, probó que desde el trabajo con acrílico, se puede incursionar en el desarrollo de productos electrónicos capaces de un desempeño técnico sin dificultades.

Por su parte, mediante la investigación y entrevistas a trabajadores conocedores del comportamiento del acrílico, se logró concluir que las propiedades y el comportamiento del material reciclado, cumplen con los requerimientos de forma y acabado para el desarrollo de este tipo de productos.

Para futuros prototipos, se espera

poner a prueba la resistencia a las caídas del acrílico reciclado y del acrílico con injertos de ABS (MABS), para mejorar la resistencia que el producto tiene a las caídas.

Ambas soluciones son igualmente reciclables y trabajan bajo condiciones similares a su contraparte virgen, por lo que podrá probarse una variante del material sin alterar el diseño del producto.

Otro factor a mejorar, es el encapsulado de las luces LED y los cables que cruzan de pabellón a pabellón a través de la diadema, que deben de estar protegidos para evitar fallas, incomodidad y por carácter estético.

Además es necesario un rediseño de la unión entre la diadema y los pabellones de altavoz, pues se verificó que para un correcto acople a

la cabeza del usuario, era necesario un sistema de bisagras que permitieran que los pabellones cayesen por gravedad hacia el pabellón auditivo del usuario.

Cabe destacar que para el desarrollo de este prototipo, hubo dos limitantes que le dieron su forma.

La primera fue la elección de los componentes disponibles en Chile, para evitar retrasos en la llegada de productos traídos desde China.

Esto significó descartar las opciones más óptimas para el sistema de carga, descartar la función bluetooth, entre otras.

La segunda fue la necesidad de incurrir en el soldado manual de estos componentes y su inserción en una placa PCB, aumentando considerablemente el tamaño del pabe-

llón destinado a alojarlos.

Para el desarrollo de futuros prototipos y por consiguiente del producto final, se espera diseñar la electrónica por computadora, que se aplique sobre una placa impresa desarrollada por profesionales del área.

Esta solución reducirá significativamente el tamaño de la electrónica, implicando con ello la reducción del armazón acrílico.

6.1.2. Reflexión personal

Proyectos de este tipo reflejan la capacidad de análisis e inmersión interdisciplinaria que posee el Diseño, logrando abordar múltiples investigaciones y conocimiento de campo para rastrear y evidenciar problemas, dando con soluciones integrales que abarcan desde aspectos técnicos y científicos, hasta aspectos financieros.

En particular, este proyecto permitió vislumbrar la oportunidad de reinsertión de un material que se desecha aún siendo reciclable, a la cadena de producción para el desarrollo de un producto y un modelo de negocios factible y viable.

Personalmente, lo que considero más valioso de estas oportunidades es la capacidad de generar una alternativa a un sistema que desecha los materiales post consumo,

una alternativa que busca aportar para formar una sociedad más amigable con el medioambiente y que sus usuarios puedan apreciar por tener cualidades tan buenas como las demás.

6.2. Bibliografía consultada y citada

1. **Acrílicos Norglas.** (2019). Línea Acrílicos Norglas. Recuperado de <https://www.norglas.cl/norglas-acrilicos.php>
2. **American Chemistry Council.** (1988). Plastic Packaging Resins. Recuperado de <https://plastics.americanchemistry.com/Plastic-Resin-Codes-PDF/>
3. **Arandes, J. M., Bilbao, J., & López, D.** (2004). Reciclado de residuos plásticos. Revista Iberoamericana de Polímeros, 5(1), 28-45.
4. **ARDUINO DIY ESP.** (2019, Noviembre 1). ARDUINO NANO NO CARGA PROGRAMA | REPARAR ARDUINO | SOLUCIÓN. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=eU0nlb1EGbo>
5. **Aristegui Maquinaria.** (2020). ¿QUÉ SON LOS TERMOPLÁSTICOS?. Recuperado de <https://www.aristegui.info/que-son-los-termoplasticos/>
6. **Arora, P., Jain, R., Mathur, K., Sharma, A., & Gupta, A.** (2010). Synthesis of polymethyl methacrylate (PMMA) by batch emulsion polymerization. African Journal of Pure and Applied Chemistry, 4(8), 152-157.
7. **Asipla.** (2019). ESTUDIO SOBRE RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN CHILE. Recuperado de <http://www.asipla.cl/wp-content/uploads/2019/04/190328-Estudio-sobre-Reciclaje-de-Pl%C3%A1sticos-en-Chile-Resumen-Ejecutivo.pdf>
8. **Austral Chemicals.** (2020). PMMA. Recuperado de <http://www.austral-chem.cl/prod/performance-chemicals/performance-chemicals/pmma-287>
9. **Ball, J. Cohen, C. & Kovacs, E.** (Productores). (2016). Creatures of light. Apsell, P. (Productora) & Ambrosino, M. (Director). Nova. Boston, B: WGBH.
10. **Bitwise Ar.** (2017, Noviembre 1). Arduino desde cero en Español - Capítulo 29 - Neopixel LED RGB inteligente WS2812 (tiras y cálculos). [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=MeTmdw-FTP>
11. **Bitwise Ar.** (2018, Diciembre 22). Arduino desde cero en Español - Capítulo 44 - NANO modelos FT232RL y CH340G (con enlaces a drivers). [Archivo de video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=1-ZyM0dGCY8&list=PLkjnQ3NFTP-nY1eNyLDGi547gkVui1vyn2&index=44>
12. **Braulio Publicidad.** (s.f.). GALVANOS ACRILICO ACERO BRONCE COBRE MADERA. Recuperado de <http://www.brauliopublicidad.cl/productos/galvanos-acrilico-acero-bronce-cobre-madera/>

- 13. Canford.** (s.f.). TECPRO DMH220 Dual muff headset. Recuperado de <https://www.canford.co.uk/Products/27-220-TECPRO-DMH220-Dual-muff-headset>
- 14. Canford.** (s.f.). HEADPHONE AND HEADSET SPARE PARTS Spares for DMH220, DMH225 and SMH210. Recuperado de <https://www.canford.co.uk/ProductResources/resources/t/t/tecpro/TecproDMH220Spares.pdf>
- 15. Chan, Y. J.** (1992). Studies of InAlAs/InGaAs and GaInP/GaAs heterostructure FET's for high speed applications. University of Michigan.
- 16. Charter, M.** (Ed.). (2018). Designing for the circular economy. Routledge.
- 17. Chile. Ministerio del Medio Ambiente.** (s.f.). ¿Qué Reciclo?. Recuperado de <http://santiagorecicla.mma.gob.cl/yo-reciclo/que-reciclo/>
- 18. Chile. Ministerio del Medio Ambiente.** (s.f.). Ley REP. Recuperado de <http://santiagorecicla.mma.gob.cl/acerca-de/ley-rep/>
- 19. dezeen.** (2019). Aivan grows headphones from fungus and yeast. Recuperado de <https://www.dezeen.com/2019/05/24/korvaa-headphones-bioplastic-fungus-yeast-materials-aivan/>
- 20. Douillard, A. & Myre, L.** (Productor) y Hoss, G. (Director). (2001). How It's Made [Documental]. Canadá: Discovery Science Canada
- 21. Echavarría, A.** (2003). Una perspectiva de los biomateriales vista desde un diseño específico: La prótesis total de cadera. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (30), 95-108.
- 22. Evonik.** (s.f.). TRANSPARENCIA Y FUNCIONALIDAD PARA LA TECNOLOGÍA Y EL DISEÑO. Recuperado de <https://history.evonik.com/sites/geschichte/de/erfindungen/plexiglas/>
- 23. Entertainment software association.** (2019). 2019 ESSENTIAL FACTS About the Computer and Video Game Industry. Recuperado de https://www.theesa.com/wp-content/uploads/2019/05/ESA_Essential_facts_2019_final.pdf
- 24. Feitó Cespón, M., Cespón Castro, R., & Rubio Rodríguez, M. A.** (2016). Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 24(1), 135-148.
- 25. Fernandez, A., Sánchez, M. C., Jiménez, H. V., & Hernández, R.** (2015). La importancia de la Innovación en el Comercio Electrónico. Universia Business Review, (47), 106-125.
- 26. Ramos, F.** [Francisco José Ramos Muñoz]. (2018, Septiembre 4). Como hacer un Vúmetro RGB con arduino. RamosElectroDron. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mVMKkeiYYIg>
- 27. Ghosh, P., Gupta, S. K., & Saraf, D. N.** (1998). An experimental study on bulk and solution polymerization of methyl methacrylate with responses to step changes in temperature. Chemical Engineering Journal, 70(1), 25-35.

- 28. Goodfellow.** (2020). Polimetacrilato de metilo (PMMA, Acrilo) Información Sobre el Material. Recuperado de <http://www.goodfellow.com/S/Polimetacrilato-de-Metilo.html>
- 29. Gough, C.** (2020). En Age of U.S. video game players in 2019. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/189582/age-of-us-video-game-players-since-2010/>
- 30. Great Scott!** (2017, Julio 23). 2\$ LiPo Charger & Boost Converter? | TP5410 Test. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aND0j2Y2IkM>
- 31. Grumpy Mike.** (2017, Mayo 13). How to read data from audio jack?. [Mensaje 5]. Mensaje dirigido a <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=476900.0>
- 32. Harbison, G. R., Matsumoto, G. I., & Robison, B. H.** (2001). *Lampocteis cruentiventer* gen. nov., sp. nov.: a new mesopelagic lobate ctenophore, representing the type of a new family (Class Tentaculata, Order Lobata, Family Lampoctenidae, fam. nov.). *Bulletin of marine science*, 68(2), 299-311.
- 33. Harper, C. A., & Petrie, E. M.** (2003). *Plastics materials and processes: a concise encyclopedia*. John Wiley & Sons.
- 34. Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E.** (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115-2126.
- 35. House of Marley.** (s.f.). Liberate Air. Recuperado de <https://www.thehouseofmarley.com/liberate-air.html>
- 36. HP.** (2020). OMEN Sequencer Keyboard. Recuperado de https://store.hp.com/us/en/pdp/omen-by-hp-sequencer-keyboard?jumpid=ma__product-file_dlp_nan_2vn99aa_omen-sequencer-keybo
- 37. Induacril.** (2020). Planchas de Acrílico. Recuperado de <https://induacril.cl/productos/planchas-acrilicos/#:~:text=%2434%2C900%20%E2%80%93%20%24281%2C900%20IVA%20Inc,calidad%20en%20planchas%20de%20acr%C3%ADlico.>
- 38. Innovación.cl.** (2019). House of Marley crea audífonos inalámbricos hechos de materiales reciclados y bambú. Recuperado de <http://www.innovacion.cl/2019/12/audifonos-inalambricos-reciclados-bambu/>
- 39. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L.** (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- 40. Keyestudio.** (2018). Keyestudio 4*4*4 RGB LED Display CUBE Starter Kit for Arduino project+RGB Driver board+FTDI module (Unassembled). Recuperado de <https://www.keyestudio.com/2018new-keyestudio-444-rgb-led-display-cube-starter-kit-for-arduino-projectrgb-driver-boardfdti-module-unassembled-p0132.html>
- 41. Korvaa.** (s.f.). A Science & Design Initiative showcasing the research and development of microbial materials. Recuperado de <https://www.korvaa.com/>

- 42. Kurzer, M.** (2006). Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. *Revista EIA*, (6), 121-128.
- 43. Ley REP.** (s.f.). Recuperado de <https://www.leyrep.cl/que-es#-serv-top>
- 44. Mexpolímeros.** (s.f.). PMMA | Polimetacrilato de metilo. Recuperado de <https://www.mexpolimeros.com/pmma.html>
- 45. Newzoo, B. V.** (2019). Global games market report. Amsterdam: gamesindustry. Com.
- 46. Paolini** [Paolini].(2013, Mayo 2). Procesos de Transformación del Acrílico [Archivo de Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ljolyzdzdM&t=1s>
- 47. PC Factory.** (2020). Apple® iPhone SE 64GB Negro. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/37395-apple-iphone-se-64gb-negro>
- 48. PC Factory.** (2020). Apple® Smartwatch Apple Watch Series 3 (GPS + Cellular), 38 mm Space Grey Aluminium case with Black Sport Band Movistar. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/37452-apple-smartwatch-apple-watch-series-3-gps-cellular--38-mm-space-grey-aluminium-case-with-black-sport-band-movistar>
- 49. PC Factory.** (2020). Asus® Notebook Zenbook Pro Duo UX581GV Intel i9-9980HK NVIDIA RTX 2060 6GB 15.6" UHD 1TB SSD 32GB Windows 10 Blue UX581GV-H2001T. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/34898-asus-notebook-zenbook-pro-duo-ux581gv-intel-i9-9980hk-nvidia-rtx-2060-6gb-15-6-uhd-1tb-ssd-32gb-windows-10-blue-ux581gv-h2001t#parentHorizontalTab2>
- 50. PC Factory.** (2020). HyperX® Audifono Gamer HyperX Revolver S. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/27032-hyperx-audifono-gamer-hyperx-revolver-s>
- 51. PC Factory.** (2020). WD® Servidor NAS Dual-Core Marvell® ARMADA® 1GB DDR3 Ram - My Cloud EX2 Ultra 4TB. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/21826-wd-servidor-nas-dual-core-marvell-armada-1gb-ddr3-ram--my-cloud-ex2-ultra-4tb>
- 52. Pérez, J. G.** (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio exterior*, 64(5), 6.
- 53. Rico Arciniegas, E.** (2014). Depolimerización De Residuos De Polimetacrilato Postconsumo (Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander, Escuela De Química). Recuperado de <http://noesis.uis.edu.co/bits-tream/123456789/3027/1/151415.pdf>
- 54. SERINSY.** (2019, Mayo 3). Elevador de voltaje o Convertidor De Voltaje [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=jwkZKQVRPsY>

55. Tecnología de los Plásticos.

(2011). Polimetacrilato de metilo. Recuperado de <https://tecnologia-delosplasticos.blogspot.com/2011/05/polimetacrilato-de-metilo.html>

56. Valdivia-Alcalá, R., Abelino-Torres, G., López-Santiago, M. A., & Zavala-Pineda, M. J.

(2012). Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 18(3), 435-447

57. XtianTechno!.

(2018, Julio 29). BASE para módulo BK8000L | | BLUE-TOOTH stereo [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=6-stVO1P-fM>

6.3. Imágenes

Fig 1: American Chemistry Council. (1988). *Plastic Packaging Resins*. [Figura]. Recuperado de <https://plastics.americanchemistry.com/Plastic-Resin-Codes-PDF/>

Fig 2: PMMA. (s.f.) METHYL METHACRYLATE *What is it made of?*. [Figura]. Recuperado de <https://www.pmma-online.eu/wp-content/uploads/2018/06/image001.png>

Fig 3: PMMA. (s.f.) METHYL METHACRYLATE *What is it made of?*. [Figura]. Recuperado de <https://www.pmma-online.eu/wp-content/uploads/2018/06/image005.png>

Fig 4: Goodfellow. (2020). Polimetacrilato de metilo (PMMA, Acrilo) Información Sobre el Material. [Figura]. Recuperado de <http://www.goodfellow.com/S/Polimetacrilato-de-Metilo.html>

Fig 5: Paolini.(2013, Mayo 2). *Procesos de Transformación del Acrílico* [Figura]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ljolyizdzm&t=1s>

Fig 6: Proyectos LED. (2014, Agosto 21). *Armando tiras led RGB y acrilicos para vumetro*. [Figura]. Recuperado de <https://i.ytimg.com/vi/ASE-CWHQGvpk/maxresdefault.jpg>

Fig 7: Registro Personal

Fig 8: HD TECNOLOGÍA. (2020, Marzo 18). *Complementa tu experiencia gamer con los productos de Trust Gaming*. [Figura]. Recuperado de <https://www.hd-tecnologia.com/imagenes/articulos/2020/03/Complementa-tu-experiencia-gamer-con-los-productos-de-Trust-Gaming-2.jpg>

Fig 9: hp. *OMEN Sequencer Keyboard*. [Figura]. Recuperado de https://store.hp.com/us/en/pdp/omen-by-hp-sequencer-keyboard?jumpid=ma__product-tile_dlp_nan_2vn99aa_omen-sequencer-keybo

Fig 10: Keyestudio. (2018). *Keyestudio 4*4*4 RGB LED Display CUBE Starter Kit for Arduino project+RGB Driver board+FTDI module (Unassembled)*. [Figura]. Recuperado de <https://www.keyestudio.com/2018-new-keyestudio-444-rgb-led-display-cube-starter-kit-for-arduino-projectrgb-driver-boardfdti-module-unassembled-p0132.html>

Fig 11: PC Factory. (s.f.). *Gear Gamer® Audífono Gamer Heidar RGB*. [Figura]. Recuperado de https://www.pcfactory.cl/public/foto/36464/4_500.jpg?t=1598459481

Fig 12: The House of Marley. (s.f.) *LIBERATE AIR*. [Figura]. Recuperado de https://d1xmwwvh7zjeiw0.cloudfront.net/media/catalog/product/-cache/1/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/l/i/liberate_4_1.png

Fig 13: Korvaa. (s.f.) *A Science & Design Initiative showcasing the research and development of microbial materials*. [Figura] Recuperado de <https://www.korvaa.com/img/Korvaa-main-04.jpg>

Fig 14: Registro Personal

Fig 15: Registro Personal

Fig 16: Canford. (s.f.). *TECPRO DMH220 Dual muff headset*. [Figura]. Recuperado de https://www.canford.co.uk/Images/ItemImages/large/27-220_01.jpg

Fig 17: Canford. (s.f.). *CANFORD HEADSET SPARE PARTS - 200 series*. [Figura]. Recuperado de <https://www.canford.co.uk/Images/ItemImages/large/Exploded200Series.jpg>

Fig 18: PC Factory. (s.f.). *Audífonos Gear Gamer Viggo*. [Figura]. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/producto/32457-gear-gamer-audiofono-gamer-viggo>

Fig 19: Lazo, E. (2010). *Nautilus pompilius Digital Image*. [Figura]. Recuperado de <https://b01.deliver.odailyale.edu/8-d/23/8d236e67-6e9e-4902-b9ec-7e05cb82c6fe/22690e-large.jpg>

Fig 20: Registro Personal

Fig 21: Monterrey Bay Aquarium Research Institute. (s.f.). *Bloody-belly comb jelly*. [Figura]. Recuperado de https://www.mbari.org/wp-content/uploads/2020/06/Lampocteis-cruentiventer_lampocteis-t409.jpg

Fig 22: Registro Personal

Fig 23: Registro Personal

Fig 24: Registro Personal

Fig 25: Registro Personal

Fig 26: Registro Personal

Fig 27: Registro Personal

Fig 28: Registro Personal

Fig 29: Registro Personal

Fig 30: Registro Personal

Fig 31: Ramos, F. (2018, Septiembre 4). *Como hacer un Vúmetro RGB con arduino*. *RamosElectroDron*. [Figura]. Recuperado de https://www.dropbox.com/s/dl6hdx13syq4jej/vu_on_nano_schematic_xn2efKtYyC%20%282%29_bb%20-%20copia.jpg?dl=0

Fig 32: Registro Personal

Fig 33: Registro Personal

Fig 34: Grumpy Mike. (2017, Mayo 13). *How to read data from audio jack?*. [Figura]. Recuperado de <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=476900.0>

Fig 35: bike pixels. (2019, Octubre 11). *How to add a LiPo battery in our Arduino projects*. [Figura]. Recuperado de <https://bikepixels.com/wp-content/uploads/2020/01/tp4056-polu-arduino-lipo-5v-1024x711.png>

Fig 36: GreatScott!. (2017, Julio 23). *2\$ LiPo Charger & Boost Converter? | TP5410 Test*. [Figura]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aND0j2Y2IkM>

Fig 37: Registro Personal

Fig 38: Registro Personal

Fig 39: Registro Personal

Fig 40: trotec. (s.f.). *Cutting technique for bending applications*. [Figura]. Recuperado de https://www.troteclaser.com/fileadmin/_processed_/csm_kerf-cut_53dd28e65c.jpg

Fig 41: Registro Personal

Fig 42: Registro Personal

Fig 43: Registro Personal

Fig 44: Registro Personal

Fig 45: Registro Personal

Fig 46: Registro Personal

Fig 47: Registro Personal

Fig 48: Registro Personal

Fig 49: Registro Personal

Fig 50: Registro Personal

Fig 51: Registro Personal

Fig 52: Registro Personal

Fig 53: Registro Personal

Fig 54: PC Factory. (s.f.). *Audifonos*. [Figura]. Recuperado de <https://www.pcfactory.cl/audifonos?categoria=850&papa=268>

